

# Byggforskningen ser fremover

Foredrag, rundebordskonferanser og diskusjon  
på Byggforskningsdagen, 19. september 1963



**NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT**





## **STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT**

(Borgergade 20, København K., Tlf. Palæ 9855-9851)

er en **selvstændig** institution, der ledes af en bestyrelse udpeget af boligministeren, er oprettet ved lov nr. 123 af 19 marts 1947, har til opgave «- at følge, fremme og samordne teknisk, økonomisk og anden undersøgelses- og forskningsvirksomhed, som kan bidrage til en forbedring og billiggørelse af byggeriet, samt at udøve oplysningsvirksomhed angående byggeforskningens resultater.»

## **STATENS RÅD FÖR BYGGNADSFORSKNING**

(Linnégatan 64, Stockholm Ö. Tel. 63 09 65)

**BFR** – Byggeforskningsrådet sorterar under Socialdepartementet.

**BFR** skall främja forskning och rationalisering inom byggnadsfacket och verka för att verksamheten inriktas på särskilt viktiga uppgifter, lämna medelsbidrag för forsknings- och försöksverksamhet inom byggnadsområdet samt draga försorg om att resultaten av denna verksamhet blir på lämpligt sätt offentliggjorda.

**BFR** sprider under samlingsnamnet **Byggeforskningen** forsknings- och försöksresultat i form av handböcker, handlingar, rapporter, småskrifter, särtryck av tidskriftsartiklar m.m.

## **STATENS INSTITUT FÖR BYGGNADSFORSKNING**

(Linnégatan 64, Stockholm Ö. Tel. 63 09 65)

sorterar under Socialdepartementet,

bedriver sådan forsknings- och försöksverksamhet, som är ägnad att främja en rationell utveckling av planering, produktion och förvaltning inom byggnadsområdet (företrädesvis problem, som ej är föremål för uppmärksamhet från andra forskningsinstitutioners eller enskilda forskares sida).

## **STATENS TEKNISKA FORSKNINGSANSTALT**

**VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSLAITOS**

(Lönnrotsgatan 87, Helsingfors. Tel. 11 151)

Anstalten som konstituerades 16. 1. 1942 (förfatningsamling n:o 44) är underställd handels- och industriministeriet.

På Statens tekniska forskningsanstalt ankommer att bedriva teknisk forskningsverksamhet i vetenskapligt och allmännyttigt syfte mm. på byggnadstekniska området, att utföra materialprovningssupdrag jämte andra forskningsupdrag samt att bistå tekniska högskolan i undervisnings- och forskningsarbete.

## **NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT**

(Postboks Blindern, Oslo 3. Tlf. 69 58 80)

**NBI** er et selvstendig institutt under Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, som oppnevner styret. NBI ble opprettet 1953 og avløste det midlertidige Kontoret for byggforskning fra 1949.

**NBI** skal fremme byggforskningen ved å klargjøre oppgavene og få dem løst, ved å virke for frivillig koordinering av tiltak og sørge for at forsøksresultater blir gjort kjent.

**NBI** skal samarbeide med myndigheter, organisasjoner o. a. og bistå offentlige og private oppdragsgivere.



# Byggforskningen ser fremover

*Foredrag og diskusjon på Byggforskningdagen,  
19. september 1963*

OSLO 1964

---

Sertrykk av «Bygg», «Byggmesteren», «Norsk VVS» og »Teknisk Ukeblad»



## FORORD

Norges byggforskningsinstitutt var 10 år 1. januar 1963. Instituttet valgte å markere dette 10-årsjubileet 19. september 1963 med en Byggforskningsdag. Vi fant det riktig ved denne anledning, istedenfor å se bakover på det vi hadde gjort, å forsøke å se framover på hvorledes byggefaget vil utvikle seg i de neste 10 år, og hvilke oppgaver Byggforskningen vil bli stilt overfor.

Byggforskningsdagen hadde en meget god tilslutning, og fra mange hold er det ytre ønske om å få utgitt samlet de foredrag som ble holdt. Denne lille publikasjonen inneholder foredragene og referat av rundebordskonferansene og diskusjonen ved møtet.

Blindern, mars 1964.

*Oivind Birkeland.*



## INNHold

<i>Forord</i> .....	3
<i>Byggforskningen er en utpreget samfunnssak.</i> Av arkitekt John A. Engh <sup>1</sup> ....	7
<i>Byggevirksomheten i Norge i tiden fremover.</i> Av stortingsmann Oskar Skogly <sup>2</sup>	8
<i>Norges byggforskningsinstitutt 10 år.</i> Av direktør Øivind Birkeland <sup>4</sup> .....	11
<i>Nyutvikling av materialer og konstruksjoner.</i> Rundebordskonferanse med direktør Øivind Birkeland, professor Hans Granum, sivilingeniør Henry Hansen, diplomingeniør Tenho Sneek og sivilingeniør Sven D. Svendsen <sup>1</sup> .....	18
<i>Fremtidens produksjonsteknikk.</i> Av sivilingeniør Reidar Hugsted <sup>1</sup> .....	24
<i>Bruk av computer i byggefaget åpner store muligheter.</i> Av sivilingeniør Aamund Fjøsne <sup>2</sup> .....	31
<i>Innendørsklimaet i fremtiden.</i> Av sivilingeniør Hallvard Hagen <sup>3</sup> .....	34
<i>Funksjonsriktige hjem — boliger for morgendagen.</i> Rundebordskonferanse med arkitekt Philip Arctander, arkitekt Roar Bjørkto, dosent, dr. Lennart Holm og arkitekt Sven Erik Lundby <sup>2</sup> .....	39
<i>Norges byggforskningsinstituttts oppgaver og virksomhet i neste 10-årsperiode.</i> Diskusjon med innlegg av sivilingeniør P. E. Malmstrøm, arkitekt Thomas Tostrup, tømremester Johan L. Vister, sivilingeniør Olav Selvaag, arkitekt John A. Engh, direktør Karl Erikstad og direktør Robert Major <sup>1</sup> .....	43

Foredraget har vært publisert i:

<sup>1</sup> «Bygg».

<sup>2</sup> «Byggmesteren».

<sup>3</sup> «Norsk VVS».

<sup>4</sup> «Teknisk Ukeblad».



## Byggforskningen er en utpreget samfunnssak

*Av arkitekt MNAL John A. Engh,*

*formann i styret for Norges byggforskningsinstitutt (NBI)*

NBI feirer i år et lite jubileum. Instituttet har vært i virksomhet i 10 år. Til møtet har vi innbudt representanter for byggevirksomhetens fagfolk, for myndighetene og for våre søsterinstitusjoner.

10 år kan synes å være et meget kort tidsrom; men vi har funnet det riktig å markere begivenheten ikke minst fordi vi er kommet til et utpreget tidsskille. Perioden har vært en oppbyggingstid, sterkt preget av pionervirksomhet. Og instituttet har i denne perioden vist at utvikling mot en mer rasjonell byggeskikk må basere seg på en større forskningsinnsats.

Utviklingen innenfor byggevirksomheten har i årtusener vært basert på generasjoners langsamt innvunne erfaringer og på geniernes mer sporadiske bidrag. Fra å være en av de mest utviklede menneskelige virksomheter, er byggevirksomheten blitt en underutviklet sektor. Byggevirksomheten har i alt for stor grad henfalt til gjentatt bruk av overleveringer, av fordommer og konvensjoner. Disse uheldige fordommer og konvensjoner kan ikke bekjempes på individuell basis hos den enkelte privat-praktiserende. Fremskrittet i denne industri — som i all annen industriell virksomhet — må basere seg på forskning. Og den forskning som skal foregå innenfor byggesektoren, kan ikke bare sette seg som mål en ny utvikling; den vil også ha til oppgave å etterprøve en hel rekke med konvensjoner.

Det er neppe noen gren av samfunnsplanlegging som er så avhengig av forskning, og det er vel heller ingen gren av samfunnsvirksomheten som er så dårlig stillet når det gjelder å skaffe seg midler til forskning. Som alle vet, består denne industri av et meget stort antall små enheter som må samarbeide og som er avhengig av hverandre. Og disse enheter har ingen økonomisk mulighet for å drive noen forskningsinnsats.

Opprinnelig var det også så at bygningsindu-

strien var sterkt sentralisert i sin ledelse under en såkalt «Baumeister», som utførte alle de funksjoner som nu er underlagt en rekke individer. Ett menneske kunne absorbere hele datidens viten om det å bygge hus. Denne idyll er forlenget forbi. Men den praksis som følges, er i altfor stor grad preget av disse gode gamle dager.

I andre industrier er virksomheten sentralisert omkring store produksjonsenheter som har økonomisk evne og vilje til forskning. Som nevnt, så finnes ikke den økonomiske evne i bygningsindustrien, og derfor blir vi en industriell sektor som er stadig på glid mot mer og mer tilbakeleggende forhold.

*Forskning i bygningsindustrien er en utpreget samfunnssak.* De akterutseilte forhold som eksisterer, rammer i og for seg ikke den enkelt-praktiserende. Det er samfunnet som rammes. I Norge investeres det årlig 7500 millioner kroner i bygg og anlegg. I den sektor som jeg kjenner til, må vi konstatere at det i stor utstrekning blir drevet en enorm feilinvestering, fordi vi har utilstrekkelig kjennskap både til teknologi og til funksjonsplanlegging. De feil som begås i bygningsindustrien, er dessverre udramatiske. Jeg sier dessverre fordi de ikke blir gjenstand for tilstrekkelig reaksjon fra almenhetens side. Bygningsindustriens feil gir seg ikke utslag i enkeltstående store katastrofer, men i utallige små daglige plager som i høy grad går ut over menneskets trivsel.

*Byggforskningen* er etter min mening den eneste vei ut av denne uforsvarlige utvikling. Og det er da også enorme krav som legges på denne 10 år gamle institusjon. Jeg er glad for at byggforskningsvirksomheten i de foregående 10 år har vært av en natur som gir oss håp om at byggforskningen i fremtiden vil kunne gjøre seg fortjent til å innta en så sentral plass i byggevirksomheten som jeg her har antydnet.



# Byggevirksomheten i Norge i tiden fremover

Av stortingsmann Oskar Skogly

Får jeg først lov å ønske til lykke med jubileet og også slutte meg til de ord som formannen uttalte om pionérene og de som har gått i bresjen for dette arbeide med Byggforskningen og også de som har ført det frem til det det er i dag.

Vi er et *byggende* land. Hvordan startet vi etter 5 års krig og okkupasjon her i landet i 1945? Vi sto nærmest på bar bakke; vi var et nedslitt land, et nedslitt folk. Byer og landsdeler var lagt i grus; henimot 20 000 leiligheter ble ødelagt ved krigshandlinger. I krigsårene vet vi at det praktisk talt ikke ble bygget boliger til dekning av det voksende behov, og boligforholdene forverret seg sterkt i denne perioden. Slik var det også mer eller mindre når det gjaldt bygging for å dekke andre sivile behov i de 5 krigsårene.

Opgaven vi sto overfor da krigen sluttet var stor, ja, vi kan vel si at den var overveldende. Og de første etterkrigsårene var en vanskelig tid for byggevirksomheten: Nedslitt produksjonsapparat, dårlig tilgang på bygningsmaterialer og mye tomgang på arbeidsplassene. Det forelå store gjenreisningsoppgaver i de krigsherjede strøk. Derfor fikk vi byggerasjoneringen, byggeløyveordningen, for bl. a. å sikre de høyest prioriterte byggeformål, først og fremst gjenreisningen. Dernest gjaldt det å ta det forsømte igjen. Alt måtte innordnes under dette, både materialer, økonomi og arbeidskraft.

Efterhvert har vi arbeidet oss fremover, vi har bygget og bygget. Vi har bl. a. i de 18 etterkrigsår bygget ca. 400 000 boliger. Hva dette egentlig representerer i løpet av en 18-årsperiode, forstår vi kanskje bedre når vi samtidig minnes at ved krigens slutt var den da eksisterende boligmasse anslått til ca. 800 000 leiligheter. Det er ikke bare boliger som er bygget; antall industribedrifter f. eks. er nær fordoblet i dette tidsrom.

## Byggevirksomheten er en av våre store næringer.

I 1962 ble det innenfor bygg og anlegg bygget for ca. 7,5 milliarder kroner. Det er bortimot fjerdeparten av hele vårt nasjonalprodukt. Av dette beløpet gikk ca. 4,9 milliarder til materialer osv., mens resten var arbeidslønn og kapitalinntekt. Gjennom denne arbeidslønn og kapitalinntekt bidro byggefaget selv med ca. 10 % til den samlede inntekt. Byggefagets prosentvise bidrag til vårt netto nasjonalprodukt har vært noenlunde konstant i de senere år.

Byggevirksomheten inntar en ganske særlig stilling blant våre næringer. Det er dens produkter — hus og anlegg — som danner det fysiske miljø som vi bor og arbeider i. Den er grunnlaget for vår trivsel, vår arbeidsydelse og produksjonsevne. Det er derfor helt forståelig at det er ganske særlig betydningsfullt at vi kan make å bygge nok og godt nok. Og dertil er jo *byggevirksomheten en nøkkelindustri*.

Det har vært hevdet — og det kan vel med en viss rett sies — at byggevirksomheten i forhold til mange andre industrielle virksomheter er noe tilbakeliggende, og ikke på samme måte som mange andre næringer har maktet å følge med i utviklingen. Men det er på ingen måte riktig å si at det ikke har skjedd en utvikling også i bygningsindustrien. Byggevirksom-

heten har her i landet etter krigen i virkeligheten gjennomgått en hel revolusjon hvis vi måler den i forhold til tidligere tiders byggevirksomhet. Teknisk sett er våre konstruksjoner stort sett helt andre og bedre enn dem vi brukte tidligere. Vår materialøkonomi er langt bedre; trelastforbruket i et trehus er i dag halvparten av trelastforbruket for ca. 15 år siden.

Innenfor anleggssektoren har den radikalt økede maskininnsatsen redusert arbeidsomkostningene og gjort økonomisk mulig anlegg som vi tidligere ikke kunne tenke på. Denne utvikling er også i gang i bygningsindustrien. Og vi har i de senere år stort sett med samme arbeidsstokk gjennomført et økende byggevolum. Produktiviteten har øket, bl. a. ved at det har foregått en rasjonalisering av ikke ubetydelig omfang. Dette har også gitt seg utslag på annen måte. I dag tilsvarer prisen på en bolig, finansiert ved Husbanken — tre vanlige årslønner, mens den f. eks. i 1948 var 4 ½ årslønn. Vi må derfor kunne si at det tross alt har vært en gledelig utvikling og at det har gått den rette veien.

I denne utvikling har blant mange andre faktorer ikke minst *Byggforskningen sin store andel*. Den er etterhvert blitt bedre og bedre utbygget, selv om det nok ennå står mye igjen. Det er grunn til å glede seg over og uttale sin anerkjennelse for det store arbeide som her er nedlagt og som vel faktisk må kunne karakteriseres som nybrottsarbeide.

## Byggeoppgavene i fremtiden.

Men selv om det på så mange områder har vært en betydelig fremgang, så er det ennå mange store og uløste oppgaver på byggesektoren i Norge. Vi må bygge enda mer, og mye tyder på at fremtiden vil stille oss overfor enda større og mer omfattende byggeoppgaver. Det er ikke så lett å skaffe seg fullstendige oppgaver over behov, bygget på sikre tall og prognoser, men visse holdepunkter har vi. Vi vet f. eks. at antall inngåtte ekteskap for tiden er ca. 23 500 pr. år. I tillegg til behovet hos alle i arbeidsdyktig alder, kommer hele aldersproblemet, som blir stort i årene fremover. Fornyelsen av boligmassen er også et stort og krevende behov som må dekkes. Vi har i dag ca. 1,2 million boliger. Med en levetid på f. eks. 80 år, som forøvrig må betraktes som en lang levetid, trengs årlig ca. 15 000 boliger som erstatning for de som går ut p. gr. a., kan jeg kalle det «alderdomssvakhet»?

Og vi må også ta *økningen av boligstandarden* med i våre kalkulasjoner. Her har det skjedd en stadig bedring, både når det gjelder areal og utstyr. Og dette må fortsette. 4-romsleilighetene bør bli minstemålet for de fleste familier her i landet. Tenker vi oss å øke arealstandarden med f. eks. ikke mer enn 1 % om året, så vil dette svare til et areal som for ca. 12 000 boliger.

I takt med en stigende levestandard og øket fritid, stiger behovet for hytter, feriehus osv. Dette vil også skape en ny næringsvirksomhet i mange distrikter, fjellbygder og andre kommuner med mindre naturlige muligheter for annen bredde i næringsgrunnlaget. Industri, handel, håndverk og mange slags forskjellige

serviceyrker som skal motta tilveksten i yrkesbefolkningen, har behov for nye og gode lokaler. Og i industrien må man regne med en langt hyppigere utskifting av bygninger enn på boligsektoren. I handelsnæringen foregår en rasjonalisering og omlegging som stiller store krav til nye og tidsmessige forretningslokaler.

Et spesielt problem danner jordbruksbygg, hvor vi sliter med mange gamle driftsbygninger og hvor omlegging og nye driftsformer skaper øket byggebehov. Likedan i jordbrukets produksjonssamvirke.

Vi har også skole- og undervisningssektoren, hvor overgang til 9-årig skole betyr at det må skaffes 1 400 000 m<sup>2</sup> nye skolelokaler til barne- og ungdomsskolen. Dertil kommer fornyelse og modernisering av andre skolearter. I gymnassektoren regnes det med en investering svarende til ca. 800 klasserom i perioden 1962 — 1972. Yrkeskolene står foran en sterk utbygging. I de nærmeste par år er det planlagt investert 40 — 50 millioner pr. år. Vi har universiteter, høyskoler, tekniske skoler osv., alt sammen områder som står oppe i en sterk utbygging og som i årene fremover vil kreve millionbeløp i investeringer. Likedan på helsesektoren, sykehus, pleiehjem og andre helseinstitusjoner. For kirker, samfunnshus, teatre osv. er i de nærmeste par år regnet med investeringer på ca. 85 millioner, fordelt på stat og kommune.

Dette blir kanskje mange tall, men jeg tror allikevel ikke at de på langt nær er uttømmende. De tall som foreligger, er uensartede, og det er ikke lett å gi tallmessig sikkert uttrykk for behovet for bygging på alle områder i noen lang tid fremover. Men det vi vet er at i et samfunn i vekst og utvikling vil dagens behov ikke være fremtidens behov. Og vi kan trygt slå fast at det er et stort behov for bygging, og at vi om 10 år må gjennomføre et byggeprogram som er vesentlig større enn i dag, og et enda større byggeprogram om 20 år.

Økede realinntekter og høyere levestandard vil slå ut i høyere boligefterspørsel; og de andre områder som jeg har nevnt — og sikkert mange flere — vil ha behov for flere, nyere og mer tidsmessige bygg og anlegg av alle slags.

#### Økonomi og arbeidskraft.

Så kan vi stille spørsmålet: *Makter vi dette?* Hva kan vi gjøre, og hvordan? Det er enkelte faktiske kjensgjerninger i denne forbindelse som jeg vil tillate meg å peke på, og som veien videre fremover på disse områder ikke kan gå utenom. To av nøkkelordene heter *økonomi* og *arbeidskraft*. Etterkrigstiden har vært den sterkeste vekstperiode av lengre varighet i norsk økonomi i dette århundre. Fra 1946 til 1960 steg brutto-nasjonalproduktet med ca. 4,7 % pr. år. i gjennomsnitt. Og i 1960 lå brutto-nasjonalproduktet bortimot 90 % høyere enn 1939. Med en rimelig utvikling i verdensøkonomien og vår egen økonomi, skulle det her i landet være store muligheter for å oppnå en fordobling av nasjonalproduktet i de neste 20 år. De store muligheter som foreligger for denne veksten og bedring av levestandarden, vil imidlertid bare kunne realiseres dersom det blir ført en planmessig og aktiv økonomisk politikk. Og for å gjennomføre en raskest mulig videre utbygging, så må investeringene fortsatt ligge på et høyt nivå på alle vesentlige områder.

Det er i de senere år gitt betydelig økede bevilgning

ger bl. a. til samferdsel og kraftutbygging. La meg nevne at samferdselsinvesteringene i 1960 utgjorde 1 700 millioner: for årene 1962 — 1965 er de regnet å ville ligge anslagsvis på ca. 2 000 millioner årlig. For den samme periode er det regnet med å investere ca. 800 millioner pr. år på bygningsmessige arbeider på kraftutbygging. Og det er helt klart at det på disse og flere andre områder er stadig stigende behov. Det er f. eks. liten hjelp i om øket levestandard gir alle anledning til å skaffe seg bil, hvis veiene våre ikke kan ta imot den økede trafikken. På den annen side er det like klart at det hjelper lite om den enkeltes økonomi setter ham i stand til å gi sine barn en stadig bedre, ja, den beste utdannelse, hvis det ikke er tilstrekkelig med skoler og undervisningsanstalter. Og slik på alle områder. Vi vil alltid i vårt arbeide stå overfor et avveiningsproblem, og *byggevirkksomheten* vil også i fremtiden måtte konkurrere med andre påtrengende investeringsbehov. Vi må derfor treffe et valg og til enhver tid prioritere og planlegge innenfor en samlet plan for investeringer og forbruk.

Innenfor denne ramme — vi kan kalle den de økonomiske muligheters ramme — må boligbygging og all annen byggevirkksomhet passes inn. Og behovet for økning f. eks. i boligbyggingen må innenfor den samme ramme avveies mot behovet for økning i annen byggevirkksomhet: industri, skoler, sykehus, kontor- og forretningsbygg osv. Det er bl. a. for boligbyggingens vedkommende tatt sikte på en gradvis økning de nærmeste år. Bruttoinvesteringene var for årene i perioden 1962 — 1965 beregnet å komme opp i om lag 2 000 millioner kroner mot ikke fullt 1 700 millioner i 1960. Dette var boligbyggingens plassering i den samlede investeringsramme som på det tidspunkt var beregnet lagt for den nevnte periode. Men dermed skal man ikke utelukke at det kan vise seg både nødvendig og formålstjenlig å foreta forskyvninger mellom de enkelte investeringsoppgaver. Og etterhvert som realøkonomiske muligheter tilsier det, vil rammen kunne utvides.

Men vi må vokte oss for å sprengte rammen, og ikke bare vokte oss for å sprengte den økonomiske rammen, men også rammen på andre områder i byggevirkksomheten. Det gjelder både de som skal tegne og planlegge, og det gjelder arbeidskraft. På alle områder er det en begrensning, og jeg har et bestemt inntrykk av at på mange av disse områdene er det allerede nå et sterkt press på rammen. Om den ikke er i ferd med å sprenges, så tror jeg at den på visse områder ikke tåler så svært mye mer. Jeg nevnte arbeidskraften. Det er helt klart at en begrensende faktor i denne forbindelse, er nettopp arbeidskraften, først og fremst den faglærte arbeidskraft.

#### Rekrutteringen til bygningsindustrien.

De fleste år etter krigen har *byggevirkksomhetens arbeidsmarked* vært stramt, det vet vi alle — særlig for faglært arbeidskraft og særlig i sommerhalvåret. I 1962 var det gjennomsnittlig beskjeftiget ca. 70 000 lønsmottagere i byggevirkksomheten, og byggevolumet lå dette året over gjennomsnittet for 10-årsperioden 1953 — 62. 40 % av bygningsarbeiderne er over 50 år. Slik aldersfordelingen er, må det derfor i de kommende år skje en forholdsvis stor nyrekruttering til byggefagene. Men her ser det ikke bare lyst ut for øyeblikket. I 1962 ble det inngått 275 lærekontrakter i



byggningsindustriens håndverksfag, som totalt omfatter ca. 40 000 mann. For å opprettholde sin andel av den totale sysselsetting, må byggevirksomheten etter de beregninger som foreligger, øke sysselsettingen med ca. 500 mann pr. år, eller ca. 5 000 i en 10-årsperiode, og det er bare for å opprettholde det nåværende antall. Skal vi øke dette, må rekrutteringen skje i større målestokk.

Hvordan er så utsiktene og prognosen for arbeidsmarkedet i de nærmeste år fremover? I 10-årsperioden 1961 — 70 er beregnet total økning i sysselsettingen her i landet på ca. 92 000 mann, mens behovet i samme periode er anslått til mellom 120 000 og 150 000. Det er derfor helt på det rene at også byggevirksomheten må konkurrere sterkt om arbeidskraften i de kommende år.

Alt dette sier oss at *rekrutteringen til bygningsindustrien må tas hånd om på en ganske annen måte enn hittil*. Dette gjelder både rekrutteringen, opplæringen av unge arbeidere og voksenopplæringen, som må komme inn i faste, ordnede former. Her ligger det store oppgaver og viktige spørsmål som snarest må tas opp til nærmere vurdering og løsning, og vi må her etter min oppfatning tildels søke nye veier og ta i bruk nye virkemidler. La meg i denne forbindelse også få nevne spørsmålet om regulering av arbeidskraften i bygningsindustrien. Hvis vi skal kunne ha noen sikkerhet for å kunne gjøre faget tiltrekkende — og ha håp om å kunne øke tilgangen på arbeidskraft, særlig kvalifisert arbeidskraft i byggefaget — så gjelder det bl. a. å sikre en jevn beskjeftigelse og gode arbeidsforhold, slik at de som velger bygningsarbeide som levevei, har sikkerhet for at de etter endt opplæring kan finne en trygg og varig arbeidsplass. Og jeg tror også at en oppmykning og tilpasning av de hittil gjeldende byggreguleringsbestemmelser bare er mulig og vil tjene sin hensikt hvis de bl. a. forskyves mer i retning av reguleringer etter arbeidskraften. Dette sammen med yrkes- og fagarbeiderbevis vil gi muligheter for en sikrere og mer varig beskjeftigelse for dem som velger bygningsarbeide som sin levevei, og det vil også gi arbeidsgiverne muligheter for en mer stabil arbeidsstokk av kvalifiserte bygningsarbeidere, noe som også samfunnsøkonomisk er av den aller største betydning. Det er påstått at med tilstrekkelig kvalifisert arbeidskraft vil byggeprisene kunne reduseres med 15 %.

#### **Bedre planlegging på alle plan.**

Og la oss ikke glemme *planleggingen*. Jeg tror vi skal medgi at i dag er det ofte vanskelig å planlegge skikkelig og fornuftig på lengre sikt mange byggeprosjekter. I den henseende er ikke den nåværende form for byggeregulering hensiktsmessig. Når vi snakker om planleggingen, så gjelder det i dette tilfelle

både den offentlige planlegging — stat, kommuner og fylkeskommuners planlegging — og planleggingen av de enkelte byggearbeider. Kommunene står foran store oppgaver i årene som kommer når det gjelder å erverve og planlegge grunnarealer for de forskjellige utbyggingsformål. Kommunene må settes i stand til å makte disse oppgaver, både teknisk og økonomisk. Dette er et arbeide som er tatt opp og står foran sin utbygging og videreføring. Når det gjelder planleggingen av de enkelte byggearbeider, så må vi vel erkjenne at det dessverre har sviktet meget her. Selv om det har vært en påtagelig bedring, så står det ennå mye igjen. Det har vært påstått — etter undersøkelser som er foretatt, uten at jeg personlig er i stand til å gå god for dem — at det til sine tider har vært opptil 40 % tomgang på byggeplasser p. gr. a. mangelfull planlegging og dårlig forberedelse.

Nå skal jeg ikke uttale noen kritikk og noen dom over dem som skulle være ansvarlige for dette, for det faktiske forhold er vel at det byggevolumet vi stort sett har hatt i disse årene etter krigen, det har også sprengt rammen for den arbeidskapasitet og de normale arbeidsmuligheter som arkitekter, konsulenter og andre planleggere burde og skulle ha.

Men jeg vil også gjerne si at arkitekter, konsulenter og andre som har sitt virke på dette plan, bør la en *bedre og omsorgsfull planlegging* være ord for dagen på hvert eneste kalenderblad hele året rundt.

Av de ting som jeg har nevnt, tror jeg at vi kan trekke den slutning at hovedoppgaven vi står overfor når det gjelder fremtidens byggevirksomhet — det er å *bygge mer, mest mulig, rimeligst mulig og best mulig* innenfor den ramme som samfunnsutviklingen til enhver tid gir plass for og pålegger byggevirksomheten.

#### **Byggforskningen må forsterkes og lede utviklingen.**

Kan norsk byggevirksomhet makte dette? Jeg tror *ja*. Men her må det være et samspill av mange krefter, og en av de vesentlige faktorer i dette vil i årene som kommer være en *fortsatt og sterkere byggforskning*. Jeg er enig med formannen når han i sin åpningstale sa at *byggforskningen er en samfunnsoppgave* — den kan ikke løses på noe annet plan. Derfor tror jeg det er riktig å vie byggforskningen den største oppmerksomhet, *gi den de nødvendige midler og de arbeidsforhold den har krav på for å kunne til enhver tid mestre situasjonen, ikke være efter utviklingen, men være foran og forsøke å lede den*.

Og hvis vi skal makte disse oppgavene, så er det en *utfordring* til alle i byggefagene og også til myndigheter og offentlige institusjoner. Bare med god vilje til nært og byggende samarbeide fra alle parter, kan vi fortsatt bygge, og makte å bygge ut Norge i årene som kommer.

# Norges byggforskningsinstitutt 10 år

Av direktør Øivind Birkeland

DK 69.001.5(481)

## Innledning.

Norges byggforskningsinstitutt er gått inn i sitt ellevte år. Instituttet ble opprettet av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd fra 1. januar 1953. Da hadde imidlertid allerede fra mars 1949 en foreløpig institusjon, Kontoret for byggforskning, vært i arbeide.

Hva er byggforskning? Spørsmålet kan ikke eksakt besvares, men det har allikevel dannet seg en nokså bestemt forestilling om hva det er.

Byggforskning i dag faller gjerne i tre grupper, som imidlertid alle er avhengig av hverandre og griper inn i hverandre.

Den eldste er den *teknologiske forskning* hvor man forsøker å kombinere all den erfaringsmessige viden som er samlet om materialer og konstruksjoner, med den teoretiske viten fra matematikk, fysikk, kjemi osv. til en virkelig «Building Science». Dette begynte de første «moderne byggforskere» med for ca 200 år siden, og det har ført frem til det vi i dag oppfatter som de egentlige bygningsingeniørfag. For vel 40 år siden begynte den samme utvikling innenfor de egentlige håndverksfag, og det er denne utvikling de fleste byggforskningsinstitusjoner i dag står midt oppe i, samtidig som de også arbeider med forskning innenfor de mer klassiske bygningsingeniørfag.

Byggforskerne har også en tid angrepet de *produksjonstekniske problemer* innen byggeriet med de samme metoder som man bruker i annen industri. Her har vi et annet av byggforskningens arbeidsområder, et arbeidsområde hvor man etterhvert når store resultater.

Man har også begynt å angripe *planløsningsspørsmålene* med forskningsmessige metoder, og erfart at man på denne måten kan nå fruktbare resultater.

Når man arbeider med alle disse tre sider av byggforskningen, oppdager man snart at de henger intimt sammen, og at de ikke med de beste resul-

tater kan drives atskilt fra hverandre. Alt dette sett i sammenheng er det de fleste byggforskningsinstitutter i dag oppfatter som byggforskning.

Norges byggforskningsinstitutt skal finne frem til de oppgaver som det er av størst betydning for hele byggefaget å få løst, og så om mulig sørge for at de blir løst, enten ved å få andre til å gjøre det eller ved å gjøre det selv. Dessuten skal resultatene av egen og andres forskning i inn- og utland meddeles byggefaget på en slik måte at de blir anvendt i praksis. Instituttet skal også bistå private og offentlige oppdragsgivere med å løse forskningsoppdrag. Kort sagt, Norges byggforskningsinstitutt skal stå midt i byggevirksomheten og være et aktivt ledd i industriens utviklingsarbeide.

## Organisasjon, personale, laboratorier.

Instituttets organisasjon og utbygging med personale vil fremgå av *fig. 1*. Svært mange oppgaver som instituttet arbeider med vil være av en slik art at de går på tvers av avdelingene. For slike oppgaver dannes det ofte egne arbeidsgrupper.

Instituttet har i dag sitt *hovedkontor i Forskningssentret på Blindern*. Her ligger instituttets sentraladministrasjon, bibliotek og avdelingene for produksjonsteknikk, informasjon og planforskning. Her ligger også et lite kjemisk laboratorium.

*I Trondheim har instituttet et laboratorium i egen bygning på Norges tekniske høyskoles grunn.* Dette laboratorium er godt utbygd, særlig for alle undersøkelser som har med klimapåkjenninger på bygninger å gjøre. Det har et godt utstyr av fryse- og kjølerom og andre klimatiserte rom, og en målesentral. Videre har det spesialrom for undersøkelse av byggematerialers varmeledningstall. Der er et eget mørtellaboratorium, og i den senere tid er innredet et eget rom for undersøkelse av isolerglass, og et spesielt rom hvor det foregår felles nordiske

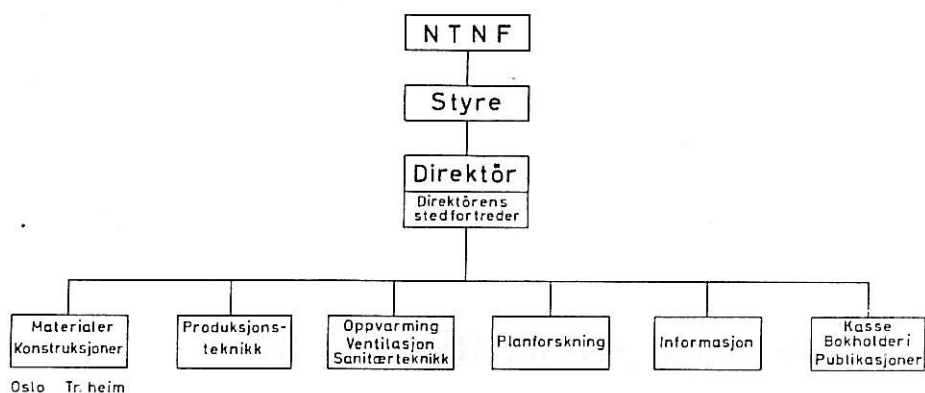


Fig. 1. Norges byggforskningsinstituttets organisasjonsplan. Instituttet har et personale på ca 70 personer. Av disse arbeider 16 ved laboratoriet i Trondheim.

undersøkelser om grunnlaget for fuktighetsvandringer i byggematerialer. Videre er der et lite kjemisk laboratorium og de nødvendige verksteder. Det viktigste i laboratoriet er imidlertid den store forsøks-hallen. Av faste oppstillinger er det her vesentlig utstyr for slagregn- og vindtetthetsundersøkelser, se fig. 2. Ellers er hallen vanligvis oppfylt av alle slags midlertidige forsøksanordninger bygd opp alt etter det vekslende arbeide som foregår. I tillegg til laboratoriene er der også de nødvendige kontorer for personalet.

I dette laboratorium samarbeides det med det tilsvarende institutt ved Norges tekniske høyskole: Institutt for husbyggingsteknikk.

Byggforskningen har også et laboratorium i Kjelsåsveien 160, i Oslo. Dette laboratorium holder til i leide lokaler i et industribygg, som altså ikke er bygd som bygningsteknisk laboratorium. Men til tross for dette er laboratorieforholdene forholdsvis bra. Laboratoriet omfatter klimatiserte rom, et lite betonglaboratorium, et gulfvelegglaboratorium, et

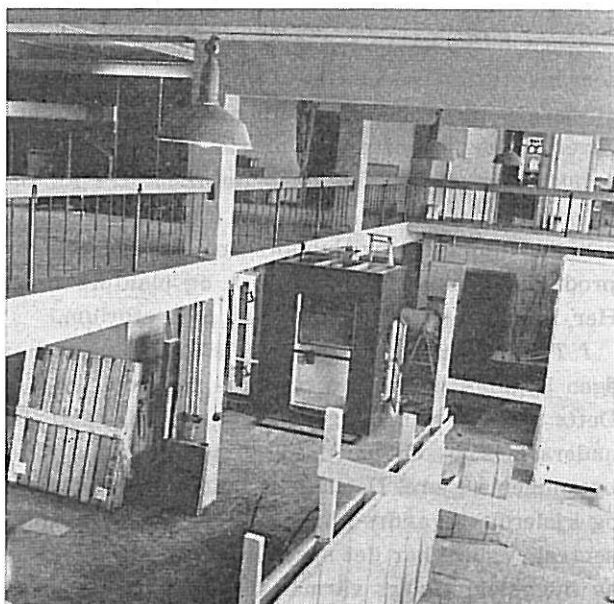


Fig. 2. Fra hallen i laboratoriet i Trondheim. I forgrunnen og til høyre forskjellige provisoriske forsøksoppstillinger. Innunder galleriet slagregn- og lufttetthetsapparater. Dørene på galleriet fører inn til forskjellige klimatiserte spesialrom, døren nedre fører inn til et fryserom.

plastrørlaboratorium og de nødvendige verksteder og lager. Også her er det viktigste forsøks-hallen. I denne er det oppstilt utstyr for trykkprøving av veggelementer i 1½ meters bredde og i etasjehøyde (fig. 3). Samtidig som elementene trykkprøves kan de utsettes for jevnt fordelte horisontale belastninger. Der er også utstyr for statisk undersøkelse av gulvelementer på 6 m × 3 m. Laboratoriet har et bra utstyr for frembringelse og måling av krefter og for måling av deformasjoner ved en rekke forskjellige metoder. I tillegg til dette er det en del vanlige prøvingsmaskiner.

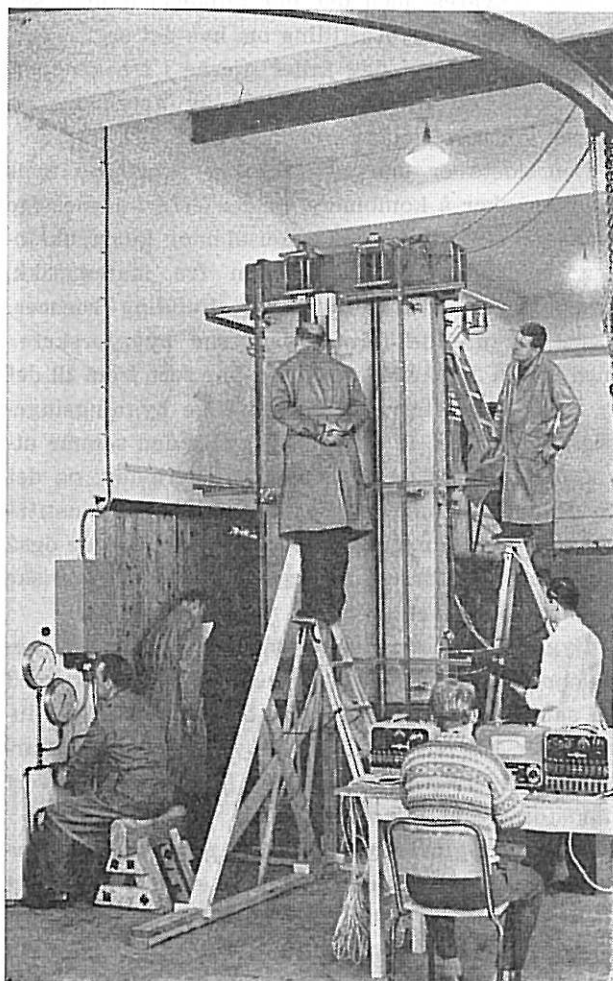


Fig. 3. Undersøkelse av et veggelement av betong i laboratoriet i Oslo.



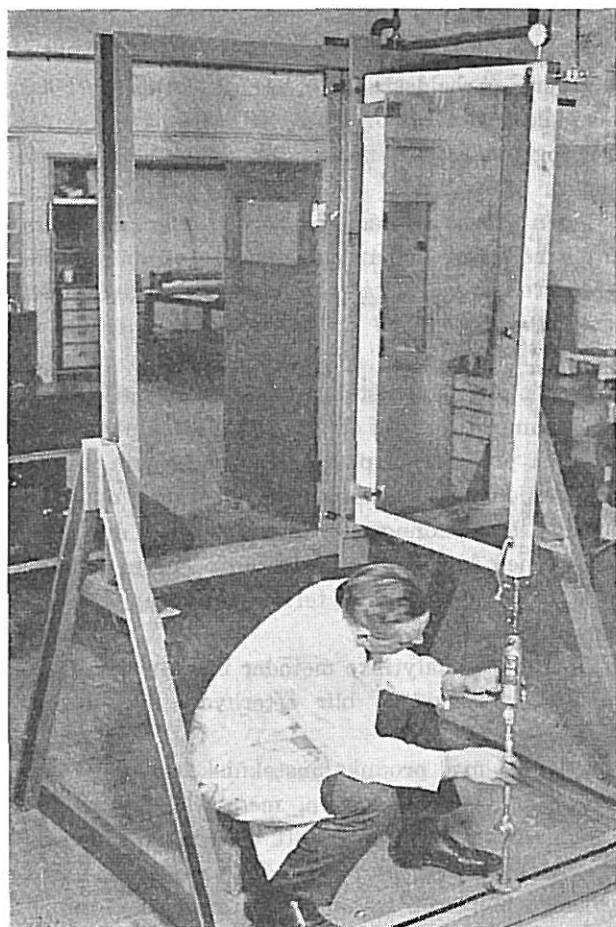


Fig. 4. Fasthetsundersøkelse av en vindusramme i laboratoriet i Oslo, med et glimt inn i snekkerverkstedet.

Utenom det faste utstyr er også her forsøkshallen vanligvis fullt opptatt av provisoriske forsøksoppstillinger. Arbeidet ved laboratoriet er vesentlig av fasthetsmessig karakter og undersøkelsene omfatter alle slags fasthetsmessige undersøkelser, like fra store betongelementer til små ting som beslag, kledningsmaterialer, o.l., *fig. 4*. For slike undersøkelser er det med enkle midler bygd opp et forholdsviss bra utstyr.

I Kjelsåsveien 160 er det også en del kontorer. Utenom kontorer for laboratoriets personale, holder avdelingen for oppvarming, ventilasjon og sanitærinstallasjoner til her.

I høst ventes igangsatt et *nytt bygg i Forsknings-sentret på Blindern*. Det skal reises av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd og Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening. Her er det meningen å få samlet all instituttets virksomhet i Oslo og skaffe gode, moderne laboratorier. Bygningen skal for øvrig også gi plass til Norsk Treteknisk Institutt, Teglverkenes Forskningsinstitutt, Oslo Materialprøveanstalts bygningsavdeling, Kontoret for fjellsprengeingsteknikk, Norsk Cementforening og Steinindustriens kontor for forskning og informasjon. Kort sagt en lang

rekke institutter som har tilknytning til byggefaget.

Instituttet vil her få gode, moderne laboratorier med det nødvendige fryse-, kjøle- og klimarom og en rekke spesiallaboratorier. Det viktigste i bygningen blir også her en stor hall, hvor det er muligheter for meget allsidige forsøksoppstillinger. En del av hallen vil bli utstyrt med oppspenningsgolv. Det karakteristiske for et byggforskningslaboratorium er nettopp at det må ha plass til store og skiftende forsøksoppstillinger.

#### Arbeidsområde.

Instituttets forskningsarbeid foregår i dag på fire områder.

#### Materialer og konstruksjoner

Arbeidet startet med teknologisk forskning i forbindelse med materialer og konstruksjoner, og det er fortsatt her instituttet er best utbygd. Instituttet forsøker systematisk å analysere de forskjellige bygningsdelers virkemåte ved først å skaffe en tallmessig oversikt over de påkjenninger bygningsdelene er utsatt for fra klimaforholdene ute og inne, og fra bruken. Så utvikles prøvings- eller beregningsmetoder som setter en i stand til å måle hvorledes bygningsdelene klarer de påkjenninger de blir utsatt for. På dette grunnlag kan man igjen finne påkjenningene på materialene og metoder til å karakterisere hvorledes materialene klarer påkjenningene.

Et godt eksempel er instituttets arbeide med yttervegger. Her har det vært nødvendig å undersøke regntetthet, vindtetthet, evne til å oppta temperaturforskjeller (bl. a. varmeisolasjon), veggens evne til å beskytte mot solstråling, mekanisk påkjenning fra regn, nedbryting på grunn av solstråling og aggressiv atmosfære m. v. Veggens evne til å oppta damp- og luftovertrykk inne, faren for tilfeldige støt og merking fra bruken av huset, nedsmussing og misfarving, fasthetsegenskaper, brannmotstandsevne og lydisolasjon.

NBI ligger særlig langt fremme når det gjelder undersøkelser av klimapåkjenningene, og de synspunkter som instituttet her har kommet frem til, særlig når det gjelder tetthet mot regn og vind, begynner nå å bli internasjonalt anerkjent som de eneste brukbare under mer utsatte forhold.

Instituttet startet med å ta opp problemer i forbindelse med trehus, og etterhvert er de fleste spørsmål som den raske og radikale omlegging av våre trehuskonstruksjoner reiste, løst.

Klimapåkjenningene var også utgangspunktet for å undersøke pussarbeide og mur- og pussmørtler.

Efterhvert er målet blitt at vi skal kunne dimensjonere våre mørtler for de forskjellige formål like sikkert som vi dimensjonerer en betongblanding.

Gjennom arbeidet med trehus og med omfattende undersøkelser av tetthetsproblemene for vinduer, fikk instituttet et godt grunnlag for å ta opp tettheten av fuger mot regn og vind mer generelt. I forbindelse med den økende bruk av enheter som monteres sammen på byggeplassen, blir alle arter av fugeproblemer viktigere og viktigere.

Ellers har det vært gjort en betydelig innsats for undersøkelse av slike ting som gulvbelegg og kledningsmaterialer, hvor vi har funnet frem til et rasjonelt grunnlag for å vurdere slike produkter under hensyntagen til de forskjellige påkjenninger de er utsatt for. I forbindelse med gulvbelegg er kanskje den største innsatsen påvisning av mykhetens betydning for hvor behagelig det er å gå på et gulv. Arbeidet med lydisolasjon har vesentlig tatt sikte på å bruke den eksisterende teoretiske viden til å utvikle gode, lydisolerende konstruksjoner og å få disse anvendt i praksis.

I den senere tid er det i større utstrekning tatt opp fasthetsmessige spørsmål, og særlig da de spørsmål som reiser seg i forbindelse med betongelementbygging.

#### *Oppvarming, ventilasjon og sanitæranlegg*

Arbeidet med oppvarming, ventilasjon og sanitæranlegg kom også tidlig i gang. Instituttets viktigste innsats her er en teknisk-økonomisk sammenligning av de oppvarmingsmetoder som er aktuelle under spesielle norske forhold. Her har instituttet lagt frem de data som gjør det mulig for den enkelte å ta stilling til hvilken oppvarmingsmetode som er gunstigst for ham, og de data man trenger i den mer nasjonaløkonomisk betonte debatt om anvendelsen av våre energikilder.

I den senere tid har instituttet vært og er meget opptatt av ventilasjonsspørsmål, og særlig omfattende er undersøkelsene på skoleområdet.

Det har vært gjort omfattende undersøkelser med dimensjonering av avløpsledninger og årsaken til at det oppstår støy i rørinstallasjoner. Videre har det vært arbeidet med undersøkelse av rør i ikke-tradisjonelle materialer, f. eks. plast.

#### *Produksjonsteknikk*

Den produksjonstekniske forskning kom senere i gang, men er nå et av de områdene hvor instituttet er godt utbygd og hvor innsatsen viser gode resultater. Det er her særlig arbeidet med byggeplassens problemer. Instituttet tok først opp spørsmålet om innførelse av arbeidsstudier på norske byggeplasser. Bl. a. er det arbeidet med å finne frem til

de mest hensiktsmessige arbeidsstudiemetoder på norske byggeplasser. I alt er det studert ca 300 000 timeverk. Arbeidsstudiene har vesentlig vært tatt med sikte på å rasjonalisere arbeidet på byggeplassene og å skaffe de nødvendige data til planleggingen.

I den senere tid har instituttet, etter anmodning fra arbeidernes og arbeidsgivernes organisasjoner, også studert spørsmålet om bruken av arbeidsstudier til å fremskaffe det nødvendige underlag for akkordfastsettelse.

På det produksjonstekniske området, har instituttet kommet til at det er viktigst å satse på en gjennomført produksjonsplanlegging. Gjennom en god produksjonsplanlegging kan man virkelig oppnå resultater som monner, og instituttet har derfor arbeidet med å utvikle metodikken på dette området, bl. a. gjennom såkalte terminplaner og bruk av nettverksmodeller.

Operasjonsanalytiske metoder med anvendelse av matematiske midler, blir etterhvert mer og mer brukt.

Arbeidet med produksjonstekniske spørsmål startet i husbyggingssektoren, men arbeidet innenfor anleggssektoren er også tatt opp og blir viktigere og viktigere. Det er tanken i fremtiden å fordele arbeidet mer likt mellom husbyggingssektoren og anleggssektoren.

#### *Planløsning*

Planforskning er instituttets nyeste arbeidsområde. Denne forskningen tar sikte på å finne frem til hvorledes planløsnings- og innredningsdetaljer for forskjellige bygg skal være for at de skal virke som de skal. Arbeidet er startet med boliger, men det er tanken at også andre arter av bygninger etterhvert skal tas opp til behandling, f. eks. skoler.

Instituttet har forsøkt å finne frem til kriterier for bedømmelse av boligplaner. Mer detaljert er undersøkt hvorledes innredningen for klesvask skal være i en bolig. For tiden pågår undersøkelse av oppbevaringsbehovet i boliger og en utredning om boliger for eldre.

#### **Oppdragsforskning.**

Det er nå noen år siden instituttet begynte å påta seg forskningsoppdrag mot betaling. Erfaringen i årene som er gått viser at det her foreligger et meget stort behov som NBI synes å kunne fylle.

Oppdragsgiverne er dels byggherrer (eller byggherrers representanter, arkitekter og konsulenter) som vil ha undersøkt nye konstruksjoner før de tas i bruk i planlagte nybygg. I det hele tatt synes det som om alle større byggeforetagender reiser en

rekke problemer av forskningsmessig karakter. Oppdragene kan også komme fra materialfabrikanter som ønsker samarbeide med instituttet i sitt utviklingsarbeide av nye eller forbedrede materialer, se *fig. 5*. En oppdragsgivergruppe er entreprenører som ønsker samarbeide om rasjonaliserings- og planleggingsoppgaver. En stor gruppe oppdrag er etterforskning av årsakene til oppståtte skader på bygg.

Det viktigste hensyn når NBI påtar seg forskningsoppdrag, er at instituttet kan gjøre nytte for seg. Men instituttet har også selv nytte av oppdragene. For det første gir de instituttets medarbeidere en direkte kontakt med praksis og den pågående utvikling, som feier bort alle tendenser til livsfjernhet. Medarbeiderne får en helt annen følelse av hva deres arbeide betyr eller ikke betyr rent praktisk. Dette virker igjen sterkt inn på den generelle forskningsvirksomhet.

Løsning av de enkelte konkrete problemer gir også oppdragsgiverne — byggevirksomheten — en respekt for vårt arbeide som kanskje ikke selv aldri så gode publikasjoner gir.

De erfaringer vi får er også meget verdifulle. I en del tilfelle inngår det materiale vi har samlet gjennom mange oppdrag på et bestemt område, som en vesentlig del av det materiale som vår generelle forskning bygger på. F. eks. stammer en vesentlig del av vår erfaring med slagregn- og vindtetthetsprøving fra oppdrag.

I andre tilfelle kommer vi på spor etter viktige problemer som fortjener å bli tatt opp. Det var f. eks. et oppdrag som viste oss at det var en kvalitetsforskjell på forskjellige typer av isolerglass, og foranlediget at vi igangsatte større generelle undersøkelser. Disse undersøkelser lærte oss at innsetningsmetodene ofte var feilaktige og foranlediget at vi tok opp dette problem.

I atter andre tilfelle gir oppdragene oss en kjærkommen anledning til å prøve våre teorier i praksis. Dette har særlig vært tilfelle på det produksjonstekniske området.

Selvfølgelig reiser det også problemer å ha en forholdsvis stor oppdragsvirksomhet gående. Det er ofte vanskelig å verge seg mot at et oppdrag forsinkes et generelt arbeide som en forsker stiller med. Man må stadig være på vakt så resultatene av arbeidet ikke blir misbrukt i reklameøyemed. Vi har dessverre opplevd noen ubehagelige affærer. Men alt i alt har oppdragene tilført oss meget verdifull erfaring og gitt oss et fastere grep på vårt arbeide.

Instituttets samarbeidsform om slike oppdrag kan være på en rekke forskjellige måter. Det kan direkte påta seg et regulært forskningsoppdrag hvor hele arbeidet utføres av instituttet, eller det kan



Fig. 5. Undersøkelse av duggpunkt for isolerglass.

låne ut instrumenter, eventuelt også med personale som er øvet i å bruke disse instrumentene. Vi kan rykke ut og gjøre målinger på byggeplasser og i marken, og oppdragsgiverne kan komme og arbeide i vårt laboratorium sammen med vårt personale.

#### Informasjon.

En viktig side av NBI's arbeid er å sørge for at resultatene av arbeidet blir gjort kjent på en slik måte at det kommer til anvendelse i praksis. Det beste midlet som instituttet har funnet til dette, er de såkalte *Byggdetaljblad*. Hittil er utkommet 163 blad. Disse trykkes nå i et opplag på 5000 og antallet faste abonnenter er over 3000. Enkelte blad er oppe i et opplag på 9000.

Ellers utgir instituttet *rapporter*. Hittil er utsendt 35, som inneholder beskrivelse av utførte arbeider. Videre er utsendt 15 *håndbøker*. Instituttets håndbok om trehusbygging er hittil kommet i ca 10 000 eksemplarer. Videre skriver instituttets medarbeidere en lang rekke artikler i tidsskrifter. De viktigste av disse tas det *særtrykk* av. Hittil er utsendt 77 særtrykk. Også for instituttets øvrige publikasjoner er det en abonnementsordning.



Instituttet svarer ellers på skriftlige og muntlige spørsmål. Antall spørsmål er nå kommet opp i 10—12 000 årlig.

*Kurser* er også et middel til å gjøre resultater av arbeidet kjent, og synes å være meget effektivt. Særlig har denne meddelelsesmåten vært brukt på det produksjonstekniske området.

Forøvrig har instituttet et *bibliotek* som er åpent for publikum. Bokbestanden er nå på ca 10 000 titler, og det har 218 løpende tidsskrifter. Kartotekene med referater av bygningsteknisk litteratur omfatter ca 135 000 kort. Biblioteket har et meget stort utlån, og i 1962 utarbeidet det 44 litteraturlister for personer utenfor instituttet.

### Nordisk og internasjonalt samarbeide.

Mange byggforskningsoppgaver er i høy grad internasjonale. Det gjelder i særlig grad spørsmål av mer grunnleggende art og i forbindelse med bærende konstruksjoner. Her er en løsning like gyldig eller kan lett tilpasses forholdene i hvert enkelt land. Men samtidig er det mange oppgaver som på grunn av forskjellig klima, råstoffgrunnlag, sosiale forhold, teknisk utvikling, tradisjon og lovgivning er forskjellige og som derfor må løses i hvert enkelt land. Det er derfor nødvendig for hvert enkelt land å ha en byggforskning som kan løse de spesielle nasjonalt særegne spørsmål, og som kan delta i løsningen av de mer internasjonale oppgaver på en slik måte og yte et slikt bidrag til arbeidet at man kan få del i de andres resultater og tilpasse dem til sine egne spesielle forhold. Skal landets egen byggevirksomhet ikke sakke akterut, er det nødvendig at den har en forskning å støtte seg på.

Vi kan derfor se at nesten alle land, enten de er kommet kort eller langt i den tekniske utvikling, har funnet det nødvendig å bygge opp sine egne sentrale byggforskningsorganer.

Internasjonalt har norsk byggforskning særlig gjort seg gjeldende i spørsmål som har forbindelse med klimapåkjenninger på bygninger. Ellers vil alltid et lite land som Norge være meget avhengig av å utnytte andre lands forskningsresultater, men samtidig har vi ingen grunn til noe mindreverdighetskompleks — vi kan hevde oss godt internasjonalt.

Særlig intimt er naturligvis det *nordiske samarbeidet*. Det viktigste er kanskje at et intimt nordisk samarbeide gir våre fagfolk anledning til å arbeide i et bredere miljø enn bare det hjemlige. Men det samarbeides også i stor utstrekning om konkrete oppgaver. F. eks. er det ved NBI i gang en felles-finansiert nordisk forskningsoppgave, som tar sikte på å undersøke det teoretiske grunnlag for

fuktighetstransport i byggematerialer. Ellers forsøker man å utnytte de få eksperter man har felles, utarbeide felles publikasjoner m. v. Det aller viktigste er kanskje at byggforskningen i Norden koordineres.

### Fremtiden.

Byggefaget er inne i en rivende utvikling. Rent teknologisk foregår det store endringer. Nye materialer og nye konstruksjonsprinsipper oppstår, og etterhvert klarer vi også mer bevisst å utvikle nye materialer og konstruksjoner. Vi forsøker systematisk å fastlegge påkjenningene av alle arter, fra klimaet og fra bruken, på våre konstruksjoner, og så finne hvorledes konstruksjonene klarer å oppta disse påkjenningene. Vi forsøker å klarlegge dette gjennom egnede beregnings- og prøvingsmetoder. Vi må f. eks. under hensyntagen til alle arter av påkjenninger som er nevnt foran, kunne konstruere en yttervegg like sikkert som en konstruktør i dag konstruerer en bærende konstruksjon på basis av statiske beregninger og kjennskap til de materialer han bruker.

Vi forsøker mer og mer å gå til grensen for utnyttelse av materialene i våre konstruksjoner. Vi må derfor nøye kjenne materialenes og konstruksjonenes virkemåte og fastsette sikkerheter på statistisk grunnlag. Systematiske analyser av påkjenningene på konstruksjonene og materialene og deres evne til å oppta disse påkjenningene, vil sette oss i stand til å skrive spesifikasjoner for nye materialer som ikke eksisterer, men som er ønskelige. Dette sett i sammenheng med utviklingen i den kjemiske industri, reiser fristende fremtidsperspektiver.

Vi vil komme til å se en økende grad av *prefabrikasjon*, og flere og flere av de tingene som i dag utføres etter individuelle tegninger til det spesielle bygg, vil bli merkevarer utviklet og levert av spesielle firmaer. For slike merkevarer er det nødvendig å utvikle metoder for kvalitetsbedømmelse.

Like betydningsfull, eller mer betydningsfull, er den *strukturendring i byggefaget* som vi begynner å skimte. Hele boliger og andre arter av bygninger som det trengs mange av, vil formodentlig også til en viss grad bli «merkevarer», idet større firmaer eller grupper av mindre firmaer vil komme til å utvikle serier av ferdige bygninger som leveres til faste priser ferdig til å tas i bruk. Slike bygninger kan være ferdighus, men vil antagelig i stor utstrekning også bli bygd på stedet. De kan bli bygd i serier eller på individuelle byggeplasser. Den totale gjennomarbeidelse av alle detaljer og innøvelse av

utførelsen som slike typer betyr, kan føre til en virkelig gjennomarbeidelse, vi kan ikke masseprodusere tabber.

Vi vil også sikkert se en *omlegging i arbeidet på byggeplassen*. Vi vil få en økt mekanisering og en økt montasje av ferdige deler. Dette sammen med helt nye materialer og konstruksjoner, vil kanskje føre til andre fagoppdelinger enn de i dag tradisjonelle. Viktigst er antagelig en utvikling av planleggingsmetodene. Vi vil få en detaljplanlegging som fastlegger hva hver mann skal gjøre hver dag i hele byggeperioden.

Moderne elektroniske regnemaskiner vil bli tatt i bruk for statiske beregninger, for utarbeidelse av beskrivende masseberegninger, for kalkulasjon og efterkalkulasjon, og for planleggingsarbeidet på byggeplassen.

Vi må vente at en utvikling som den som er skissert foran, i større grad vil motivere at materialprodusenter, byggefirmaer og større byggherreor-

ganisasjoner utbygger sin egen forskning og utviklingsvirksomhet.

Alt dette nødvendiggjør i enda høyere grad enn før at vi har sentrale byggforskningsorganer som kan gå foran i utviklingen, som kan bistå firmaenes utviklingsavdelinger, og som kan utvikle de nødvendige kvalitetskontrollmetoder.

Målet er:

1. Byggforskningen skal gå foran og se så langt frem i tiden at når utviklingen er kommet så langt at byggevirksomheten trenger løsningen av et bestemt problem som er generelt for byggeriet, så skal byggforskningen kunne komme med løsningen.
2. Den skal kunne delta i byggevirksomhetens eget utviklingsarbeide og kunne hjelpe til å løse de mange store og små problemer som man støter på.
3. Den skal gjøre resultatene av sitt arbeide kjent på en slik måte at de kan anvendes i praksis.

# Nyutvikling av materialer og konstruksjoner

## Rundebordskonferanse

*Deltakere: Direktør Øivind Birkeland (NBI), Professor Hans Granum (NTH), Siv.ing. Henry Hansen (NBI), Siv.ing. Sven D. Svendsen (NBI), Diplomingeniør Tenho Sneck (Finland)*

*Direktør Øivind Birkeland:*

Det viktigste middel vi har til bevisst å fremme utvikling av nye materialer og konstruksjoner er å analysere hvorledes konstruksjonene og materialene virker. Først må vi finne påkjenningene på konstruksjonene, værpåkjenninger og påkjenninger fra bruken av byggverkene, helst fastlagt i tall, og ut fra dette igjen må vi analysere konstruksjonens virkemåte og utvikle prøve- eller beregningsmåter som kan si oss hvor godt konstruksjonen klarer de påkjenningene den blir utsatt for. Ut fra denne kjennskap til konstruksjonene kan vi igjen komme over til påkjenningene på materialene og prøvemethoder for disse. På denne måten oppnår vi å kunne bedømme nye konstruksjoner og materialer på rasjonelt grunnlag og å klassifisere dem kvalitetsmessig. Vi oppnår å gi den nødvendige veiledning ved utvikling av nye konstruksjoner, og vi kan til og med skrive spesifikasjoner for nye materialer som vi trenger, men som ennå ikke eksisterer.

Diplomingeniør Tenho Sneck, leder for Byggnadskemiska kontoret ved Statens Tekniska Forskningsanstalt i Helsingfors, vil svare på spørsmålet om hvilke muligheter vi har for planmessig å utvikle nye materialer.

*Diplomingeniør Tenho Sneck:*

Jeg tror vi bevisst kan utvikle nye materialer. Men først vil jeg gjerne si at vi i Finland har stor respekt for Norges byggforskningsinstitutt, og vi er spesielt interessert i denne form for funksjonsanalyse som Birkeland talte om. Jeg tror at dersom vi i byggforskningen vil leve opp til dette, så betyr det at vi må trenge inn i materialets indre og finne ut *hvorfor* et materiale har de egenskaper som vi drar nytte av i våre konstruksjoner. Denne materialforskning har som oppgave å klarlegge sambandet mellom materialets indre og ytre egenskaper og slik at man kan velge et passende materiale blant de materialer som finnes. Det kan også bli tale om å modifisere eksisterende materialer, og en tredje interessant mulighet er å forsøke å skape nye materialer som har de ønskede egenskaper. Byggforskningen må derfor interessere seg for grunnleggende forskning av materialer og reaksjonsmekanismer. Det har vært vanlig tidligere å regne som så at her har vi et materiale som vi kan

bruke til det og det. Nå må vi snu om denne tankegangen og si — som Birkeland antydde — at vi trenger et materiale med de og de egenskaper, og hvis dette materialet ikke finnes, må vi forsøke å utvikle det. En slik tankegang har vunnet fram i industrier som bruker bare en brøkdel av de materialmengder som byggeindustrien bruker.

*Birkeland:*

Når det gjelder de bærende materialer, kan vi vel allerede peke på en stor utvikling?

*Sivilingeniør Henry Hansen:*

Ja, man må vel kunne si at utviklingstendensen for materialer til bærende konstruksjoner går mot stadig høyere fastheter. Denne tendensen er kanskje tydeligst når det gjelder armeringsstål. Før krigen brukte man her i landet til armering nesten utelukkende bløtt stål, med en garantert flytegrense på ca. 2400 kp/cm<sup>2</sup>. Etter krigen har man gått helt over til kamstål med en flytegrense på ca. 4000 kp/cm<sup>2</sup>. Det brukes også stål av langt høyere kvalitet enn dette og særlig har kanskje utlandet her gått i spissen. Man kan vente en fortsettelse av denne utvikling. Det er nemlig mulig å lage stål som har langt høyere fastheter enn det som brukes i dag. Rent teoretisk kan stål lages med mange ganger større fasthet. Om det er praktisk mulig, vil fremtiden vise. For betong hadde man i den gamle betongstandard NS 427 som beste betongkvalitet A-betong, med en fasthet på 290 kp/cm<sup>2</sup>. I den nye betongstandard er den beste betongkvaliteten B 450, med en trykkfasthet på 450 kp/cm<sup>2</sup>. Man ser et svært hopp allerede der. Men vi vet også at det i dag ikke er vanskelig å lage en betong B 500. Det er ingen sjeldenhet å se betong B 600 og 700, og vi må vel i fremtiden kunne vente oss fastheter på 1000 kp/cm<sup>2</sup>. Når det gjelder trematerialer, så er situasjonen annerledes. Der kan man ikke gripe inn i den grad med menneskehender som man gjør for betong og stål for å frembringe gode egenskaper. Der er man mer henvist til naturen, til materialet.

*Professor Hans Granum:*

Ja, det er riktig at trevirket står i en særstilling blant de konstruksjonsmaterialer eller de bærende



materialer vi bruker etter som det er et rent naturprodukt. Selv om den midlere bæreevne er relativt stor, kan vi på grunn av den spredning som naturen selv gir i egenskapene ikke utnytte mer enn en forholdsvis beskjeden brøkdel av denne middelfasthet i form av tillatte spenninger. På lang sikt er det mulig gjennom bedre skogskjøtsel å høyne treverkets kvalitet både når det gjelder middelfastheten og kanskje særlig når det gjelder spredningen av materialeegenskaper. Dette er en langsom prosess som det tar generasjoner å gjennomføre før det gir praktisk utslag. På kort sikt er det likevel mulig å gjøre nokså mye ved bedre sortering. Det er en viktig forskningsoppgave å klarlegge grunnlaget for rasjonelle og riktige sorteringsregler. Vi kan også oppnå ganske mye ved moderne limteknikk som gjør det mulig å bruke sammen satte eller laminerte konstruksjoner. Sammenlimingen gir en gunstig fordeling av lyter og feil, slik at det sammensatte tverrsnitt får en høyere midlere fasthet og en vesentlig høyere minimumsfasthet. Det er denne minimumsfastheten som egentlig er den avgjørende. I praksis betyr dette 20—40 % høyere tillatte spenninger. I tillegg til dette får vi muligheter for gunstigere tverrsnittsutforminger. Vi har også muligheter for effektiv endeskjøting som reduserer spillprosenten, slik at det i virkeligheten er ganske store muligheter for å utnytte råvaren bedre. Det er opplagt at vi på dette området står foran en ganske sterk utvikling. Limteknikken har i det hele tatt oss noe vesentlig nytt, og jeg tror at vi står foran nødvendigheten av å omvurdere hele trehusbyggingens teknikk og metoder på grunn av dette. Det er forøvrig ikke bare for treprodukter at limteknikken spiller en avgjørende rolle. De moderne limsorter er også i høy grad anvendelig for liming av metall mot metall, tre mot metall, metall mot gummi og mot murmateriale eller f. eks. til liming av murverk istedenfor muring.

Sivilingeniør *Sven D. Svendsen*:

På området murverk kan liming komme til å få en større og større betydning og være en av de årsaker som fører til at vi i fremtiden kan komme til å operere med høyere murverksfastheter. Men vi kan også tenke oss andre muligheter for å øke murverksfastheten. Blant annet vil bedre arbeidsteknikk, f. eks. muring med helt fylte fuger, virke i samme retning. En bedre og strengere kontroll på arbeidsplassen virker i samme retning, og vi kan også tenke oss at det vil komme nye og bedre mørtler. På mørtelfronten har vi i dag en meget interessant utvikling, jeg tenker på de såkalte tørrmørtlene. Disse mørtlene lages på fabrikk eller

mørtelverk, av helt tørre materialer, og så blandes de på arbeidsplassen med vann. Det er klart at når man arbeider på denne måten, så kan man få helt nøyaktige og helt jevne blandingsforhold; man kan arbeide med en sand med nesten ideell kornkurve, og bare denne ene faktoren vil kunne føre til ganske betydelig økning av murverksfastheten.

*Hansen*:

Det kan være grunn til kort å nevne at vi også har enkelte nye materialer, f. eks. aluminium som kan brukes til bærende konstruksjoner. Det er et materiale som er sterkt og lett, men dyrt, så jeg tror ikke det får noen særlig betydning i bygningsindustrien, i hvert fall ikke foreløpig. Aluminium utmerker seg spesielt ved sin letthet, og den har man ikke særlig bruk for i bygningskonstruksjoner. Man kan også nevne plast som et materiale med muligheter.

*Birkeland*:

Av det som er nevnt kan vi trekke den konklusjon at vi kan regne med en sterk økning i materialkvaliteten for de bærende materialer som vi kjenner i dag. Men det ser ikke ut til at det er noen helt epokegjørende nye bærende materialer på trap-pene. Hvorledes er det med plast, gir den noen muligheter?

*Sneck*:

Plastene er en stor materialgruppe, som nettopp nå skal til å begynne sin karriere som byggemateriale. Akkurat som alle andre materialer, har også plastene mindre ønskelige egenskaper, men også mange gode egenskaper. Vi savner for tiden tilstrekkelig informasjon om plastene, og det er derfor med spenning vi venter på det arbeid som f. eks. SBI i Danmark holder på med. Vi vet jo at plast allerede har funnet stor anvendelse innen byggeindustrien. Vi har golvbelegg, rør, sanitærutstyr osv. i plast, og vi har i det siste fått de meget interessante plastmørtler og plastbetong, der bindemidlet er en plast. Disse plastbetonger har naturligvis helt andre egenskaper enn de produkter som er basert på uorganiske bindemidler. Vi holder selv på med en del undersøkelser på dette området, og jeg vet at også Svendsen arbeider med de samme problemene.

*Svendsen*:

Det er jo et forholdsvis spesielt område dette med mørtler, men det er en ganske tydelig tendens også her. Som tilsetningsstoff til mørtler forsøker man å forbedre egenskaper som er svake ved mørtlene på forhånd; man prøver å bedre elastisiteten, hefte-

evnen til underlaget og også diverse andre egenskaper. Det er særlig i forbindelse med avretningsmasse og puss på betonggulv at slike plastinnblendede mørtler kan være aktuelle. Som rene plastmørtler har vi i dag allerede ganske mange overflatebehandlingstyper både for innvendig bruk og nå også mer og mer for utvendig bruk, altså som regulær utvendig puss. På dette området tror jeg at vi kommer til å se svært mange nye ting i årene fremover.

*Granum:*

Det kunne også være morsomt å trekke frem en del av de mer publicity-betonte eksperimenter med hus som er laget helt og holdent av plast fra ytterst til innerst. Jeg tenker særlig på de eksperimenter som Buchminster Fuller holdt på med i Amerika.

Slike prefabrikerte plasthus innebærer vel neppe noen direkte økonomisk realiserbar mulighet for oss, men det er en effektiv demonstrasjon av hva man kan forme og bygge i slike materialer og hvordan nye materialer kan påvirke tilvante begreper om hvordan hus kan se ut. Slike storstilte fantasiprojekter som å spenne plastduk eller plasttak over hele byer eller dalfører — eller i hvert fall over enkel-tomter med soloppvarmede badebassenger på gressplenene midt i snølandskapet — det må vi vel også kanskje regne som mer tvilsomme fremtidsutsikter. Det er ting som er ganske morsomme å fantasere om.

*Hansen:*

Granum har gitt noen framtidsvyer omkring plasthus; men man må også huske at plast har visse dårlige egenskaper, og da tenker jeg særlig på en meget lav elastisitetsmodul. Det er vanskelig i dag å lage en plast som har større elastisitetsmodul enn 100 000, dvs. at det er mykere enn treverk. Det hjelper lite om en kan lage plast med en strekkstyrke som er større enn stålets, fordi de fleste ledd i en konstruksjon er påkjent på trykk. Selvsagt kan man da omgå dette ved å lage konstruksjonene krumme eller dobbeltkrumme, og således øke knekksikkerheten; men jeg tror allikevel at drømmen om superslanke plastkonstruksjoner i fremtiden — den må vi skrinlegge.

*Birkeland:*

Når det gjelder plastene, kan vi si at de har etablert seg på en rekke områder i byggefaget hvor de er kommet for å bli. På en rekke andre områder er de ikke riktig gode nok enda.

*Granum:*

Det gjelder for mange materialer at de er lovende og kanskje står på grensen til å slå igjennom, men

at de enda ikke er bra nok for enkelte egenskapers vedkommende. Som et eksempel på dette vil jeg nevne brannherdige kledningsplater av mineralull som synes å innebære muligheter til å bli et ideelt kledningsmateriale, men som foreløpig ikke er fullt så stive og overflatesterke som vi ønsker. Vi kan kanskje også nevne et annet ønskemateriale, som ingen hittil har greidd å lage, nemlig tilstrekkelig billig fyllmateriale med en viss skjærfasthet og en tilstrekkelig høy skjærmodul til å brukes som innmat i ytbærende konstruksjoner. Vi har jo for eksempel papir honeycomb og andre materialer som har mange av disse egenskapene, men som mangler noe for å være gode nok til å åpne mulighetene for alvor. Vi har hatt en utvikling i to forskjellige hovedretninger, den ene retning karakteriseres av at man prøver å få frem gode, jeg vil nesten kalle det kompromissmaterialer, som forener gode egenskaper både når det gjelder fasthet, isolasjon, overflatestyrke osv. En typisk representant for denne utviklingen er lettbetongen. Den andre retningen karakteriseres av at man bruker sammensatte konstruksjoner hvor hvert materiale overtar sin spesielle funksjon, altså et bæremateriale, et isolasjonsmateriale og et kledningsmateriale, hvor man kan rendyrke materialeegenskapene for hvert enkelt og drive ydeevnen opp på den måten.

Det er vel kanskje særlig utviklingen av billigere isolasjonsmaterialer som har brakt denne utviklingen fram. Ved slike byggemåter spiller det ikke lenger noen særlig rolle om et kledningsmateriale har gode varmeisolerende egenskaper eller ikke. De spesielle isolasjonsmaterialer er allikevel så billige og så gode at det ikke nytter å konkurrere. Derfor er det i dag ikke lenger aktuelt med tykke kledningsmaterialer som i tillegg har en viss isolasjonsevne. Disse hadde tidligere en misjon; men utviklingen gjør at vi i dag kan tenke mer i rene linjer. Vi kan utvikle rene isolasjonsmaterialer og rene kledningsmaterialer hvor en bare behøver å tenke på overflateegenskapene.

*Hansen:*

Man kan si at de moderne isolasjonsmaterialer i dag består av porøse materialer, hvor stillestående luft er isolasjonsmaterialet. Det er klart at her er det da prinsipielt vanskelig å komme videre; den stillestående luft setter en grense for hvor langt man kan komme. Det er kanskje en mulighet i fremtiden å erstatte luften med en eller annen tung gass, slik at man får en enda bedre isolasjon. Da må man selvsagt ha gasstette vegger. Dette er muligens et framtidsvy når det gjelder isolasjonsmaterialer.

*Svendsen:*

Vi kan ikke avslutte dette med materialspørsmålet uten at vi kommer inn på materialenes varighet. Vi må dessverre innrømme at vi vet forholdsvis lite om dette. Det gjelder faktisk ikke bare de nye materialene, men det gjelder også gamle og relativt gjenomprøvede materialer. Vi har nå fått nye påkjenningstyper som vi faktisk ikke kjenner langtidsvirkningen av, som f. eks. økt slitasje på alle områder, nye arter av kjemisk aggresjon, og også nye byggemetoder som fører til nye former for påkjenninger.

Det er av flere grunner uhyre vanskelig og tidkrevende å finne frem til prøvningsmetoder som egner seg for å bestemme varigheten. En av vanskelighetene ligger i tidsfaktoren. Vi kan ikke bruke 50 eller 100 år for å få påkjenninger til å fortelle oss om varigheten; vi er nødt til å løse dette problemet på omtrent like mange dager. Vi er nødt til å bruke forsterkede eller akselererte påkjenninger, og det er vanskelig å legge disse påkjenningene an slik at de blir virkelige og reelle for vedkommende materiale.

Dessuten er antallet av påkjenningstyper stort, og det betyr at vi må bygge både mange apparater og apparater som hver for seg gir en rekke forskjellige påkjenningstyper. Vi må finne frem til en korrekt kombinasjon av alle de påkjenninger som vedkommende materialer kan få. Dette er en av Byggforskningens viktigste oppgaver. Vi er kommet et stykke på vei når det gjelder enkelte typer av materialer og enkelte typer av påkjenninger. Det arbeides mye på dette området, og vi får håpe at vi i de nærmeste årene vil gjøre et godt skritt fremover.

*Sneck:*

Når det gjelder nedbrytningen av materialene, så skjer dette på en rekke måter, og en del av årsakene er rent fysikalske som f. eks. ved isdannelse, slitasje, erosjon. Videre kan den indre strukturen hos et materiale forandres med tiden; det gjelder både mikrostrukturen — f. eks. spaltning av plastmolekyler — og makrostrukturen.

Vi kan se på reaksjonen mellom sement og steinmaterialer. Ved korrosjon skjer ødeleggelsen gjennom en kjemisk reaksjon mellom materialet og dets ytre omgivelser. Vi har altså to faktorer, material og omgivelse. Reaksjonen kan være meget enkel eller meget komplisert; den varierer mellom elektrokjemiske, bakteriologiske og høytemperaturprosesser. Vi har visse tilfeller av korrosjon i Finland hvor det har vært sterke angrep på betongen i våre avløpssystemer; men dette er et særfinnsk problem som ikke er aktuelt i de øvrige nordiske land.

Av almen interesse for byggeindustrien er imidlertid den korrosjon som oppstår mellom metaller og andre byggematerialer. Det eneste som skal til for å sette i gang denne korrosjon, er kontakt mellom materialene luft og vann. I virkeligheten er det vannet som forårsaker korrosjonsprosessen. Dette kan naturligvis føre til store vanskeligheter hvis det skulle forekomme. Derfor ser vi at et materiale kan være helt bestandig i én bygningsdel, mens det samme materiale kan korrodere meget kraftig i en annen bygningsdel.

*Birkeland:*

Det er nettopp materialenes egenskaper i de ferdige konstruksjoner som interesserer oss. Materialer kombineres til konstruksjoner som vi setter sammen til hus. Bedre materialkunnskap setter oss også i stand til å utnytte materialene helt ut. Dette reiser spørsmålet om sikkerheter på en helt annen måte enn før.

*Hansen:*

Vi vet jo alle at størrelsen av sikkerhetsfaktorer og tillatte spenninger ofte er svært utslagsgivende for materialdimensjonene. Man kan si at de tillatte spenninger i dag vesentlig er fastsatt ved skjønn, riktignok et kvalifisert skjønn, korrigert av erfaringer, men dog et skjønn. Derfor har man forsøkt å komme over til et annet grunnlag, og man har da valgt å bruke et statistisk grunnlag, bruke sannsynlighetsregning. Prinsippet er at man antar at det skal være en viss liten sannsynlighet for at bygget skal falle ned. Den er svært liten, men dog en bestemt liten sannsynlighet, og på den basis kan man da regne videre og komme frem til sikkerhetsfaktorer, eller om man vil tillatte spenninger. Og det er i dag faktisk fullt mulig å utføre slike beregninger, selvsagt mangler data osv., men det er fullt mulig.

For å se hva man kommer frem til har jeg da gjort en del beregninger. De er selvsagt foretatt under visse forutsetninger som det ikke er mulig å komme inn på her. For vanlig kamstål er jeg kommet frem til en spenning på 2280. Norsk Standard 427 har 2200 for spenningsklasse 1, altså ikke langt unna. Går jeg over til betong, og tar jeg for meg betong B300 og 10 % fasthetsspredning, kommer jeg til en tillatt trykkspenning på 89 kp/cm<sup>2</sup>. Standarden angir 70 for spenningsklasse 1. Tar jeg for meg betong med 15 % fasthetsspredning, så kommer jeg til en tillatt trykkspenning på 78,5. Her sier standarden 70 kp/cm<sup>2</sup> for spenningsklasse 1 og 55 for spenningsklasse 2. Om denne betongen tilhører klasse 1 eller 2 er da ikke godt å si, det kommer av at standarden kanskje er noe diffus. Ser man på treverk, så har man



også lignende tall der. Der har man 3 sorteringsklasser: T390, T300 og T210. For T390 fant jeg tillatt spenning 140 mot standardens 130, for T300 fant jeg 99 mot standardens 100 og for T210 fant jeg 65 mot standardens 70. Man ser altså at der er ikke store avvikelser.

Den vesentlige fordel ved den nye metoden er at det er mulig å ta hensyn til alle faktorer. Har man god kontroll på byggeplassen, så kan det gjøres om i øket tillatt spenning. Holder man nøyaktige dimensjoner, kan det gjøres om til høyere spenning, og gjør man en nøyaktig beregning kan også det gjøres om i høyere spenning. Man kan altså ta hensyn til faktor for faktor og se hvor mye det utgjør.

En stor mangel ved denne metoden er at man mangler data. Når man bruker skjønn kan man alltid svinge litt på tallene for å få det til å passe. Når man skal regne, må man ha helt nøyaktige tall. Når først tallene er satt inn i formelen, kommer sikkerhetsfaktoren ut uten at skjønnet kan influere i det hele tatt. På dette området bør man sette noe inn. Jeg tror nemlig det ikke er for pretensiøst å si at vi her i Norden står i forreste rekke når det gjelder disse metoder. Vi kan ikke vente på at utlandet skal gå foran og brøyte vei.

#### *Granum:*

Jeg vil gjerne komme inn på en spesiell side ved dette sikkerhetsproblemet som Hansen har snakket om nå, nemlig den sikkerhetsmargin vi er nødt til å innføre på grunn av at vi må regne med visse unøyaktigheter i arbeidsutførelse og i materialeegenskaper, altså det vi med et enkelt ord kunne kalle for «Idiotsikkerheten» eller «den menneskelige skrøpeligheitsfaktor», e.l. Med bedre kontroll og bedre faglige kvalifikasjoner kan materialutnyttelsen økes vesentlig uten at det går ut over sikkerheten. Dette er i virkeligheten et meget omfattende opplærings- og organisasjonsspørsmål som griper langt ut over det teknologiske området som vi diskuterer her. Jeg kan ikke gå nærmere inn på det. Spørsmålet har også noe å gjøre med selve utformingen av konstruksjonene.

De konstruktive systemer vi bruker, er svært ofte utformet med tanke på at deres virkemåte på oversiktlig måte skal kunne beregnes og forutsies. Ofte vil det være slik at mer kompliserte former, statisk mer inlflokte systemer, vil gi muligheter for vesentlige besparelser. Det er vel ikke urimelig å anta at moderne hjelpemidler, som f. eks. elektroniske regnemaskiner, bruk av modellforsøk og forsøk med konstruksjoner i full målestokk, kan gjøre det mulig å beregne og dimensjonere stadig mer kompliserte former med den grad av sikkerhet vi krever for å kunne stole på det. På

denne måten er det rimelig å tro at vi i fremtiden kan, i sterkere grad, gjøre oss bruk av slike mer kompliserte konstruksjoner.

#### *Svendsen:*

Vi har nå fordypet oss en del i spørsmålet om konstruksjonens bæreevne; men jeg tror vi bør huske på at en bygningsdel også har en god del andre funksjoner. Hvis vi f. eks. tar for oss ytterveggen, så skal den selvsagt kunne bære den lasten den får, men samtidig skal den også være tett mot regn; den skal være så tett at ikke vind kan trenge inn og lage ubehagelige lekkasjer eller øke fyringsomkostningene alt for meget, og den skal kunne stå overfor disse samme klimatiske påkjenningene i temmelig lang tid. Veggene må ikke kunne sprekke opp eller åpne seg senere. Varmeisolasjonen må være god og økonomisk riktig, og lydisolasjonen såpass at man ikke blir sjenert unødvendig av støy utenfra. Veggene må være bygget opp slik at det ikke kan trenge vanndamp inn i dem fra innendørs-klima, vanndamp som senere kan kondensere og lage skader inne i selve veggene. Innsiden av veggene må være tilstrekkelig sterk til å kunne klare de påkjenningene som den får fra støt og slag, fra kjemiske angrep osv. Utsiden må tilfredsstillende visse estetiske krav, og da mener jeg ikke bare arkitektoniske krav, men den må også kunne beholde sitt opprinnelige utseende, dvs. unngå skjolder, utblomstringer, malingsavflakking osv. På dette feltet — som er den praktiske anvendelse av den funksjonsanalysen som Birkeland snakket om til å begynne med — foregår det for tiden en stor ekspansjon av vårt kunnskapsområde. Dette skulle føre til at vi etter hvert vil kunne bli i stand til å beregne og dimensjonere våre bygningsdeler minst like sikkert når det gjelder disse andre funksjonene, som vi gjør det i dag når det gjelder de statiske påkjenningene.

#### *Granum:*

Jeg har lyst til å ta opp en av de tingene Svendsen var inne på, nemlig konstruksjonene og materialenes rent estetiske kvalitet. Dette spørsmål er noe vi som byggforskere ikke må glemme. Kvalitet består jo slett ikke bare i styrke, korrosjonsmotstand osv., men i høy grad også av god form, riktig struktur, farge og andre egenskaper som påvirker våre sanser. Vi er i virkeligheten ikke så fattige at vi bare bruker eller er nødt til å bruke det som er mest effektivt. Riktignok er det slik at smak og behag er nokså lunefulle og påvirkelige, slik at de rareste mote- og smaksretninger kan slå igjennom. Kanskje er det også slik at menneskesinnet krever forandring, og at man kanskje kan

læres til å akseptere hva som helst; men det er dog tvilsomt om dette kan kalles kultur. Når det gjelder byggematerialene og ferdigvarene og halvfabrikata for bygningsindustrien, er problemet sett fra produsentens side vel så ofte salget som produksjonen. Forskningen har en viktig funksjon og også et ansvar for å forberede også det salgsmessige klima for gode produkter på tilsvarende måte som man på det teknologiske område gir produsenten en bakgrunn og stimulans til å utvikle materialer og nye metoder.

*Birkeland:*

Er det ikke så at kvalitetskontroll må bli et viktig emne når vi skal utnytte materialene så meget bedre enn før?

*Sneck:*

Jo, i høyeste grad er kvalitetskontroll viktig og blir stadig viktigere. Vi har jo også mange muligheter til kontroll av kvaliteten hos forskjellige materialer og produkter. For det første skal produktet undersøkes av produsenten. Så har man mulighet til å få prøvet materialet ved prøvningsanstalter som arbeider meget for å finne fram til prøvningsmetoder som virkelig gir sikre og holdfaste resultater. Og til slutt har man kontrollinstansen på byggeplassen. Kontrollen på byggeplassen burde være effektiv, kanskje mer effektiv enn den er det i dag de fleste steder. Der må man ha visse enkle metoder for å undersøke de produkter man skal anvende, og man burde dertil også kunne undersøke visse egenskaper som er spesielle for en bestemt byggeplass, f. eks. fuktighetsforholdene og deres innflytelse på materialene. En enkel liten kontroll her vil ofte kunne redde meget.

*Hansen:*

Når det gjelder kvalitetskontroll, må man være klar over hva som er hensikten med kontrollen. Man skal aldri foreta en kontroll for kontrollens skyld, for kontroll koster også penger. Hvis man f. eks. har en betongkontroll, så er hensikten den å minske fasthetsspredningen. Og minsker man fasthetsspredningen, kan man bruke høyere tillatte spenninger. Men skal man få det fulle utbytte av en kvalitetskontroll, så må regelen være slik at man kan utnytte det som er høyere tillatte spenninger, m. a. o. regler og normer må være slik at man kan utnytte kontrollen. Man kan også ha en dimensjonskontroll. Dette er kanskje særlig aktuelt ved elementbygging, og der kommer da kontrollen som en direkte omkostning. Hvis konstruktøren har meget små toleranser, må han betale det i form av høye omkostninger.

*Granum:*

Det er naturlig i denne forbindelse å nevne de muligheter prefabrikasjonen gir for bedre kontroll samt mulighetene for å tilfredsstille sikkerhetskravet, såvel på de styrkemessige som på de funksjonsmessige områder, med mindre materialforbruk enn tradisjonelle konstruksjoner stiller krav om. Prefabrikasjon er ikke egentlig noe nytt i bygningsindustrien; men dens muligheter er av flere grunner mye større i dag enn før. Fordelene ligger ikke minst i at serieproduksjonen på en fabrikk gir vesentlig bedre muligheter for kvalitetskontroll, for nøyaktighet i materialproporsjonering, i mål og formnøyaktighet, uavhengighet av vær og vind og dårlig lys, uheldige arbeidsstillinger, og andre faktorer som lett griper inn på byggeplassen. Hertil kommer de mer effektive verktøy og hjelpemidler man kan bruke.

Serieproduksjonen og systematiseringen gir også økonomisk mulighet for å bruke vanskeligere, men mer effektive former. Som eksempel kan vi jo bare tenke på noe slikt som HP-skall i spennbetong eller laminerte trebjelker som kan formes etter påkjenningenes forløp. En ytterligere fordel er at det gir bedre herredømme over produktkvaliteten og kan oppnås med et mer beskjedent krav til kunnskaper og ferdigheter, fagdyktighet når det gjelder arbeidskraften. Spesialiseringen og serieproduksjonen forenkler opplæringsspørsmålet, og fagdyktigheten kan konsentreres mer. Det kunne også være fristende å gå litt inn på en del av de mange forutsetninger en utstrakt prefabrikasjon gir eller må skape som modul-dimensjonering, standardisering, opplæring av prosjekteringspersonalet osv.

*Birkeland:*

Det er meget i denne rundbordskonferansen som vi har måttet utelate. Vi har f. eks. ikke kunnet komme inn på slike spørsmål som overflatefinish, innredning og utstyr. Det er ikke tvil om at vi også på disse områdene står oppe i rik utvikling, og det kommer til å skje meget i årene som kommer. Det samme gjelder alle installasjonene i et hus som etter hvert utgjør en større og større del av hele bygget, rent økonomisk sett.

Skal jeg kort oppsummere mitt inntrykk, så må jeg si at vi står overfor en rekke meget fristende muligheter både når det gjelder forbedring av eksisterende materialer, utvikling av nye materialer og utvikling av nye konstruksjonsmuligheter. Vi er like ved å kunne få til på en del punkter virkelig epokegjørende nyskapninger. Med en fortsatt forskningsinnsats kan vi vel håpe på at det skal lykkes oss å få til en fortsatt rik utvikling på dette området.

# Fremtidens produksjonsteknikk

Av sivilingeniør Reidar Hugsted



Sivilingeniør *Reidar Hugsted*, f. 28.3 1931. Eksamen fra NTH, bygningsteknisk linje, i 1954. Arbeidet i 1955 i Forsvarets Bygningstekniske Korps, Horten. Tilknyttet Norges byggforskningsinstitutt siden begynnelsen av 1956, i den produksjonstekniske afdeling. Stipendieopphold ved NTH.

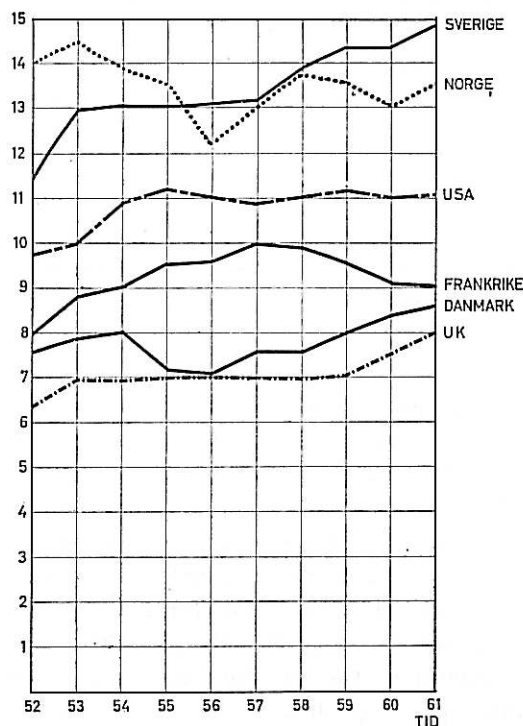
## 1. Bakgrunn

Bakgrunnen for en vurdering av den fremtidige produksjonsteknikk i bygge- og anleggsindustrien er selvfølgelig det fremtidige behov for bygg og anlegg av ulike slag. De fleste har en følelse av at dette behovet er stort. Vi planlegger og arbeider ut fra forventningen om en vekstøkonomi med en gjennomsnittlig vekstrate på ca. 3 %. Det høres kanskje ikke så meget ut, men det betyr faktisk en fordobling av produksjonen på 25 år, og en stigning på 35 % over en 10-årsperiode.

I de 10 år som er gått har det vært en stor aktivitet og beskjeftigelse i bygge- og anleggsindustrien. *Fig. 1* viser investeringer i bygg og anlegg i prosent av brutto nasjonalprodukt i en del land. Av de land som det faller naturlig å sammenligne oss med er det faktisk bare Sverige som bruker mer på dette område enn oss sett i forhold til nasjonalproduktet. Dette betyr mer konkret at vi i 1962 investerte ca. 7½ milliard kroner i bygg og anlegg. Disse penger brukes på et stort område. Forretningsbygg og boliger er samlet det største og utgjør ca. 2½ milliard i bruttoinvestering; i tillegg kommer da investeringer i veier, kraftanlegg, havner, industribygg osv.

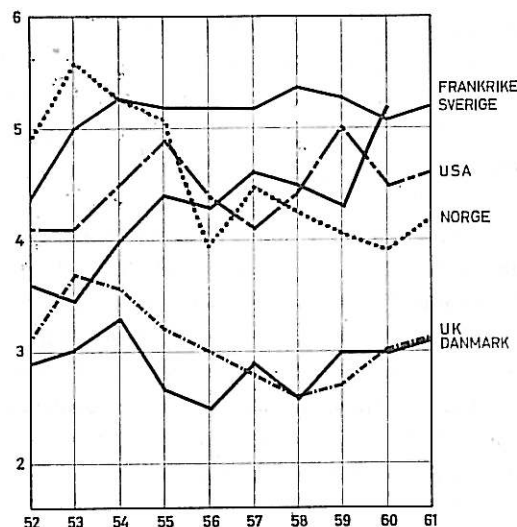
Ser vi på boligsektoren alene ligger vi ikke så høyt. *Fig. 2* viser investeringer i boliger i prosent av brutto nasjonalprodukt for en del land. Mens vi i begynnelsen av 10-årsperioden brukte svært meget relativt sett til boliginvesteringer, har det vært en avslakking mot slutten av perioden. Andre land har hatt en markert økning.

Ser vi på antallet leiligheter som er bygd — og



*Fig. 1.* Investeringer i bygg og anlegg i % av brutto nasjonalprodukt.

la oss da holde oss til Norden — blir bildet for vårt land det som alle kjenner, *fig. 2*, nemlig en markert pukkel i begynnelsen av perioden og stabilitet på nivået 26—27 tusen leiligheter i de senere år. Til tross for at det relativt sett er satset noe mindre penger på dette felt har det altså lyktes å holde



*Fig. 2.* Investeringer i boliger i % av brutto nasjonalprodukt.



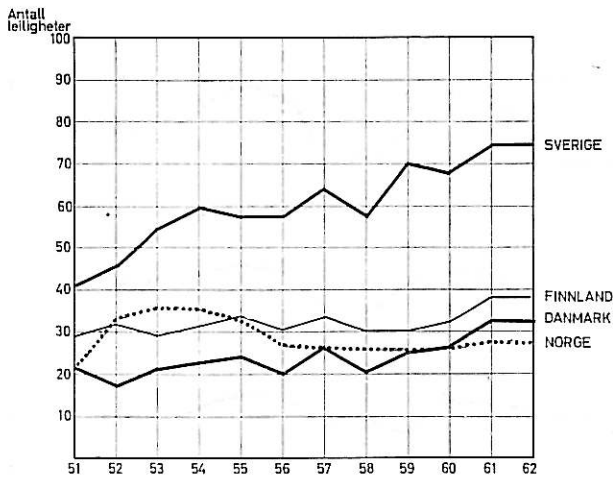


Fig. 3. Nybygde leiligheter i absolutte tall.

produksjonen oppe, hvilket tyder på en viss produktivitetsforbedring. Av diagrammene ser det ut til at produktivitetsforbedringen i Sverige har vært mer markant.

Vi kan registrere den utvikling som har vært på visse områder. Det som er relevant er imidlertid den fremtidige utvikling og de krav som dermed stilles til de som utfører produksjonen i bygg og anlegg. Hvilke fundamentale problemer må industrien løse og hvordan kan dette skje?

Bruker vi boligsektoren som utgangspunkt kan det ikke være tvil om at sett over noen år må vi få en øking av produksjonsvolumet. Befolknings-tilvekst og innflyttingen til byer og tettbygde strøk tilsier en jevn øking av produksjonsvolumet. At dette fører med seg utbygging også på andre områder er selvsagt. Bygge- og anleggsindustrien må belage seg på et økende produksjonsvolum i kommende år.

I dag har man følelsen av at forholdene i denne industri når det gjelder kapasitetsutnyttelse er spendt til bristepunktet. Hvordan kan man så øke kapasiteten og samtidig oppnå en forventet produktivitetsforbedring som minst bør være på høyde med den i annen industri? Selv om øket byggevirk-somhet krever større ressurser er det samtidig klart at industrien selv må fremskaffe en produktivitetsforbedring.

## 2. Forutsetninger

De forutsetninger som må oppfylles for å oppnå et øket produksjonsvolum ligger delvis utenfor industrien. De ligger på det politiske plan, på det administrative plan, og på det teknisk-økonomiske plan. Bare det å fremme en byggesak er en ytterst komplisert affære. Den skal behandles i en rekke offentlige instanser som hver især skal passe på at

visse betingelser og spesialkrav må tilfredsstilles forat byggingen skal komme i gang.

Begrenser vi problemstillingen til industrien — produsentene — så vet vi at for å bygge trengs følgende ting:

1. Kapital.
2. Arbeidskraft.
3. Materialer.
4. Administrasjon.

Vi forutsetter da at den primære produksjons-faktor byggegrunn, kan skaffes til veie ved pas-sende stimulerende midler. Før vi behandler punk-tene over kan det være grunn til å nevne litt om den nåværende firmastruktur. Vi har hos oss ca. 180 entreprenørbedrifter med totalt ca. 14 500 an-satte og hvor antall ansatte varierer fra noen 10-talls mann og opp til et par tusen. Jeg vil anslå tal-let på håndverksbedrifter i byggevirk-somheten til ca. 7000 og i tillegg kommer da de 15—16 tusen som driver uten leiet hjelp.

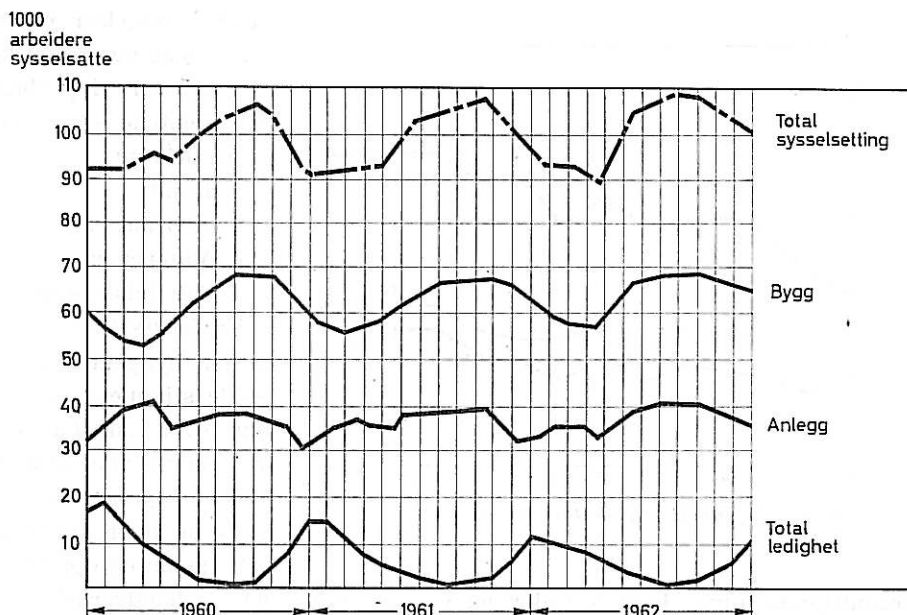
Bygningsindustrien er i dag småbedriftenes in-dustri. Når man har diskutert disse problemer i andre land, har en stort sett kommet til følgende konklusjoner: Den fremtidige bedriftsstruktur vil utvikle seg slik at enkelte bedrifter vil bli store og overta en større markedsandel enn tidligere. For-delen ved store bedrifter er at de kan etablere en effektiv administrasjon med spesialinnsikt på det tekniske og merkantile område. Dette gjør det mulig å utnytte ressursene mer effektivt. Småbe-driftene vil bestå fordi de fortsatt vil høste fordelene av direkte ledelse og kontroll. De middelstore vil lett falle mellom to stoler. Det er hevet over enhver tvil at småbedriftene vil bestå hos oss, og det er også sannsynlig at vi vil se en konsentrasjon om større enheter innen visse områder. En innvirk-ning på bedriftsstrukturen har også den nåværende faginn-deling og håndverksregulering.

## 3. Arbeidskraften

I 1962 var det gjennomsnittlig beskjeftiget 63 000 lønsmottakere i bygge- og 37 500 i anleggsindu-strien. I 10-årsperioden 53—62 var middeltallene for respektive bransjer 61 000 og 38 500. Av lan-dets vel 1 mill. arbeidstakere beskjeftiger bygg og anlegg ca. 10 %.

Som alle vet har vi sesongsvingninger. Fig. 4 viser situasjonen de siste 3 år. Jeg tror man kan trekke følgende konklusjon av dette bilde: Ved en total toppbeskjeftigelse på ca. 110 000 mann i bygg og anlegg i sommermånedene er det en registrert ledighet på under 1000. I høysesongen er følgelig arbeidsmarkedet for bygg og anlegg skrappt helt til bunns. Om vinteren kan ledigheten maksi-malt gå opp i 12—15 tusen mann. Når man tenker

Fig. 4. Beskjeftigelse og ledighet i bygg og anlegg i årene 1960—1962.



på de betingelser vi har om vinteren, må vi kunne si at vi mestrer vinterbyggingen bra. Det kan kanskje gjøres enda bedre, og det er jo verdt å merke seg at vi i vinterledigheten har en viss arbeidsreserve.

Arbeidsdirektoratet gjorde i 1961 en undersøkelse av ledigheten blant bygningsarbeidere. Av denne kunne man trekke følgende konklusjoner: Ledigheten om vinteren er først og fremst et problem i strøk med spredt bosetting, hvor den kan gå opp i 30 %. Det er altså snakk om — iallfall delvis — et distriktsproblem. For de som blir ledige er ulempene relativt store fordi varigheten er lang. Fig. 5 viser aldersfordelingen for bygningsarbeiderne. Denne fordeling gjelder for alle arbeidere og viser at ca. 40 % er over 50 år. Det ligger nær å tro når man ser på fordelingen at det i den kommende 10-årsperiode må skje en betydelig rekruttering forat arbeidsstokken skal holde seg på det nåværende nivå.

Hva så med utviklingen fremover og behovet for rekruttering? Fra 1961—70 er det beregnet en total tilgang på arbeidskraft på ca. 92 000 mann, mens behovet er beregnet til 120—150 tusen i

samme periode. Man kan ikke vente at bygge- og anleggsindustrien skal få noen rimelig andel av tilgangen uten spesielle tiltak for rekruttering og opplæring.

I 1962 ble det inngått totalt 275 nye lærekontrakter i byggeindustriens håndverksfag. De samme fag har en total beskjeftigelse på ca. 40 tusen mann. Nå sier jo ikke antallet kontrakter noe om hva disse fagene er blitt tilført av ny arbeidskraft, men de sier kanskje noe om interessen blant den ungdom som vil lære noe i de samme fag.

Det er ikke tilstrekkelig at byggefagene gir muligheter for god fortjeneste. Det må sikres jevn beskjeftigelse, sikker beskjeftigelse og gode arbeidsforhold. Av stor betydning er det å eliminere tungt og smussig arbeid. Bedre enn før må arbeidet tilpasses yrkesutøveren — ikke omvendt.

Jeg tror vi her — som i mange andre land — må belage oss på at en produksjonsøking i byggefagene må skje uten noen øking i arbeidsstokken, ja, kanskje med et mindre antall mann enn det som brukes i dag. Kort sagt, om 10 år må 60 000 mann produsere minst 30 % mer enn i dag. Organisering av en systematisk rekruttering og opplæring er en oppgave som ligger utenfor Byggeforskningsinstituttets arbeidsområde. Metoder og teknikk som brukes for å oppnå en god husholdning med arbeidskraften ligger innenfor instituttets arbeidsområde. Det gjelder planlegging og organisering av arbeidet, utvikling av arbeidsbesparende metoder, arbeidsstudier og rasjonalisering.

Arbeidskrafttilgangen og kravet om økende produksjonsvolum gir bakgrunnen for bygge- og anleggsindustriens stilling i dag. La oss se litt på hvilke muligheter og midler industrien kan bruke for å løse oppgavene.

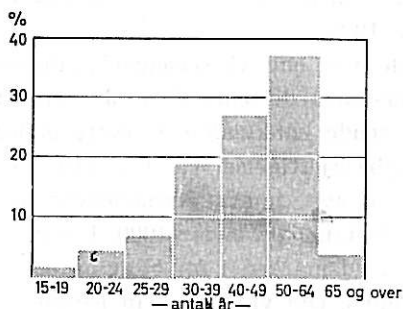


Fig. 5. Aldersfordeling blant bygningsarbeidere.

### 3. Mekaniseringen

En viktig faktor for øket arbeidsproduktivitet er mekanisering, dvs. erstatning av manuelle arbeidsmetoder med maskinelle metoder. I anleggssektoren har denne utvikling vært i gang lenge og er antagelig hovedgrunnen til at industrien har kunnet øke sitt produksjonsvolum med et minskende antall arbeidere. Grunnlaget for mekaniseringen er stigende arbeidslønninger sammen med utviklingen på det maskin-tekniske område. Resultatet av dette er en øking av det arbeidsområde hvor mekanisering er lønnsomt. Utviklingen i anleggsindustrien blir påskyndet av økingen i størrelsen på de enkelte jobber. For 10 år siden ble fyllingsdammer på  $\frac{1}{2}$  mill. m<sup>3</sup> betraktet som store, i dag bygges dammer med volum på 2 mill. m<sup>3</sup>. En annen viktig faktor er den forbedring og spesialisering av maskiner som foregår.

Mekaniseringen og opprettholdelsen av maskin-kapasiteten i bygge- og anleggsindustrien reiser — ved siden av de rent finansieringsmessige problemer, en rekke teknisk-økonomiske problemer, som f. eks. hvilke av flere forskjellige typer maskiner skal settes på en viss jobb? Hvordan skal maskinene utnyttes og anvendes, og hvorledes skal vedlikeholdet organiseres? Når skal gamle maskiner utrangeres og nye anskaffes? På hvilke områder skal det mekaniseres? Det er mange slike problemer, og enkelte av dem kan forskningen bidra med løsninger eller delløsninger på.

I anleggsindustrien og kanskje enda mer i byggingindustrien — som beskjeftiger fler folk og hvor mekaniseringen ikke er kommet så langt, er mekaniseringen også et viktig ledd i arbeidet med å holde på og knytte til seg arbeidskraft. Fig. 6 viser hvordan arbeidsevnen avtar med økende alder. Den er på topp i 25-årsalderen og ligger på ca. 80 % ved 50 års alder. Dette illustrerer nødvendigheten av en fornuftig mekanisering, idet vi vet at en stor del av arbeidsstokken er over 50 år. Det er for øvrig selvsagt at anskaffelse og bruk av maskiner har andre aspekter enn de rent teknisk-økonomiske.

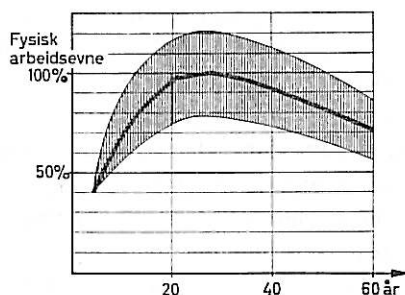


Fig. 6. Avhengighet mellom alder og fysisk arbeidsevne.

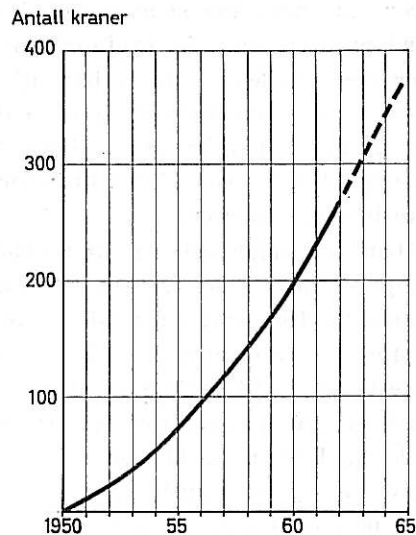


Fig. 7. Antall tårnsvingkraner i Norge.

Utviklingen i transportmekanisering kan illustreres på fig. 7, som viser utviklingen når det gjelder antall mobile og stasjonære tårnsvingkraner hos oss. Siden gravemaskinen for alvor ble tatt i bruk er det vel knapt noen maskin som har hatt og vil få større innvirkning på arbeidet på våre byggeplasser.

Det er sannsynlig at utviklingen når det gjelder kraner vil fortsette. I Sverige var antallet kraner i 1962 oppe i totalt 1300. Selv om kranen er et viktig redskap for transportrasjonalisering på byggene må den suppleres med andre maskiner og håndverktøy. I arbeidet med utvikling av nye materialer må en ikke glemme at disse skal monteres, blandes, støpes, sprøytes, pusses, transporteres, kort sagt gjennomgå en eller som regel flere av de arbeidsprosesser som forekommer på byggeplassen. Det er en del av materialutviklingen å utarbeide arbeidsmetoder, maskiner og utstyr som er nødvendige for å bruke materialene på byggeplassen. Kostnaden for og arbeidet med dette er en del av produktutviklingen. Tross alt er mekaniseringen bare en av flere veier som fører til øket produktivitet. Mange arbeidsoperasjoner — kanskje særlig innredningsarbeider — ligger utenfor det område som kan mekaniseres, men det finnes andre muligheter.

### 4. Prefabrikering

Tanken bak prefabrikeringen er å overføre tilvirkningen — produksjonen — fra byggeplass til fabrikk. Dette er jo en gammel foreteelse for en rekke av de saker som skal inn i våre bygg; vinduer, dører, kjøkkeninnredninger osv. Tanken om et prefabrikkert hus betyr imidlertid at alle eller en vesentlig del av huset inklusiv bærende deler lages av prefabrikerte elementer.



Jeg tror ikke man kan si at Norge hører til et pionérland på dette område. Prefabrikering av boligblokker gjennom lengre tid er bare gjort av ett firma — nemlig Ungdomsbygg, som på dette område har gjort en pionérinnsats. Siden 1954 har Ungdomsbygg bygget ca. 2400 leiligheter av prefabrikerte betongelementer.

Ser vi bort fra Ungdomsbygg har problemet, prefabrikering av hus, i den senere tid konsentrert seg om småhus. Her er det for tiden mange systemer og stor interesse, men noe gjennombrudd for prefabrikerte småhus har ikke skjedd.

De tilfelle vi har hatt av prefabrikerte boligblokker i Oslo og Bergen og bruken av prefabrikerte yttervegger på forretningsbygg er alt sammen eksempler på konstruksjoner som er tilrettelagt og produsert på bestilling for hvert enkelt prosjekt. Det er altså ikke spørsmål om industriell produksjon på det åpne marked med etterfølgende lagring og distribusjon. Ett av problemene ved både den sistnevnte og førstnevnte produksjonsform er jo nettopp problemene med et tilstrekkelig marked og/eller en økonomisk serielengde. På prosjekter hos oss har det vært antydning at 300 leiligheter skulle gi en tilstrekkelig serielengde.

Når det gjelder prefabrikerte småhus av tre, kan man spørre om de arbeidsmetoder som kan tillempe på fabrikk teknisk sett vil være overlegne overfor et konvensjonelt bygget hus. I USA besvares dette spørsmål med et betinget nei. Enhver kan prefabrikere småhus i et skur i bakgården, men det gir ingen særlige fordeler fremfor organisert seriebygging på byggeplassen.

Det er å håpe at de som vil produsere småhus på fabrikk greier å løse sine problemer, for det er klart at den konkurranse en slik produksjon gir den konvensjonelle boligbyggingen må hilses velkommen. Og ser vi på småhusene totalt er det videre klart at her har vi det virkelig store marked nasjonalt. I praksis har vi imidlertid en rekke geografisk adskilte del-markeder, idet transportkostnadene fra fabrikk vil begrense det område produksjonen er økonomisk konkurransedyktig. Det er imidlertid verdt å merke seg at hos oss bygges vel 50 % av boligene i frittliggende eneboliger, dvs. totalt ca. 14 000 enheter. Av vår totale boligbygging på ca. 28 000 enheter har ca. 70 %, dvs. nesten 20 000, private byggherrer som selv organiserer byggingen. En meget stor del er frittliggende eneboliger eller en eller annen type tomannsbolig. Den dag småhusfabrikantene kan levere boliger som pris- og kvalitetsmessig kan konkurrere med de vanlige bygde typehus av husbankstandard, burde de ha et marked tilstrekkelig til å sikre en kontinuerlig drift.

## 5. Planlegging

Med planleggingen tenker jeg her på hva vi kan kalle den produksjonstekniske planlegging, dvs. den måte de som bygger forbereder arbeidet, planlegger bruken og utnyttelsen av sine produksjonsressurser og kontrollerer gjennomføringen av produksjonen.

Det store problem her er at prosjektering og produksjon i de fleste tilfelle er delt på to adskilte instanser. For å rette på dette har følgende løsninger vært diskutert:

1. Produsenten overtar produktutformingen via egne ansatte eller engasjerte folk. Ferdighusfabrikantene kommer nær en slik løsning. Den brukes også av en del entreprenørfirmaer.
2. Et organisert samarbeid etableres i prosjekteringsteam, hvor representanter for produksjonen deltar på like fot med andre prosjekterende. Eksempel har vi på Oppsal, OBOS-prosjektet Solhøgda Borettslag.
3. Prosjekteringen organiseres som hittil, men de prosjekterende opplæres til å ta hensyn til produksjonen ved prosjekteringen. Den siste løsningen er delvis et spørsmål om utbygging av informasjon mellom de ulike instanser, og delvis et spørsmål om en form for prosjektering m. h. t. tegninger o. l. som er tilpasset produksjonens krav.

Nå har enkelte villet se en motsetning mellom konsumentinteressene og de krav produksjonsteknikken stiller. Man har lansert slagordet «konsumpsjonstilpasset prosjektering» som en motsetning til «produksjonstilpasset prosjektering». Når produksjonen krever lange serier for å produsere økonomisk kan dette f. eks. føre til monotoni og uniformitet. Et svar på dette er levert av svenske boligforskere som har undersøkt 28 forskjellige løsninger av én og samme leilighetstype. Av disse kunne man skille ut én som var konsumpsjonsmessig best. Kunne man konsentrere produksjonen om én løsning, burde dette også medføre produksjonsøkonomiske fordeler. Problemet med monotoni og uniformitet er vel forøvrig i stor grad et spørsmål om miljø og byplankvalitet.

Spørsmålet om et bedre samarbeid mellom prosjektering og produksjon er hos oss enda uløst fordi de fleste — og det gjelder begge parter — ikke konkret vet hvilke fordeler de kan oppnå. Mange på produksjonssiden hevder at om de bare fikk et fullstendig gjennomarbeidet prosjektmateriale så ville problemet langt på vei være løst. Med en bedre prosjektering må imidlertid produsentene tilby konkrete økonomiske fordeler. Ser vi på produksjonen — tilvirkningen — på våre bygg og anlegg, tror jeg vi produksjonsteknisk kan skille mel-



De mer konvensjonelle boligbyggere kan svare på dette ved å systematisere og utvikle sine konstruksjoner på basis av tradisjonelle metoder.

På enkelte områder har vi jo i dag allerede en viss spesialisering f. eks. på boligblokker med innvendig bærende tverrgående betongvegger. Stålforskaling og krandrift representerer her tilløp til en systematisk produksjonsteknikk som også bør kunne utvides til kjeller, grunnarbeider og innrednings- og finish-arbeider.

På det store felt som småhusbyggingen er ser vi som nevnt visse tilløp, men det kan ikke være tvil om at det på dette område står meget igjen. Dette henger blant annet sammen med bransjens struktur. En rasjonelt opplagt småhusbygging krever — akkurat som elementbygging — en viss serielengde. Produsentene må på sin side tilby konsumentene fordeler i form av lavere priser og/eller høyere standard. Greier de dette betyr det at den individuelt planlagte og bygde enebolig i fremtiden kun vil være aktuell for et fåtall byggherrer.

En av de produksjonstekniske fordeler ved systembygging er å utnytte gjentakelsesmomentet, dvs. den fordel man har av at like arbeidsoperasjoner gjentar seg. Undersøkelser har vist — *fig. 10* — at dette har stor betydning for en minskning av arbeidsinnsatsen på byggene.

Systembygging synes også å være en brukbar metode å tilføre de prosjekterende generell og spesiell innsikt i produksjonsteknikk. Det gir entreprenøren muligheter til en mer detaljert økonomisk analyse av produksjonskostnadene og et utgangspunkt for økonomisk vurdering av alternative metoder.

NBI arbeider for tiden med en undersøkelse av småhusbygging. Vi håper gjennom denne undersøkelse å bidra litt til en bedre forståelse av at planlegging og utvikling av produksjonsteknikken sammen med en bedre koordinering av prosjektering og utførelse ikke er noe som nødvendigvis

forutsetter betongelementer, kraner og serieproduserte boligblokker.

## 7. Konklusjon

Jeg har på bakgrunn av utviklingen og den situasjon vi befinner oss i forsøkt å antyde litt om den fremtidige utvikling på produksjonsområdet i bygge- og anleggsindustrien med hovedvekten lagt på husbygging.

Bakgrunnen for vår fremtidige innsats på dette område er behovet for bygg og anlegg og knapphet på arbeidskraft. Jeg vil våge den påstand at bygningsindustrien og anleggsindustrien vil være heldig stillet om den om 10 år har en like stor arbeidsstokk som i dag. Samtidig må det med denne arbeidsstokk produseres minst 30 % mer enn nå. På mange områder kan en bedre arbeidsproduktivitet oppnås gjennom fortsatt mekanisering og bruk av nye og mer effektive maskiner. Industrien blir ved økende mekanisering stillet overfor kravet om god utnyttelse av maskinene og dermed bedre planlegging av produksjonen.

Arbeidskraftsituasjonen betyr også at det må legges større vekt på planlegging og organisering av arbeidet. Ved hjelp av arbeidsstudier og rasjonaliseringsteknikk må det innen firmaene utarbeides arbeidsbesparende metoder.

Prefabrikeringen er kommet for å bli, men vil stort sett bli å betrakte som et supplement og incitament til mer konvensjonelle byggemetoder. Det er godt mulig at våre markedsforhold for småhus ligger til rette for en økende prefabrikering på dette område. I så fall må slike hus kunne konkurrere med våre vanlige eneboliger av Husbankstandard.

En bedre planlegging av produksjonen blir en nødvendighet. Produksjonsbedriftene må ta initiativet til dette uten å vente på en bedre prosjektering og planlegging fra andre instanser. Kravene fra produksjonssiden kan derved konkretiseres samtidig som produksjonsbedriftene må kunne tilby fordeler i kvaliteter og priser der kravene blir oppfylt.

Det er grunn til å tro at en stor del av vår bygging fortsatt blir basert på tradisjonelle metoder, men disse må utvikles til systemer. Resultatet av dette bør bli fleksible byggesystemer som tillater bruk av prefabrikerte elementer og bygningsdeler som produseres på det åpne marked som lagervare.

Byggforskningen har arbeidet en god del med planleggingsproblemet, delvis på oppdragsbasis for enkelte firmaer. Erfaringene fra denne virksomheten er først og fremst kommet bransjen til gode gjennom kurser og foredrag. Vi kommer til å fortsette arbeidet på dette felt, og jeg tror ikke det er noen mangel på problemer.

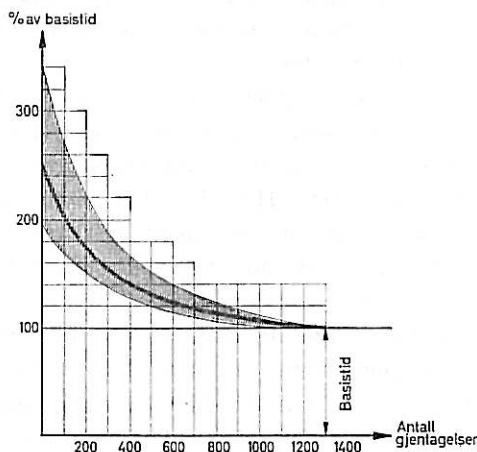


Fig. 10. Arbeidstiden minsker med antall gjentakelser.



# Bruk av computer i byggefaget åpner store muligheter

Av sivilingeniør Aamund Fjøsne

I arbeidet med tekniske oppgaver og problemer har alltid rask og pålitelig tallbehandling vært en avgjørende faktor. Det er derfor naturlig at de hjelpemidler som til enhver tid har vært tilgjengelige på tallbehandlingsområdet er blitt benyttet av den tekniske stab. Det er også naturlig at metodikken for løsning av tekniske oppgaver blir tilpasset de muligheter for rask og effektiv tallbehandling som står til rådighet.

Regnestaven har frem til de siste decenniene vært teknikerenes viktigste hjelpemiddel på dette området, og hele vår skoloring og tenkemåte bærer preg av det. Tekniske formler forsøkes alltid gitt logaritmisk form. Hvor dette ikke kan oppnås innenfor rimelige feilmarginer, utarbeides tabellverker eller kurver over hjelpedata som kan anvendes i enkle formler egnet for utregning med regnestav.

Det er blitt sagt ironisk at «enhver formel som er over én tomme lang, er teknisk uanvendelig». Etter min mening behøver man slett ikke legge noen ironi i dette. Den som er engasjert i det praktiske arbeidsliv må bruke metoder som er raske og sikre fordi arbeidet alltid foregår med tidsnød.

I den senere tid har staven fått en konkurrent i bordregnemaskinen. Fordelen med denne er først og fremst at den gir større nøyaktighet. Ved bruk av regnestav kan man bare med noenlunde sikkerhet bestemme det tredje siffer, mens bordregnemaskinen kan gi både seks og syv sikre sifre. Introduksjonen av bordregnemaskinen har ført til omlegging av regnemetodikken på mange områder, bl. a. fordi man ikke i samme grad som tidligere behøver å være redd for differanser av større tall der sifre etter de første blir utslagsgivende.

## Computeren automatiserer tallbehandlingen

Det siste hjelpemiddel på området tallbehandling er de elektroniske regneanlegg — eller computere, som de nå ofte kalles. Computerregning bryter radikalt med vår tilvante måte å behandle numeriske oppgaver på. Det er kanskje særlig grunn til å fremheve tre spesielle

forhold ved computerregningen for å belyse dette.

Det første er at mens man ved bruk av andre hjelpemidler må styre regneprosessen fra trinn til trinn og sette inn de tallene som skal brukes for hvert beregningstrinn, så er dette ikke tilfelle ved computerregning. Sammen med utgangsdata for beregningen mates nemlig også inn et regneprogram for hele regneprosessen, og computeren kjører så gjennom hele regneprosessen og gir resultatene uten videre påvirkning. Dersom man skulle bruke en sammenligning fra annen produksjon, kunne man si at de tidligere hjelpemidler er hensiktsmessige verktøy i tallbehandlingsarbeidet, men computeren er full automatisering av tallbehandlingen.

Det andre er at regnekapasiteten for moderne computere er så enorm. En rask computer kan på en times tid etter at program og utgangsdata er innlest kjøre igjennom et så omfattende regneprogram at det ville kreve flere beregnere mange år for å komme igjennom det samme regneprogrammet. Dette forhold slår naturligvis tilbake på regnemetodikken, idet man ikke lenger er så engstelig for omfattende tallbehandling bare den kan systematiseres på grei måte for computer.

Det tredje forhold som det kan være verdt å feste oppmerksomheten på, fordi det gir metodikken ved computerregning sitt særpreg, er at regneprogrammene kan forsynes med alternative valg for det videre forløp av beregningen avhengig av de resultater som er utregnet. Vi kan f. eks. lage et program for å beregne påkjenningsene i en konstruksjon ut fra gitte dimensjoner og så hekte på en ordre, betinget av at disse spenningene faller utenfor et normalt område, om å justere dimensjonene i forhold til de opptredende spenninger og gjenta beregningen. Beregningen vil da bli gjengitt med justerte dimensjoner inntil spenningene faller innenfor det normale området, og så blir dimensjoner og påkjenninger skrevet ut.

Det er slike spesielle særtrekk ved computerregningen det siktes til når computeren omtales som en tenkende maskin. At computeren skulle

være noe tenkende vesen, er naturligvis bare talemåter. Den gjør bare det som oppfinnsomme programmerere har funnet på å legge inn i regneprogrammet, og den følger dette programmet absolutt konsekvent og absolutt kritikkløst uten hensyn til hva som er ment eller tenkt. Det er derfor betegnende som en noe irritert programmerer sa da programmet ikke ville virke på grunn av en ubetydelig formell feil: «Det er sagt at computeren skal ha et intelligensnivå på høyde med meitemarken, men dette må være en kolossal overdrivelse.»

La oss likevel erkjenne at som hjelpemiddel for tallbehandlingen betyr computeren en total revolusjon, en åpning av muligheter med slik rekkevidde at all tidligere utvikling på dette området stilles i skyggen for den utvikling vi står foran og tildels er oppe i.

Mot denne bakgrunn kan det kanskje være grunn til å filosofere litt over hva som vil være «teknisk anvendelige formler» i fremtiden. Holder vi oss til computerregning, er det lett å gi et svar. «Teknisk anvendelig» er alle regneprosedyrer som det er greit å lage computerprogram for, spesielt slike som det allerede finnes et ferdig generelt program for, slik at det som står tilbake bare er å angi spesielle utgangsdata for beregningen i svar med programmets konvensjoner.

Ved regnesentre og universiteter over hele verden sitter det i dag toppkvalifiserte matematikere og programmerere og lager stadig nye og bedre programmer for beregning og databehandling, slik at programbankene vokser fra måned til måned, og ingen enkelt person lenger makter å holde seg à jour med hva som er «teknisk anvendelig», bortsett fra sitt eget spesialfelt.

Computeren arbeider med et entydig signalsystem bygget opp på det binære tallsystem, dvs. at hvert signal består av et enten — eller. Slike signaler kan registreres på hullkort eller hullremser ved at det i bestemte posisjoner enten er eller ikke er et hull. De kan registreres på magnetbånd ved at det i bestemte posisjoner enten er eller ikke er en nordpol. De kan overføres

som strømimpulser gjennom kabler over lange distanser, osv.

For å få et tilstrekkelig antall forskjellige symboler må man arbeide med grupper av disse grunnsymbolene. I et åtte-kanalsystem vil man f. eks. dra sammen åtte og åtte posisjoner til et symbol, hvor det da er mulig å skille mellom 256 forskjellige betydninger av dette symbolet, tilstrekkelig til bl. a. å styre en fulltastet skrivemaskin.

Fordi computeren arbeider med sitt eget symbolsprog må regneprogram og utgangsdata for beregningen oversettes til dens eget sprog, dvs. registreres etter bestemte konvensjoner på en hullremse eller et magnetbånd før computeren kan starte beregningen.

Et komplett maskinregneprogram representerer i almindelighet en temmelig omfattende serie av maskinordrer, som krever mye arbeid og omtenkksomhet for å bli riktig og pålitelig. Moderne computere organiserer imidlertid selv sine egne maskinprogrammer etter gjennomprøvede prinsipper når beregningsgangen angis etter bestemte konvensjoner, som ligner mye på den form vi er vant til å benytte i matematikken. Å lære disse lettkodnings-systemene som:

Algol — universelt, internasjonalt lettkodningssystem,

Fortrain — spesielt for tekniske beregninger, og

Kobol — spesielt for merkantil automasjon,

krever ikke særlig stor innsats for dem som på forhånd har noe matematisk skoloring. Et par ukers kurs supplert med litt praktisk øvelse vil sette folk istand til å formulere sine egne programmer og også å kjøre dem på computer, dersom det bys anledning til det. Dermed skal det ikke være sagt at man blir noen habil programmerer, men man blir istand til å formulere og nyanse regneprogrammer på sitt eget spesialfelt og også lese og vurdere programmer som andre har formulert i lettkodningssystemer på de samme områder.

Når regneprogram og utgangsdata for beregningen er innlest i computerens hurtighukommelse, trer regneautomaten i funksjon. Den henter frem data og ordrer fra hurtighukommelsen og lagrer resultatene tilbake inntil regneprosessen er gjennomført. Resultatene blir matet ut på en hullremse eller et magnetbånd i slik form at mag-

netbåndet eller hullremsen anvendt på en automatisk skriver, gir de tabeller m. m. som programmet anviser som resultatet av regneprosessen.

Ved telexforbindelser kan gjerne computeren direkte betjene kunder som bor andre steder uten at disse behøver å besøke selve regneanlegget.

### To nye computere i Norge

Det finnes mange typer av computere, og det er verd å merke seg at ikke alle typer egner seg like godt for alle slags oppgaver. Der er en klar tendens i utviklingen henimot stadig større og mer hurtigvirkende installasjoner. Når det er snakk om størrelse, tenkes kanskje først og fremst på hurtighukommelsen. Her i landet er det i år innkjøpt to nye regneanlegg, som med hensyn til kapasitet er av internasjonalt format. Hurtighukommelsen er for begge på 32 000 ord. Et ord er en gruppe på henholdsvis 36 eller 48 grunnsymboler for disse to anleggene. Den ene er montert i Norsk Regnesentral på Blindern og den andre i Forsvarets forskningsinstitutt på Kjeller. Til sammenligning kan nevnes at de tilsvarende institusjoners tidligere computere ikke hadde over 1 000 ord i hurtighukommelsen. Dette ble for noen år siden regnet for godt utstyr, men regnes i dag for helt utilstrekkelig for mange aktuelle oppgaver.

Det er i grunnen den samme tendensen som går igjen på tallbehandlingsområdet som for rasjonalisering innen annen produksjon. Resultatene oppnås ved øket kapitalinnsats og ved øket forarbeide og tilrettelegging, men på grunn av at regnearbeidet går med slik enorm hastighet og at omkostningene med programarbeidet kan deles på så mange kjøringar av hvert program, blir det allikevel økonomisk fordelaktig.

I tråd med dette er også tendensen vedrørende programmene at man forsøker å gjøre dem både fleksible, slik at programmet kan brukes for alle beslektede beregninger, og at bare utgangsdataene må varieres, og samtidig så fullstendige at de overtar mest mulig av regnearbeidet fra de opprinnelige grunn-data til det endelige anvendelige resultat.

Når computeren slik åpner mulighet for fullstendig automasjon

av tallbehandlingen og kan behandle store datamengder på kort tid, nyansere sitt regneprogram etter de data den mottar eller regner ut underveis, er det klart at en fornuftig utnyttelse av disse mulighetene også forutsetter en annen tenkemåte og revidering av tidligere prinsipielle betraktningmåter.

Disse nye mulighetene har allerede øvet avgjørende innflytelse på grunnleggende fagområder som matematikk, statistikk, statikk, prøving av konstruksjoner, bokholderi, kostnadsanalyse, arkivering og arbeidsplanlegging. Der er også under utvikling nye prinsipper for utarbeidelse av anbudsgrunnlag og for teoriene omkring optimal policy, bare for å nevne noen fagområder av særlig interesse for byggefagene.

Noen spredte betraktninger over disse fagområdene kan kanskje hjelpe til å belyse de omveltninger i våre tilvante forestillinger som vi må vente i tiden fremover.

### Statiske beregninger i byggefaget

La oss først se litt på statiske beregninger i byggefaget. Dette har tidligere vært et arbeidsområde der den dyktige statiker viser sin overlegenhet ved riktig nyansering av forutsetninger og metodikk avstemt etter oppgavens art og krav. Ved kombinasjon av streng logikk, intuitiv innlevelse i de statiske problemer og praktisk sans påviser den dyktige beregner kreftenes kompliserte spill med enkle metoder for tallbehandling. Det er nesten vemodig å trekke den konklusjon at denne typen av statikere vil dø ut med den generasjon som nå er i arbeid. Tendensen går mot fullstendig automasjon, der hele byggeverket blir beregnet under ett og så godt som uten forenklete forutsetninger.

Ved endimensjonale konstruksjoner, såsom bjelker, rammer, buer, fagverk o. l., har man brukt forskjellige prinsipper alt etter oppgavens art, såsom kremonaplanen, momentfordelingsmetoden, søyleanalogi, kinetiske influenslinjer o. a. Ved computerregning blir alt dette dekket ved matriseformuleringer, der man også tar hensyn til skjæreforformasjoner og aksialdeformasjoner i tillegg til bøyingsdeformasjonene. I USA og enkelte steder i Europa har computerregning på dette området slått igjennom. F. eks. har jeg inntrykk av at for høyhus i USA er det ikke lenger hen-

siktsmessig å streve med disse for hånd, når komplett gjennomregning av alle påkjenninger kan utføres på en times tid ved en større computer.

For todimensjonale konstruksjoner, såsom plater, skiver, hvelv, skall osv., ser det ut til at utviklingen ikke er fullt så avklart. Det arbeides etter noe forskjellige prinsipper, men det er verdt å merke seg at metodikken avviker meget fra hva vi er vant til. Dette henger bl. a. sammen med at computerprogrammer lettere bygges opp over differensialligningene enn over de mer kompliserte integraler man kan finne frem til. Matriseformuleringer vinner mer og mer innpass også på disse områdene.

Flykonstruktøren har problemer med å lage sikre og lette konstruksjoner i ekstrem grad. Det er derfor naturlig at mange nye metoder vinner innpass i deres fagmiljø og senere sprer seg til byggefagene. Det er i dag utformet komplette programmer for å regne ut alle påkjenninger i hele flykroppen under ett.

De statiske beregninger representerer alltid i noen grad en idealisering av konstruksjonens faktiske virkemåte, og den matriseformulering som benyttes ved computerbehandling av statiske problemer, åpner også nye muligheter for testing av hvor nøye beregningene avspeiler faktiske påkjenninger og nedbøyninger. Ved hjelp av automatisk registrering på det ferdige byggverk under vekslende belastning og behandling av disse registreringer på computer, får man en direkte test på beregningsgrunnlaget. Slike tester behandler så store datamengder at de er praktisk ugjennomførbare uten computer.

Utvikling av nye konstruksjoner hvor de statiske problemer er avgjørende, foregår nå gjerne gjennom et samarbeide mellom et modelllaboratorium og et regnesenter, slik at beregningsgrunnlag og utformingen av konstruksjonen først blir prøvet på modellstadiet og senere testet på det ferdige byggverk.

Dynamiske påkjenninger på byggverk, såsom broer, er også kommet under kontroll takket være computeren. På grunn av den sammensatte karakter av slike problemer har man tidligere hovedsakelig vært henvisning til skjønn og erfaring. Det er nå laget computerprogrammer for slike beregninger. Programmene er

testet mot de faktiske svingningsfenomenene i broene inntil påliteligheten av beregningsprogrammet er bevist, og så er det blitt mulig med stor nøyaktighet å forutsi de dynamiske påkjenninger fra forskjellige belastninger. Bl. a. viser det seg at kjøretøyenes fjæringsystemer er av stor betydning for påkjenningene.

#### **Optimeringsoppgaver — masseberegninger osv.**

Det er imidlertid ikke bare på statikkens område at computer byr på nye muligheter. Ofte kan det være et møysommelig puslearbeide å finne frem til økonomiske løsninger der gradvis variasjon av konstruksjonene endrer kostnadene. Slike optimeringsoppgaver egner seg godt for programmering på computer, idet computeren etter et bestemt system prøver de forskjellige varianter og alltid velger det billigste. Programmer av denne art brukes i dag med suksess vedrørende linjevalg og balansering av veier, linjevalg for høyspente ledninger, linjevalg for fordelingsnett for elektrisitet og vann osv.

Elektronisk masseberegning for veibygging ser ut til å slå igjennom i de fleste land og er i ferd med å vinne innpass også hos oss. For husbygging er elektronisk masseberegning ennå på eksperimentstadiet, men saken ofres stor interesse, bl. a. i England, Danmark og Sverige. Selv om muligheten og hensiktsmessigheten av å benytte computer her ikke er helt avklart, må det innrømmes at det åpner interessante perspektiver.

Man tenker seg massebeskrivelsen sammensatt av standardelementer med krav til utførelse og regler for oppmåling for hvert av disse elementer, og hvert mulig slikt element forsynt med et klassifikasjonsymbol. Når en konsulent så skal lage massebeskrivelse for bygget, setter han bare opp klassifikasjons symbolet og tilhørende masser. Computeren skriver så ut stensilene for hele den aktuelle beskrivelse med de tilhørende masser, idet de tilhørende standardiserte krav og måleregler er lagret på et magnetbånd.

Om entreprenøren har brukt dette system en tid og samlet standarddata for timeforbruk, materialer m. m. i henhold til samme masseklassifikasjon, kan han kjøre masselisten om igjen og få utskrevet

fullstendige materialister m. v. Der som han også sender inn prisliste for de timeverk og materialkvanta som hans program omfatter, kan han også få kalkyle for sine direkte kostnader omgående, og behøver bare å slå til for fortjeneste og administrasjon i samsvar med sin vurdering av den øyeblikkelige markedssituasjon.

I samme system forsøkes også bygget opp numeriske tidsprogrammer for arbeidet, som computeren kan regne ut etter de oppgitte masser og endel tilleggspplysninger om driftsmåten.

Arkitekter og rådgivende ingeniører som samler statistikk over anbudspriser, vil videre gjennom denne standardisering få sikrere grunnlag for kostnadsvurdering og kan på computeren simulere kostnaden for alternative løsninger og alternative bygninger både kvikt og pålitelig.

#### **Når blir byggebransjens folk computer-minded?**

Jeg har her kort nevnt endel områder hvor vi i nærmeste fremtid kan vente betydelige omveltninger i vår vanlige arbeidsmåte og vår vanlige tenkemåte, betinget av at vi har fått et nytt hjelpemiddel som byr på så store muligheter for effektiv tallbehandling. Her hjemme er vel ingeniørene ennå ikke blitt computer-minded på samme måte som f. eks. i USA, men det vil vel ikke ta lang tid før vi kommer i den stilling at vi nødvendig vil sitte dagvis å regne med tall, når det finnes et regneprogram som kan gjøre dette både billigere og bedre enn vi er istand til å gjøre det.

Det er min mening at i de kommende år burde Norges byggforskningsinstitutt ofre ganske meget på å holde seg à jour med utviklingen på disse områder for å kunne være til hjelp i de omstillingsvanskeligheter som sikkert vil komme når interessen for utnyttning av computeren i Norge blir mer almindelig. Det er også min oppfatning av situasjonen at denne tiden ikke er fjern.

Jeg regner med at det ikke vil gå mange år før de fleste byggefagfolk, både på den forretningsmessige side og konstruksjonssiden, vil bli meget interessert i å få computeren til å avløse dem med møysommelig regnearbeide og sikre en bedre behandling av deres problemer, der slike muligheter er tilstede.



# Innendørsklimaet i fremtiden

*Av sivilingeniør Hallvard Hagen*

Vi kjenner vel alle den gamle damen som daglig går og fyller det lille leirkaret på sin radiator med vann, og vi har truffet den mannen som aldri får nok frisk luft, men må ha sitt vindu stående på gløtt sommer som vinter. Vi har også vært hos en tredje, hos mannen som allerede hadde stengt sine lufteventiler, tett vinduer og dører med tettelistere og kanskje enda sto med limbånd i hånd og undres hvor trekken kom fra.

Så forskjellige alle disse er, har de likevel det til felles at de ikke er fornøyd med det rumklima vi har greid å skaffe dem, og som de derfor hver på sin måte prøver å påvirke i retning mot sitt bestemte ideal.

Og hvis vi nå spør: Hvem av disse er det som gjør noe fornuftig og hvem er i absolutt villrede? Da har jeg lyst til å presisere: de har rett i det de gjør alle sammen. For i en sak som denne, hvor det gjelder å komme frem til det ideelle rumklima, er alles meninger likeverdige.

Her er det så godt som utelukkende det personlige velbefinnende som er avgjørende. Det skal være et rumklima langt utenom det vanlige før noen utenforstående kan blande seg inn og påstå at forholdene er helsemessig betenkelige.

I de senere årtier har klimafysiologiske eksperter omkring i hele verden drevet på med sine undersøkelser. De har hatt tusener av mennesker i alle aldre som forsøksmateriale, og nesten like tallrike er de publikasjoner de har skrevet om emnet. Men ennå har de ikke blitt enige om noen oppskrift for hvordan det ideelle inneklimate bør være. Tvert imot, det synes nå nesten å være større uenighet enn noensinne om enkelte av de mest fundamentale ting.

Det er faktisk slik idag at fysiologer med skinn av autoritet prøver å slå fast som ubestridelige kjensgjerninger slike ting eller forhold som andre igjen betviler eller benekter.

Grunnen er utvilsomt at vi på mange områder har så lite håndgripelige ting å holde oss til. Det er stort spillerum for teorier som ikke så lett kan motbevise. Det er f. eks. aldri bevist at kvalm, innestengt eller «brukt» luft i seg selv er skadelig. Skadelig blir den i tilfelle bare på grunn av den indirekte påvirkning hos ham som finner lukten motbydelig.

Hvis vi derfor bare stilte det enkle, helsemessige krav at vi skulle ha nok luft å puste i, da ville vi ha rikelig om vi hver av oss fikk tilført 1 m<sup>3</sup> luft i timen. Dette er langt under enhver tenkelig ventilasjon såvel idag som i fremtiden.

Også når det gjelder slike ting som varme og fuktighet vet vi at mennesker uten skade kan leve og arbeide i den fuktigste tropeluft, i tørreste ørkenstrøk og i de kaldeste polaregner. Det er heller ikke påvist at den ene rase er mer skikket enn den annen til å leve under gitte, ekstreme klimaforhold, men det er sannsynlig at en tilpasning til et klima skjer gjennom spesielle ernæringsforhold og en langvarig akklimatisering.

En eskimo, en neger eller en hvit skulle altså ha mulighet for å venne seg til det samme idealklima. Dette enkle eksempel gir vel tydelig inntrykk av at fremtidens inneklimate teoretisk ville kunne ligge innen temmelig vide yttergrenser, og ved hjelp av fysiologiske betraktninger kan vi få tallmessige data om hvor disse yttergrenser ligger.

## *Kroppens egen varmeregulering*

Vi kan f. eks. se på kroppens varmeregulering, og siden vi her bare er interessert i behagelige forhold, må vi selvsagt holde oss langt unna slike ting som svetting på den ene side og hutring med gåsehud på den andre. Det kan faktisk være en fysiologisk definisjon for hva som er det behagelige temperaturområde. Det er det temperaturområde hvor kroppen bare behøver å gjøre bruk av sin vasomotoriske regulering for å opprettholde varmebalansen. Det vil si ved hjelp av den fine mekanisme som gjør at vi ved sammentrekning eller utvidelse av de finere blodkar kan variere hudlagenes effektive varmeisolasjon innen vide grenser.

De største og mest effektive reguleringsorganer har vi imidlertid i våre hender og føtter. Vi kan f. eks. sende blodet i rikelig mengde og med full temperatur helt ut i fingerspissene og således oppnå maksimal varmeavgivelse fra hendene, eller vi kan med sterkt redusert blodtilførsel og med utnyttelse av en sinnrik varmevekslereffekt mellom arterier og vener senke fingrenes temperatur helt ned mot lufttemperaturen, hvorved varmetapet blir ubetydelig.

Det er denne vasomotoriske regulering vi nær

sagt kontinuerlig benytter oss av når vi ubevisst tilpasser oss de daglige temperaturvariasjoner. Vi kan derved heve den gjennomsnittlige hudtemperatur for hele kroppen til oppunder 36° C eller senke den ned til ca. 30° C. Det vil si at i et rum hvor vi sitter i ro med vanlige inneklær på, vil vi mestre omgivelsestemperaturer i området 18—27° C. Et sted innen disse vide temperaturgrenser ligger idealtemperaturen idag og vil også fremtidens idealtemperatur måtte ligge.

Vi har faktisk i noen grad mulighet for å resonere oss videre frem til hvilken temperatur vi stiler mot innen dette området.

For det første er det vel et ubestridelig faktum at vi har en tendens til stadig mindre kroppslig aktivitet, noe som fører til redusert stoffskifte. Trenede muskler har selv i hvile en betydelig større varmeproduksjon enn det inaktive vev de blir erstattet med. Dette vil vi i fremtiden måtte kompensere med en økning i omgivelsestemperaturen.

Dertil vil kroppens fullstendige avslapning i varmeregulering henseende, hvor altså blodkarenes vasomotoriske krefter kan sies å være helt indifferent, tilsvare omgivelsestemperaturer nærmere opp mot den øvre temperaturgrense.

Det er vel sannsynlig at vi i vår bestrebelse mot den høyeste temperaturkomfort vil ende der hvor det ikke kreves noen som helst form for aktivitet fra vår side, og da havner vi nok ved en temperatur på 24—25° C.

Selvsagt vil det være betydelige individuelle variasjoner. Barn f. eks. har et hvilestoffskifte som er 20—30 % høyere enn hos gamle, og når aktiviteten dessuten som regel er vidt forskjellig, vil bare disse ting tilsvare en forskjell i ønsket temperatur på 3—4° C.

Dette var bare noen korte fysiologiske betraktninger, men hvordan stemmer så disse temperaturer med våre praktiske erfaringer?

Jeg tror alle har en ganske sikker formening om at den ønskede innetemperatur her i landet er jevnt stigende. I mellomkrigsårene var det vanlig å anse 18—20° C som den normale stuetemperatur, og de fleste holder nok 20—22° C, ja, kanskje enda litt mer, som det ideelle.

Denne utviklingen bekreftes forøvrig fullt ut av målinger som er gjort andre steder i Nord-Europa. Masseundersøkelser før og etter siste krig har vist at det har vært en økning i temperaturen på over 2 grader i løpet av en 20 års periode. Men innetemperaturen er likevel stort sett noe forskjellig fra land til land. Svenskene f. eks. har vel hele tiden ligget en grad foran oss i utviklingen, mens engelskmennene kanskje følger et par grader efter.

Så svært mye lenger vil nok ikke denne tempera-

turøkningen kunne fortsette. Det burde vi kunne slutte ut fra amerikanske erfaringer. Hos amerikanerne har hevingen av idealtemperaturen ikke vært stort større enn at det kan forklares ved at inneklærne stadig har blitt lettere og mindre varmeisolerende. Idealtemperaturen ligger der høyt, mellom 22 og 26° C. Når vi vet at amerikanerne kan ha betydelige plager med sommervarmen og således er akklimatisert til en noe høyere temperatur enn hva som er naturlig for oss, vil vi også på denne måten komme frem til at den øvre grense for vår idealtemperatur kan tyde på å bli en 24—25° C.

Jeg tror altså at vi må ta det som gitt at vi får en temperaturstigning opp imot denne grensen i fremtiden, selv om det nok alltid vil være en del som foretrekker vesentlig lavere temperaturer, endog under 20° C.

#### *Fremtidskrav til oppvarmingen*

Et annet problem er på hvilke måter vi skal oppnå de ideelle temperaturforhold.

Kroppen avgir sin varme både ved konveksjon til de nærmeste luftlag og ved varmestråling til alle begrensingsflatene i rummet. Strålings- og konveksjonsandelen er omtrent like store, eller forenklet sagt betyr det at den temperatur vi føler ligger midt imellem lufttemperaturen og den midlere overflatetemperatur på gulv, vegger, tak, møbler osv.

Hittil har det vært god latin å hevde at strålevarme gir den høyeste komfort, d.v.s. at vi foretrekker å avgi vår overskuddsvarme ved konveksjon til luften. Idealet skulle altså være strålevarme fra panelovner eller fra store varmeflater i vegger, tak eller gulv.

Idag har også det motsatte syn fått sine talsmenn, og begge parter strides. Det er nok sannsynlig at kommersielle interesser i vesentlig grad kan være avgjørende for argumentasjonen.

På dette usikre grunnlag kan det være meget betenkelig for meg å prøve å trekke noen konklusjon. Men hvis det er så at vi i det hele tatt kan merke noen forskjell på strålevarme og konveksjonsvarme, er jeg mest tilbøyelig til å sitere de fysiologer som med stor forsiktighet sier: «Det kan tyde på at vi føler den største komfort ved noe varmere begrensingsflater og litt kjøligere luft». Motiveringen for dette er at luften i et rum hele tiden er i svake og vekslende bevegelser. En kjøligere luft vil på en fin måte gi stimulerende temperaturvariasjoner som vi oppfatter som et friskt inn klima.

Men i så fall skal vi være klar over at vi balanser innen et ganske snevert behagelighetsområde.

Litt kraftigere luftbevegelse der vil føles som sje-nerende trekk, mens, på den annen side, stråle-varme fra takflaten vil kunne føre til at rumluften blir så stillestående at vi ikke vil kjenne noen forfriskende avkjøling i det hele tatt.

I alle tilfelle tror jeg at den vanlige praksis av idag med varmekildene under vinduene vil holde seg også i årene fremover. Det kan imidlertid tenkes at vi blir enda mer bevisst på å forhindre trekkvirkning og kuldestråling fra vindusflatene. I enkelte land har de idag gått så langt at det er forslag om at varmekildens strålingsandel skal beregnes særskilt. Hensikten er at strålevarmen akkurat skal oppheve vinduets kuldestråling så strålingsbalansen blir fullkommen. Det samme kan vi forsåvidt oppnå med konvektorer og gjennomstrømningsovner under vinduene om luftstrømmen får anledning til å varme opp selve glassflaten.

Når det kanskje vil bli lagt så stor vekt på den fullkomne strålingsbalanse i fremtiden, skyldes dette at en asymmetrisk kuldepåkjønning er uheldig for oss, spesielt for ansikt og hode. Og mange av oss sitter jo nettopp en vesentlig del av vårt liv ved en kontorpult med ensidig kald stråling mot det venstre kind.

Ellers er det vanskelig å si hvilket oppvarmings-system som vil komme i skuddet i fremtiden. Vi kan bare se hvor tvilsomt rett de fikk, de som for en mannsalder siden spådde at gulvoppvarmingen med sin ideelle varmeavgivelse ville bli fremtidens oppvarmingssystem.

Idag er det vel ingen som lenger tror at metoden vil kunne slå noe stort igjennem. Det er så klart påvist at høye gulvtemperaturer fører til utpregede tretthetsfølelser i føttene.

Men en ting er jeg i hvert fall temmelig sikker på når det gjelder varmfordelingen i våre oppholdsrum. Vi vil ikke i fremtiden akseptere de kalde gulv vi kan finne idag. Selv om gulvene tilfredsstiller forskriftenes krav, så er de ofte langt fra gode nok. To graders forskjell i temperaturen målt i brysthøyde og nede ved gulv bør være maksimum. Idag finner vi ofte både 3 og 4 graders forskjell. Folk klager, og det har de også grunn til. Løsningen er forsåvidt enkel, en radikal skjerpning av varmeisolasjonskravet. Vi får håpe at dette blir rettet allerede ved neste revisjon av byggeforskriftene.

#### *Luftfuktighet og komfort*

Når vi så om noen år har oppnådd å få de ideelle temperaturforhold, vil vi nok i enda høyere grad enn idag bekymre oss om luftens fuktighet eller rettere sagt mangel på fuktighet.

Og her har jeg først lyst til å nevne et eksempel

som viser hvordan ny viden plutselig kan slå bena under gamle og hevdvunne læresetninger.

Til de siste år har det vært betraktet som en kjensgjerning at rumluftens relative fuktighet har stor betydning for den føyte temperatur. Dette har bl. a. vært basert på den enkle fysiske forklaring at tørr luft fører til sterkere fordampning fra huden, dvs. en kraftigere avkjøling.

Det samme er blitt bekreftet ved eksperimenter hvor forsøkspersoner har vandret frem og tilbake mellom rum med forskjellig fuktighet, og hvor de har konstatert at et fuktig rum kan ha en lavere temperatur enn et tørt og likevel føles like varmt.

De velkjente komfortdiagram som finnes i de fleste fagbøker, er satt opp på dette grunnlag, som altså har vist seg å være helt galt.

Før det første er det slik at minimumsfordampningen fra kroppen, det som også betegnes som den umerkelige svetting, er en konstant størrelse. Det tilsvarende ca. 30 gram fuktighet i timen. Omkring hver svettepore er huden fuktig, og den kraftige fordampning ved tørrere luft fører bare til at det fuktete areal blir noe mindre. Den totale fordampning, og dermed også avkjølingseffekten, er imidlertid hele tiden uforandret.

Feilslutningene fra forsøkene hvor folk vandret fra rum til rum, skyldes klærnes fuktighetsabsorberende evne. Med det samme vi kommer fra et tørt rum inn i et fuktig, vil tekstilfibrene oppta fuktighet, og vanddampens fortetningsvarme vil avgis i klærne. Vi føler altså varme. På tilsvarende måte vil det bli en avkjøling ved fordampning av vannet igjen med en gang vi kommer tilbake til det tørrere rummet.

Men ved lengre tids opphold i vanlig rumtemperatur har den relative fuktighet i virkeligheten ingen betydning for den føyte varme. Dette gjelder så lenge fuktigheten ligger under 70—80 %. Kommer fuktigheten imidlertid over denne grense, noe som bare kan skje rent unntagelsesvis i vårt inneliv, vil luften føles klam og fuktig.

Vi er på den sikre siden når vi sier at den øvre grensen for tillatt fuktighet vil komme til å ligge på 70 %, men en annen ting er at mange av våre vanligste bygningskonstruksjoner vil ta skade på grunn av utfelt fuktighet lenge før vi når denne grensen.

En nedre grense for den ideelle luftfuktighet er det langt verre å fastsette med noen sikker begrunnelse. Hvis vi bare tar hensyn til den rent ytre påvirkning, er det ikke påvist noen ulempe selv ved de laveste luftfuktigheter. Allikevel vet vi at det vinterstid klages over tørr inneluft i ikke liten grad. Det er ikke uvanlig at inneluftens fuktighet i kuldeperioder kan komme ned mot 25 % i leilig-



heter, og i kontorer o. l. endog ned mot 15 %. Den eventuelle uheldige virkning dette har på vår slimhinne er det ikke full enighet om.

Det er en kjensgjerning at en liten prosent av menneskene direkte plages av tørr luft, noe som sannsynligvis skyldes en form for allergi i forbindelse med tørt husstøv. Men mens det er enkelte som hevder generelt at en slik uttørking av slimhinnen er direkte skadelig og sykdomsfrembringende, hevder andre at det ikke kan påvises at tørr luft er skadelig for vanlig friske mennesker, og at et eventuelt ubehag i høy grad er psykologisk betinget.

At den psykologiske innvirkning er meget stor bekreftes forøvrig fullt ut av erfaringer fra mange forsøk. I et bygg hvor én begynner å snakke om sine plager med den tørre luften, der klager snart alle sammen.

Og her tror jeg det er viktig å være klar over at den rent følelsesmessige innstilling er av den aller største betydning. Hvis den gamle damen tror at leirkaret på hennes radiator gir fuktigere inneluft, da har det kanskje oppfylt sin misjon.

Som en noe usikker konklusjon på dette med nedre grense for tillatelig fuktighet tror jeg vi kan si at det er uheldig med for tørr luft og at fuktighetsområdet under 30 % bør unngås. Over denne grense synes det ikke å være noe reelt fysiologisk grunnlag for klager, unntatt for mennesker som lider av visse sykdommer.

Når alt kommer til alt tror jeg at luftbefuktningssystemer vil få en rask økende utbredelse hos oss, ikke bare hos den som har reelle plager av tørr luft. Om ikke av annen grunn kan det gjerne gå mote i det slik at det faktisk hører med som en viktig del av fremtidens ideelle varmeinstallasjoner.

Faren med et effektivt befuktningssystem er imidlertid at resonnementet «jo mer desto bedre» kan føre til overdreven luftfuktighet og bygningsmessige skader. La oss i hvert fall håpe at det ideal vi mer eller mindre begrunnet kommer frem til, ikke vil ligge over 40 % relativ fuktighet. Da burde alles interesser være tilgodesett.

#### *Byggematerialer og luftfuktighet*

Dette problem med luftbefuktning kan forøvrig ikke sees isolert, det henger i høy grad sammen med andre ting som f. eks. de valgte byggematerialer og deres overflatebehandling og dessuten med kravet til ventilasjon.

Den naturlige fuktighetstilførsel kan være sterkt periodisk. I en bolig har vi f. eks. sterke kortvarige damputviklinger i kjøkken og bad, men også i de andre rum er det store variasjoner i fuktighetstilførselen alt etter de ytre klimaforhold, om det

er mennesker i rummene eller ikke og eventuell gulvvask. Det er da gunstig at byggematerialene har mulighet for å absorbere fuktighet i overskuddsperioder og gi den fra seg igjen i tørrere perioder, og således flate ut såvel topper som daler i luftfuktigheten.

Et byggemateriale som f. eks. ubehandlet treverk, har meget gode egenskaper i dette henseende, idet vegger, tak og gulv i et vanlig trehus vil kunne absorbere og dermed også avgis mange hundre liter vann. Det vil si en betydelig fuktighetsutjevne evne. Den samme gunstige egenskap har vi i de fleste tradisjonelle byggematerialer. Men når vi i fremtiden sikkert i høyere grad enn nå vil bygge i stål, glass og betong, bruke fliser på gulvene og maling og lakk på plastbasis som bestrykningsmiddel, da vil vi langt på vei ha ødelagt enhver fuktighetsutjevne virkning. Det vil si vi har skjøvet problemene over på et eventuelt klima-anlegg, som følgelig blir enda mer berettiget.

#### *Økt ventilasjon*

Dessuten må vi vel også kunne gå ut fra som sikkert at vi i tiden fremover vil akseptere mindre og mindre av luktestoffer i vårt inneklima, og vi må derfor gjøre regning med en økt ventilasjon, det vil si ytterligere uttørking av inneluften hvis vi ikke går til effektive tiltak.

I boliger er det sannsynlig at det vil bli en radikal endring av kjøkkenventilasjonen, først og fremst slik at det blir et langt mer elastisk ventilasjonssystem som gir mulighet for sterk forsering under matlagning; men det er dessuten rimelig at det samme elastiske system i tillegg skal kunne dekke ventilasjonsbehovet fra vaskerum og tørkeskap, som nok med tiden blir standardinnredninger i våre leiligheter.

Generelt sett vil en økt ventilasjonsmengde lett kunne føre til ubehagelig trekk fra vinduer og friskluftventiler; det er derfor ikke umulig at et anlegg med forbehandlet friskluft også vil høre med til fremtidens krav, spesielt i større bygg. Foruten oppvarming og befuktning av luften kan det mange steder bli et stort behov for filtrering på grunn av den økende luftforurensning fra de mange fyringsanlegg.

En slik sentral tilførsel av friskluft vil kunne føre til at ventilasjonsingeniøren får se sin ønskedrøm om et overtrykksystem realisert. Et system som riktignok vil forhindre at uteluft kan trenge inn omkring vinduer og dører, men som samtidig vil stille bygningsteknikeren overfor det store problem — å utvikle bygningskonstruksjoner som er kondenssikre ved innvendig overtrykk.

Om det idag på mange av de klimafysiologiske

områder er stor uenighet blant eksperter, er dette bare å regne som små forpostfektninger i forhold til striden om vårt velværes avhengighet av luftens ioneinnhold, disse små elektriske elementærladninger.

Det er forskere som idag bestrider at luftens ioneinnhold har noen som helst innflydelse på vårt velvære, mens andre hevder at naturens eget ioneklima er av stor betydning, slik mange har erfaring for ved gunstig påvirkning ved mange velkjente kursteder, og ugunstig påvirkning ved kommende tordenvær eller fönvind. Det vil derfor være riktig at vi prøver å «slippe inn» det gunstige ione-forhold vi har utendørs. Det er ut fra dette syn det hevdes at det gir mer velbehag å sitte ved et åpent vindu enn å sende luften inn gjennom lange ventilasjonskanaler hvor luftens ioneinnhold blir nedbrutt. Men når en idag ikke engang vet med sikkerhet enten det er jordete metallkanaler eller høyisolerende plastkanaler som i tilfelle er gunstigst, da er jo det hele noe usikkert.

Vi må vel kunne si at når verdens store militære forskningssentra, som med sine ressurser i lang tid har studert kroppens reaksjon mot alle ytre påvirkninger, ikke er kommet frem til noen entydig og sikker konklusjon om ionenes betydning, da er det ikke grunnlag for oss til å komme med noen spådommer.

#### *Skiftende temperaturpåkjenninger eller monoton makedighet?*

Det er ikke tvil om at det som idag dirigerer oss i retning mot fremtidens idealklima, det er så godt

som ene og alene våre krav om øket behagelighet og øket komfort, selv om vi nok ikke skal se bort fra at vi også på dette området vil kunne være meget mottagelige overfor ytre ting som mote og reklamens makt.

Eventuelle helsemessige synspunkter er altså skjøvet helt i bakgrunnen, og det har sin enkle forklaring ved det at det ikke er påvist at det er noen ting ved vårt vanlige inneklima idag som er helsemessig skadelig, eller at det er noen tenkelige forandringer som vil føre til øket sunnhet.

Derimot kan det være meget store betenkeligheter med de forhold vi går mot. Mennesket er skapt til å tilpasse seg store og skiftende temperaturpåkjenninger, det er det som er det naturlige for oss. Det kan tenkes at de konstante forhold i det lange løp vil ha inngripende betydning for vår tilpasningsevne og motstandskraft. Men hvor begrunnet slike betenkeligheter enn måtte være, tror jeg ikke de vil ha noen betydning for utviklingen. Det er våre makelighetskrav som er avgjørende.

Det er nok sannsynlig at vi i første omgang stiler mot et inneklima hvor det optimale regnes for å være konstante forhold sommer som vinter, høy temperatur, regulert fuktighet og et klima uten trekk eller ugunstige strålingsforhold.

Kanskje vil denne vår bestrebelse etter de konstante optimale forhold bli drevet så langt at vi ender i et inneklima som er så monotont og tiltaksdrepene at vi i neste omgang finner det påkrevet kunstig å legge inn oppkvikkende temperaturvariasjoner, kortvarige trekkfølelser og varierende fuktighetsforhold. Da har vi snudd om og har tatt et skritt i retning mot vår tids inneklima igjen.

# Funksjonsriktige hjem — boliger for morgendagen

## Rundebordskonferanse

**Deltagere:** Arkitekt MAA Philip Arctander, Statens Byggeforskningsinstitut, Danmark, arkitekt MNAL Roar Bjørkto, Norge, docent Lennart Holm, Statens Institut för Byggnadsforskning, Sverige, arkitekt MNAL Sven Erik Lundby, Norge (ordstyrer). ●

**Arkitekt Sven Erik Lundby:**

På det feltet vi beveger oss i disse dagene, har vi alle en følelse av at det er en kolossal utvikling. Vi oppfatter det som om vår generasjon er inne i en typisk velstandsutvikling, akkurat som våre forfedre såvidt jeg kan skjønne det, var svært opptatt av å tro på en teknisk utvikling. Vi er også svært troende når det gjelder denne velstandsutviklingen. Allikevel, hvis vi ser på boligen, og da selve skallet: Har det egentlig vært noen svær utvikling her hos oss, la oss si de siste 10 årene?

Boligen er også mer enn bare skallet; vi må også ta med innmaten. Jeg vil nevne noen stikkord: kreppt sengetøy, TV, frossenfisk! Her er det opplagt en rivende utvikling, og det er klart at det som skjer inne i boligen, må begynne å påvirke selve skallet. Jeg tror at skallet er det som nå ligger efter. Boligen er et hovedprodukt i vår byggevirksomhet, den er rammen om vårt liv, og har mye å si for hvordan vi skal trives her i verden. Er den en hvit ku som vi ikke riktig tør å ta ved hornene? Det har vel stått litt stille på dette feltet, sett på bakgrunn av den kolossale utviklingen vi ellers har hatt.

Siden vi har Philip Arctander her, kunne jeg godt tenke meg å be ham gjenta noe av det vi har sett på trykk fra Danmark. Og siden vi har Lennart Holm her, kunne han kanskje si oss litt om hva man i Sverige tenker om dagens boligstandard. Mot slutten av samtalen får vi prøve å dreie det hele litt mot morgendagens bolig.

**Arkitekt Philip Arctander:**

Sven Erik Lundby sier at boligutviklingen ligger litt efter utviklingen på frossenfisk og kreppt sengetøy. Jeg skal forsøke å være uenig med ham i hvert fall for så vidt som han sier «litt efter». Vi har meget vanskelig for å erkjenne at vi som bygger boliger og andre slags hus, vi produserer det langsamst konsumerte produkt av alle. De frose fisk, de blir iallfall konsumert forholdsvis snart.

Stortingsmann Skogly sa tidligere i dag at alle burde ha 4-romsboliger: vi er alle enig om at vi alle bør ha boliger med badrom osv. Når man derfor nå produserer 4-romsboliger med underdimensjonerte bad, så er det naturligvis forkjært. For det vi produserer i dag, er en bitte liten del av det som blir brukt til neste år, men det er fremdeles i bruk om 40 eller 80 år. Det er altså en fundamental feiltagelse man gjør seg skyldig i når man setter likhetstegn mellom dagens aksepterte

standard og programmet for det vi bygger i dag. Konsekvensen må være — hvis den tanke er riktig — at programmet for det vi bygger i dag må preges av forestillinger om det som er rimelig, almindelig akseptert standard om 20, 30 eller 50 år. Det er i det minste 30 år siden alle i denne så fortreffelige del av verden var enig om at et badrom hørte til moderne familiebolig. Vi har altså i mange år produsert boliger med bad, og resultatet i det aller beste av alle land, Danmark, er at knapt nok halvdelen av alle boliger i dag har et bad. Med 30 års kraftig produksjon har man nådd halvdelen av det mål man den gang anså for selvfølgelig og rimelig.

Når vi i dag skal stille programmet for de bygninger og boliger som skal bygges til neste år, kan vi ikke nøye oss med hva vi i dag er helt enig om at folk bør ha. Er vi i dag enig om at folk bør ha et adskilt bad og W.C. eller toalettrom, er dette utilstrekkelig som programsetning for vårt byggeri i morgen. Vi henger, hva byggeriets programsetning angår, igjen i noen spartanske, puritanske forestillinger fra forrige århundre, når vi i dette århundre bygger boliger som skal brukes i det neste århundre!

Hvis man en dag, efter lange og inngående drøftelser med vitenskapsmenn etc., beslutter at margarin skal vitaminiseres, da går det ikke 6 måneder før all margarin for bruk er vitaminisert. Når vi beslutter at boligen skal vitaminiseres, går det 30 år — og så er halvparten av boligene vitaminisert! Det er noe man må gjøre seg klart at det stilles enorme krav til de boligansvarlige, de byggeansvarlige, om å legge mer forutseenhet for dagen enn de margarinansvarlige eller frossenfiskansvarlige. Og vi er ansvarlige for byggene. Som stand har vi et moralsk ansvar for standarden i det vi bygger.

**Lundby:**

Men i Sverige venter vi å finne en høy boligstandard. Skal vi høre hva Lennart Holm har å si?

**Docent Lennart Holm:**

Arctanders bilde av situasjonen er helt riktig, samtidig som det er nedslående fordi vi jo ikke kan gjøre så meget for å endre det. Det hele må foregå gradvis og i små etapper. Kanskje tegner vi situasjonen litt vel mørk når vi bedømmer standarden m. h. t. størrelse og utstyr bare ut fra de barnerike familiers behov. Mange funksjoner skal fylles i boligen. Der trenges ganske visst meget plass, og der trenges utstyr, men vår boligpolitikk og vår boligproduksjon har kanskje i altfor høy grad sett bort fra de mange grupper av mindre husholdninger, pensjonisthusholdninger o. l., som i fremtiden kommer til å bli den største gruppen når det gjelder tilvekst til boligmarkedet. Ser vi på familier med barn, så har vel de i våre nordiske land egne leiligheter. Gruppene i produktiv alder mellom



20 og 65 år kommer til å stå stille under de nærmeste 15 — 20 årene, tallmessig sett, men gruppen av pensjonister kommer til å øke med ca. 40 % i løpet av de nærmeste 15 årene i Sverige. Og ikke bare øker pensjonistene i antall, men også deres konsumpsjonsevne øker. De kommer i stadig større utstrekning til å ville ha egne boliger. I dag er situasjonen den i Sverige at omkring 70 % av pensjonistene har egen bolig. Regner vi så at prosenten stiger med én pr. år de kommende 15 årene, vil det bety ca. 85 % i 1978. Og dette betyr at bare for å tilgodese det økende behov fra pensjonistenes side, må vi sette av hele 4 årsproduksjoner av den størrelse vårt boligbyggeri har i dag. Dessuten vet vi at ungdommen, som en følge av øket levestandard, øket innflytting til byer og steder med universiteter og lærestalter, vil komme til å kreve egen bolig tidligere, og med høyere standard, enn før. Også denne gruppen kommer hos oss til å være meget stor i den nærmeste tiden, og også den kommer til å sluke en stor del av boligproduksjonen. Dette bidrar naturligvis til at situasjonen ser dystert ut.

Men samtidig er det en trøst i det bildet som Arcander tegner, nemlig at en så stor gruppe på en rimelig måte kan gjøre seg nytte av de boliger vi har, som ikke lenger vil være tilfredsstillende familieboliger.

Boligproduksjonen må derfor i dag i høyere grad enn hva våre diskusjoner om gjennomsnittsstandard antyder, innrettes på store og velutstyrte boliger, ikke bare for å dekke gjennomsnittsstandarden, men en langt høyere standard, og for å stimulere den *gjennomstrømmning* som er den eneste løsningen på lang sikt. Det er pensjonistene som trykker på i dag, men det er for familien med barn at vi må bygge. Vi må hjelpe frem denne helt nødvendige rotasjon i boligbruket.

Arkitekt Roar Bjørkto:

Jeg vil vise til en del analyser som vi har gjennomført og som viser at mange norske boligplaner har forholdsvis store stuer, men mindre utviklede bad og tildels små soverom.

Arcander:

Behovet for mer oppholdsrom er konstatert ganske nylig i en boligundersøkelse i Danmark. Tross notorisk underdimensjonering av soverom og soveplasser, konstaterte man at en stor prosent av familiene inndro ett av soverommene til ekstra oppholdsrom. TV konkurrerte om en stor del av familiens budsjett. Om noen i en familie vil se på TV, er det andre som gjerne vil gjøre noe annet, og det blir behov for et ekstra oppholdsrom. Der er altså oppstått et ytterligere krav til oppholdsrom, til to adskilte dagligoppholdsrom i boligen.

Bjørkto:

Jeg tror også det finnes forskjellige grunner til at vi velger de tilsynelatende overdimensjonerte oppholdsrom hos oss. De er ikke overdimensjonert, heller nokså normale, mens mange av smårommene er underdimensjonert. Vi har jo ikke hatt så store arealer å rutte med etter krigen. Instinktivt forsvarer vi vesentlige bofunksjoner og gir avkall på andre som synes oss noe mindre vesentlige. Dette med boligplanens funksjonsriktighet er noe man får mer respekt for jo dypere man graver seg inn i problemene. Vi har så

lett for å se dem bare ut fra hensiktsmessigheten. Men vi aner jo at psykologiske og andre menneskelige forhold kan spille en vel så avgjørende rolle for trivselen. Hverken romstandard eller utstyrsstandard er dekkende begreper for dem.

Lundby:

Jeg kunne ha lyst til å gå tilbake til dette med den velstandsøkningen, som vi begynte med. Vi bruker kanskje vel så mye på å more våre barn som våre besteforeldre brukte på å fø sine. Det kan være at vi satser noen av ressursene våre på helt andre områder, til reiser, til TV og slikt som har vært nevnt. Og jeg tror at boligsektoren — som kunne ta en større del av dette — ikke konkurrerer nok om velstandsøkningen. Vi må gi folk alternativer; vi må vise dem hva de kan velge, f. eks. i form av høyere boligstandard, og på det grunnlaget åpne plass for en utvikling ut av det litt stille som vi har stått i nå.

Vi har valget mellom å bo i by eller på landet. Skal vi til ytterstrøkene, eller skal vi kanskje over på familieboliger som bruker mindre jord å stå på? Skal vi få fullverdige boliger i by, så må det være en helt annen slags bolig. Det må ikke bli slik at en boligblokk skal være noe mindreverdige. Å bo i by har mange fordeler, f. eks. i service, og det er klart at mange eldre mennesker ønsker seg tilbake til en by. Den ideelløsningen vi må prøve å komme frem til, den kan vi kanskje bruke slutten av tiden på.

Jeg har merket meg en tanke hos den svenske docent Elias Cornell. Med fare for å forvrengte den litt, vil jeg prøve å spinne på den. Jeg vil da starte med to begreper, som ikke lenger er aktuelle på samme måte som før, og som vi kanskje følelsesmessig reagerer mot, nemlig den rike mann og den fattige mann, den rike familie og den fattige familie. Hvordan er utviklingen? Jo, den rike mann legger ikke til rom på rom jo rikere han blir! I dag er det han og hans familie som skal vaske opp og holde huset i stand. De legger seg til en bolig som ikke er stort større enn det vi i dag ser som et oppnåelig mål for den fattige mann. Altså: egentlig eksisterer ikke disse to begrepene lengre. De to boligformene kan komme til å møtes i et belte, ovenfra og nedenfra, i det Elias Cornell har kalt «den optimale bolig». Kan vi foran oss se en slik ting som den optimale bolig? Dette må være et lettstelt hus, et hus som ikke er for stort, som funksjonerer riktig og som gir oss det vi trenger for å kunne leve et lykkelig familieliv. Her kan kvalitets spørsmålet komme inn på en helt annen måte.

Arcander:

Det er også en annen form for utligning enn den Lundby er inne på. Jeg ser muligheter for en tilnærming mellom haveboligen og blokkleiligheten ved at haven skrumper inn til et uterom, samtidig som etasjeboligtypen utvider balkongen til et uterom. Dette kunne bli en tilnærming mellom de verdier man kan oppnå i to boligformer. Og da er jeg mest redd for den nåværende produksjon av etasjeboliger fordi man ved formen på husblokken og ved de konstruktive systemer i mange tilfeller forhindrer innbyggingen av fremtiden. Naturligvis lyder det flott og vakkert å si at vi må bygge boliger med innebygget fremtid, men vi kommer ikke utenom at de boliger vi bygger i dag må kunne forsynes med ydelser som vi i dag faktisk ikke

kjenner. Det jeg er mest redd for er at etasjeboligen med sine stramme konstruktive systemer og med sin stramme form og oppdeling vanskeliggjør en tilpassning til fremtidige krav.

*Holm:*

Jeg vil gjerne gi uttrykk for en avvikende mening når det er snakk om vår stigende velstand og vår overgang fra fattigfamilie til rikfamilie o. l. Vi teknikere som arbeider med disse problemene har lett for å glemme de virkelige problemene ved bare å se på våre egne omgivelser og si at nå er vel egentlig alt ganske bra. Det er jo i virkeligheten meget langt fra å være slik. Boligsituasjonen i alle våre tre land er jo ikke bare dårlig; den er direkte undermåls. Den er sosialt utilfredsstillende i høy grad, og det er den ikke bare p. gr. a. misstkjøtsel av boligbyggingen, men også p. gr. a. økonomiske forhold hos konsumentene som gjør at de ennå ikke har råd til å konsumere den bolig vi med vår sosiale målsetning vil gi dem. Vi må løse en mengde nærliggende, sosialpolitiske oppgaver innen boligsektoren før vi har rett til å snakke om at fattigmannen skal få rikmannens bolig og kvalitet. Vi skal ikke sitte her og snakke om at TV og bilen har trengt boligen unna. I virkeligheten er det jo tvert om: det har ikke eksistert nok med boliger til å trenge bilen og TV unna i forbrukskonkurransen.

Og ser man nærmere på dette spørsmålet, hvilket man har gjort i noen svenske undersøkelser, så viser det seg at det er det samme menneske som har bra bolig og feriehus, TV og bil. Det råder i virkeligheten intet konkurranseforhold, men en korrelasjon mellom høy standard på alle områder. Det gjelder altså fortsatt å ta hensyn til de økonomiske omstendighetene omkring boligbyggingen, å utnytte våre fattige penger så godt som mulig. Det gjør vi best ved å planlegge omhyggelig og vel avveiet.

Vi har hos oss — og jeg vet det samme er tilfelle i nabolandene — i 1950-årene opplevd en overgang fra de hustyper som preger det sosiale boligbyggeri til det som er blitt kalt økonomiske hustyper, produksjonstillassede hustyper osv. De har kommet til som et resultat av anstrengelser for å gjøre hver eneste kvadratmeter boligflate billig, og det har man delvis lyktes med, men hva slags boliger er det blitt? I løpet av tiåret 1950 — 1960 er boligstandarden sett som plankvalitet stadig sunket. Kvadratmeter leilighet har øket, men antallet rom har ikke øket; vi sløser bort flere kvadratmeter pr. rom nå enn vi gjorde i 1950, og det tror jeg er en utvikling som har vært felles i våre land. Her har planforskningen sin store oppgave. Hvordan kan vi utnytte vårt byggevolum på beste måte? Hvordan bør vi avveie utstyr mot plass?

Det er et interessant område, og her har de nordiske landene gått ulike veier. Ingeniør Selvaag har angrepet Norge for feilaktige proporsjoner her — men hvordan ser det da ikke ut i Sverige? Der har vi en utstysstandard som ligger høyere enn i noe annet vesteuropéisk land, men en plassstandard som står på de underutviklede lands nivå! Dette har skjedd rent ubevisst, men hva hender så? Jo, de store boligselskapene taler om at vi må høyne vår utstysstandard: 20 % av våre barn bor under trangbodde forhold når man definerer trangboddhet som en situasjon hvor man bor 5 eller flere mennesker i en leilighet med 2 rom og kjøkken. Det er altså en avlegs boligpolitisk mål-

setning som i dag er normen. Satte man opp normen, ville vi finne at % av våre barn bor under trangbodde forhold, og likevel taler man bare om bideter og hygienisk og utstysmessig standard. Vi må treffe et valg; vi må vite hva vi gjør; man kan ikke skjule den virkelige situasjon og spekulere i høy standard og god forretning fordi man sier at vi lever i et velferdssamfunn. La oss først komme frem til det velferdssamfunnet også når det gjelder boliger, før vi legger an på høyere utstysstandard.

*Lundby:*

Jeg tror vi alle er takknemlig for at det sitter en svenske her og sier dette. Det setter det hele litt mer i relieff, og det gir oss en bedre bakgrunn for det vi har å ta fatt på her hjemme.

*Bjørkto:*

Dette kan også sees på en annen måte. Vi har tross alt fått bedre boliger og boligforhold i denne senere tid enn vi noen gang før har hatt, og vi har større andel av nye boliger i vår boligmasse.

Hvorledes kan vi tenke oss at utviklingen bør gå videre? Byggforskningen har tatt opp f. eks. dette med boligens arbeidsplasser og forsøkt så langt som mulig å komme med forslag til retningslinjer til bedring av forholdene der. Vi har f. eks. undersøkt vaskerom. Det er jo så mange sider selv ved et så enkelt problem. Man kan spørre seg: Er det noen vits i at en husmor, som klager over å ha liten tid tilovers, tar på seg slike arbeider som vasken som så godt kan gjøres unna industrielt? Men så har vi ønsket om handlefrihet, samtidig som industrien leverer maskiner som er så enkle og hendige å ha for hånden at husmoren tross alt — og selv om det kanskje ikke blir særlig billigere — foretrekker å holde vasken inne i huset.

Og jeg tror utviklingen vil gå i retning av en meget konsentrert og gjennomarbeidet kjerne i huset. I dag ser vi ofte disse fine, moderne maskinene plasert inn i en primitiv sammenheng. Nettopp i slike spørsmål kan forskningen være bindeledd i produktutviklingen og hjelpe til å fremme forbrukerinteressene.

*Arctander:*

Vi kan også gi eksempler på at man via boligforskning kan fastlegge en del av hva vi har bruk for, og vi kunne jo repetere mange av de undersøkelser som viser dette. Men det står fast, som Lennart Holm sa: Vi får det ikke! Vår boligmasse i dag er ikke preget av den viden vi har om hvordan folk bør bo. I aller beste fall — og det er enda sjeldent — preges hvert år 2 %, nemlig nyproduksjonen av den samlede boligmasse, av dagens beste viden. Vi må kunne bringe boligforskningen i en langt mer direkte relasjon til både den tekniske byggforskning og til spørsmålet om byggeriets industrialisering. Vi får ikke oppfylt de funksjonskrav vi kan avspeile, boligforskningsmessig sett, så lenge produksjonsapparatet bare makter å produsere 2 % av boligmassen om året. Hvis vi vil ha en velstandsøkning på 3 — 4 % om året til å slå ut også i en boligvelstandsøkning på 3 — 4 % om året, så skal der alene til dette formål produseres dobbelt så mange boliger pr. år som det nå blir produsert. Det kan det nåværende produksjonsapparat ikke makte. Det må en ganske kolossal og radikal omstilling til, en omstilling fra individuell produksjon til produksjon i serier,

produksjon av standardvarer, modeller i stedet for individuelle byggesaker.

Og så kan vi komme tilbake til boligforskningens betydning, for jo flere ganger vi repeterer en bestemt plan, en kjøkkenutforming, en orientering, en altan-dimensjonering, en plasering, en utforming, jo viktigere er det at dens funksjon er gjennomforsket i forveien, ikke bare dens konstruksjon og dens produksjon, men hele dens funksjon, at den virkelig oppfyller hva vi i dag vet om funksjonskravene. På denne måte kan boligforskningen, boligfunksjonsforskningen, oppfattes som et av fundamentene for byggeriets indu-

strialisering. Vi kan ganske enkelt ikke ta ansvaret for en industriell serieproduksjon uten å ha gjennomdyrket funksjonskravene.

*Lundby:*

Vi vet hvor alvorlig situasjonen er; vi vet hvilke store sosiale oppgaver vi alle har, og vi får bare håpe at det arbeidet vi har tatt opp i Norden, tildels som et felles arbeide på å bedre våre boliger, skal lykkes, selv om vi også vet at hver kvadratmeters økning er et alvorlig løft for oss alle.



# Norges byggforskningsinstituttets oppgaver i neste 10-årsperiode

## Avsluttende diskusjon

Sivilingeniør P. E. Malmstrøm; formann i styret for Statens Byggforskningsinstitut, Danmark:

Jeg må si at vi fra Danmark har fulgt det som har skjedd i Norges byggforskningsinstitutt i de siste 10 år med stor interesse. Vi er imponert over hvor langt man har nådd. Ja, vi er dypt imponert over at man med så relativt små midler har nådd så langt som man er i dag. Denne dagen har gitt oss et levende inntrykk av hvor man står, og at man altså er parat til å ta fatt på de neste 10 år med stor energi. Når jeg utenfra skal si litt om hva jeg føler som oppgaver, må det være mer i prinsipp og ikke i stillingtagen til enkelte oppgaver. Jeg kunne tenke meg å stille spørsmålet slik: Hvem i Norge vil i de neste 10 år ta ansvaret for byggeriets utvikling? Er det myndighetene? Er det boligselskapene? De enkelte byggende? Er det finansieringsinstituttene som påtar seg ansvaret? Er det arkitekter, ingeniører, mestre eller entreprenører? Hvordan er så oppgaven? må man også spørre.

Dagens diskusjoner har vist at man må se i øynene at man går fra enkeltoppgaver over serieproduksjoner til virkelig fortløpende produksjon, hvor det ikke er den enkelte oppgave, men fortsettelsesoppgaven som er den avgjørende, utviklingen, raffineringen av denne. Hvem tar ansvaret for innholdet, hvem tar ansvaret for utformingen? Det må vel være slik at skal man søke et samlende ledd til å bedømme og til å ta ansvaret så må Byggforskningen i Norge komme i sentrum. Byggforskningen må fra å legge hovedvekten på å forklare hvorfor mange enkelte ting skjer som de skjer, gå over til å etablere en *utviklingsforskning*.

Når jeg mener dette, så er en av hovedgrunnene den at vi ikke har enkeltinstitusjoner som kan påta seg dette ansvaret. De byggende er spredte; det er ikke enheter som bygger; de kan ikke alene påta seg ansvaret for utviklingen. De kan nok utvikle enkelte serier som slår an. Men så er ansvaret for innholdet overfor dem som skal bo der så tungtveiende at bare en Byggforskning med dens allsidighet kan påta seg å gripe inn der slik at brukerne sikres et produkt som ikke bare fremstilles billigst mulig, men også med det innhold som fremtidens bolig må kreve.

Det er her tale om en 4-deling eller en 3-deling av byggforskningens oppgaver: for det første en nøye utformingsstudie av dette produktet, boligen, av bygningens egenskaper, funksjonsanalyse. Det

er tale om en deltagelse i den produktutvikling som den kommende byggeindustri må legge til rette, og der er tale om en metodeutvikling for selve byggeprosessen, hva enten den skjer på pre-fabrikeringsmåte eller den skjer på byggeplassen. Jeg synes det er verdt å understreke igjen det første punktet, nemlig at Byggforskningen må ikke slippe overvåkingen av produktutviklingen, for den må også kontrollere at det ferdige produkt har egenskaper som gjør det verdt for menneskene å bo i.

Så kunne man tenke seg en videre oppgave for Byggforskningen etter som utviklingen går i retning av produksjon av større og større enheter, og det er dette å bli *byggeriets bransjeinstitutt*, slik at de enkelte firmaer — helt fra de prosjekterende arkitekter og ingeniørfirmaer og til de utførende firmaer — i høyere og høyere grad legger vanskelige undersøkelser og oppgaver på Byggforskningen. For der kan man veilede og hjelpe — med den ansvarsbevisste medarbeiderstab som vi har hørt fremlegge problemene i dag — og overfor byggeriet ta ansvaret for at utvikling og innhold blir av høy kvalitet. Dette er mine ønsker for Byggforskningen i Norge for de neste 10 år.

### Arkitekt MNAL Thomas Tostrup:

Jeg har tillatt meg å oppfatte denne diskusjon som en invitasjon til å komme med noe i retning av en ønskeliste eller antydning til ønsker overfor Byggforskningen for den neste 10-årsperiode, og det er jo en sjanse som man ikke skal la gå fra seg. Jeg tør ikke på noen måte opptre på vegne av den samlede arkitektstand, men vil heller si at jeg opptrer som en av de arkitekter som arbeider med boligbygging i massemålestokk.

Det er som kjent høyst vesensforskjellige oppgaver å planlegge og bygge hus for en byggherre som selv skal bruke huset og å lage boliger for en anonym, ventende masse som representeres av administrasjonen i en eller annen form for boligselskap. Det er et faktum at denne art byggherreorganer iallfall her i landet må sies å ha nokså vage og ganske tynt funderte forestillinger om beboernes behov og deres ønsker, og enda mindre sikre formodninger når det gjelder kommende generasjoners krav. Det er derfor nesten en selvfølge at vi som steller med denne art av byggeoppgaver, med lengsel avventer de resultatene som vi håper

etter hvert vil strømme ut fra planforskningsavdelingen i Byggforskningsinstituttet. På den bakgrunn jeg har antydnet, når det gjelder den arten byggeoppgaver, er det innlysende at denne avdelingens arbeid bør komme til i større eller mindre grad å fylle noe som nesten er et tomrom i boligplanleggingsprosessen, nemlig å fremskaffe materiale slik at man kan komme frem til noe så fundamentalt som en programoppstilling som er virkelig fundert på viten. *Punkt 1* på min ønskeliste må derfor bli *styrkelse av planforskningsavdelingen og kraftig utvidelse av dens oppgaveområde.*

Et beslektet område — som jeg ikke riktig vet om bør henhøre under planforskningen eller i det utvalg for byplanspørsmål som er påtenkt — er boligstrøkernes utendørsområder. Her foreligger det jo rikelig med meget viktige problemer som vi i dag ikke har stort annet enn nokså løse antagelser å stille opp imot. Alle de problemene som ligger på dette feltet kan ganske sikkert med systematisk arbeid inndeles i avgrensede oppgaver som man ad forskningens vei vil kunne nærme seg og gi underbyggende svar på.

De har vært berørt flere ganger i dag, kanskje tydeligst og skarpest av arkitekt Arctander, de ting og betraktninger som uvegerlig henger sammen med boligens lange levetid i motsetning til andre forbruksvarer. De av oss som arbeider kontinuerlig med boligbygging, tør vel sjelden tenke til bunns den tanke at de boligene vi lager i dag, kanskje vil være i bruk om 80 eller 100 år! Det hender jo ikke sjelden at det av forskjellige årsaker kan gå et par år, kanskje 3 år eller mer, fra prosjekteringen av et anlegg startes og til byggingen påbegynnes, og at man da må konstatere at husene på viktige punkter er foreldet før de påbegynnes, som følge av teknisk utvikling eller innvunnen viten i mellomtiden. Etter fattig evne prøver vi å skue litt inn i den nærmeste fremtid iallfall; vi prøver å gjøre oss opp visse meninger om hvilken utvikling som er nærmest på trappene, om ikke annet.

Vi er allerede godt inne i den utviklingen som ganske kort og forenklet kan betegnes som *byggevirksomhetens industrialisering.* Mange av oss er jo overbevist om at denne utviklingen raskt vil gripe inn på flere og flere områder i det konglomeratet som bygningsproduksjon og bygningsdelproduksjon utgjør. En side ved denne prosessen er stadig stigende krav om økt ferdiggjøringsgrad utenfor byggeplassen av flere og flere av bygningsbestanddelene. Selv om vi helt ser bort fra problemene i forbindelse med montasjearbeidene på byggeplassen, så er det klart at det er mangfoldige oppgaver knyttet til de forskjellige delprodusente-

nes fremstilling av sine helt ferdigbehandlede bygningsdeler, disse produktenes emballasje, deres transport osv. I enkelte land er man kommet svært meget lenger enn her i Norge på dette feltet, og jeg tror at det kan bli av fundamental betydning for mange norske industrier at man kommer etter snarest mulig. Her kan og bør etter min mening Byggforskningen kunne bidra til at rett kurs ble valgt, og i tide.

Videre vil jeg bare nevne et par punkter som jeg heller ikke er alene i verden om å ha oppmerksomheten vendt imot når det gjelder hva vi kan gjette oss til vil bli påtrengende med det aller første. Det ene er spørsmålet om boligens ventilasjon og andre faktorer som har innflytelse på *innendørsklimaet.* Vi har i dag hørt et overordentlig interessant foredrag om det og ser at dette er ikke fremmede ting for instituttet her. Det er klart at foruten selve ventilasjonssystemet, så vil en grundig gjennomgåelse av disse klimaspørsmålene berøre mange andre ting, som f. eks. overflatematerialenes art, vindusflatenes størrelse, deres form og plassering, og mange andre ting og forhold. Spørsmålet om innendørsklimaet tror jeg vil melde seg med stadig stigende styrke, og derfor må *Punkt nr. 2* på min ønskeliste bli at man tar opp i aller videste forstand *utredning og forskning innenfor området boligens innendørsklima.*

Et annet område som også har med helse å gjøre, og som sikkert også blir stadig mer påtrengende, er lydisolasjon og akustikk. Det er et faktum at mange av de byggemåter og materialer som i dag er vanlige, har temmelig betenkelige egenskaper både i innendørsklimatisk og akustisk henseende. Støykildene både innendørs og utendørs øker raskt, både i antall og i styrke. Våre boliger roper på hjelp kan vi si, for å holde oss i støyterminologien, når det gjelder å bli satt i stand til å gi bedre beskyttelse både mot den støy som frembringes i huset og den som huset bombarderes med utenfra i stigende grad. Instituttet har jo allerede levert verdifullt stoff på området lydisolasjon, så mitt ønske på dette felt blir da nærmest også, som når det gjelder planforskningen, en utvidelse, forsterkning; utvidelse både i bredden og dybden av virksomheten, slik at flere oppgaver innenfor området kan tas opp til løsning.

Ønskelisten kunne sikkert fortsettes; men man får vel ikke være altfor ublu, så jeg tror jeg stopper med disse antydninger, som for meg, og sikkert de fleste som stiller med denne art boligbygging, står som sentrale blant det vi kan formode er nærmest påtrengende av den ellers lange, lange liste man kunne sette opp. Men jeg føler trang til å uttale en takk, ikke bare for hva instituttet hittil

har ydet, men også for måten resultatene presenteres på. Jeg tror jeg har mange med meg når jeg også retter en takk og kompliment for den tone som hersker mellom instituttets personale på den ene side og oss som søker kontakt med det på den annen.

#### Tømrermester Johan L. Vister:

Jeg har med meget stor interesse hørt på de gode taler og innlegg som har vært holdt. Vi har fått et fremtidsperspektiv rullet opp foran oss, som for det første sier at man er nødt til å bygge *flere* boliger enn hittil, og man er nødt til å bygge *bedre* boliger, og man må også bygge *billigere* boliger. Som representant for den gruppe mennesker som er med og utfører og bygger disse boligene, har jeg nok kommet til å måtte tenke på hvordan skal vi så greie dette. Det er ikke nok bare å planlegge, å tegne og å forske, selv om alle de ting er meget nødvendige, det skal jo også utføres. Kan vår byggende stand av håndverkere og entreprenører tilpasse seg den fremtidsdrøm som er stillet opp her? Har vi noen som helst forutsetninger for å kunne greie dette med de midler som står til vår rådighet? Der kan man vel stille seg selv et stort spørsmål, og når der fra dansk hold har vært fremkastet spørsmålet om hvem det er som har ansvaret for at vi skal kunne greie dette, så må jeg si at vi må være med og ta ansvaret alle sammen. Og da må min gruppe først og fremst tenke på hva vi må gjøre for å kunne tilpasse oss dette fremtidsperspektivet.

Jeg tror at prefabrikeringen går sin gang fremover. Det må vi tenke på når vi skal sette opp disse boligene. Vi må også bruke mer maskiner på byggeplassen. Det er også mange andre ting å ta hensyn til. Jeg tror at vi må begynne med våre lærlinger først og fremst, for å få den nødvendige tilpasning. Vi må lære opp våre svenner til å utføre bygget på byggeplassen etter de fremtidsdrømmer som er rullet opp for oss her i dag, og da blir det ikke på den gamle måten at man bruker øks og sag, det blir mer og mer et monteringsarbeid. Våre svenner må læres opp til det og vi mestere må også læres opp til å ta fatt på den omstilling som *må* til innen vi kan nå det målet som vi nå sikter mot. Jeg tror det må baseres på større enheter, større ordres og større firmaer. Det må bli større enheter på alle områder, hvis vi skal makte både å bygge billig og å bygge boliger nok.

Det trenges en omstillingsprosess her som vil ta mange år. Det kan ikke nåes, dette fullkomne, uten at alle som har ansvaret for boligbyggingen her i landet er med på å løse oppgaven. Ikke minst våre myndigheter må snarest delta i opplæringen og få

den inn i former som kan passe inn i fremtidens boligbygging. Jeg vil ikke trekke opp noen linje for hvordan dette skal skje; men det er én ting vi må ta i betraktning: At vi alle må omstille oss for å møte det fremtidsperspektiv som er rullet opp for oss. Og hvis det er så at Byggforskningsinstituttet kan hjelpe oss i dette, så er vi takknemlige for råd.

#### Sivilingeniør Olav Selvaag:

Altmuligmannen Philip Arctander sa at det tar 30 år å fullvitaminisere halvdel av våre boliger. Bare denne ene enkle opplysning viser at der er noe *fundamentalt galt i hele vår innstilling til problemene*, i hele vår tenkemåte. Krav nr. 1 må i tiden som kommer minst være det meget beskjedne at man i løpet av 30 år må kunne fullvitaminisere 100 % av boligmassen. Og jeg stiller det spørsmålet: Er dette mulig? Jeg vil svare et ubetinget *ja*.

Det regnes at boligene våre skal vare i 100 år — det har gjerne vært sånn passe mål her i Norge. Hvis man tar utgangspunktet i dette, så får man en bestemt bokostnad. Men setter vi oss som mål at de i stedet skal skiftes ut hvert 30. år, så vil dette bare betinge 3—4 % økede bokostnader. Og hvis vi ikke har råd til dette, hvis vi heller vil ha et TV-apparat, en finere bil i stedet for en folkevogn, så kan vi spare inn igjen disse 3—4 % bare ved å bringe byggeomkostningene ned 6—8 %, så er det hele gjort. Da kan vi skifte bolig og få ny bolig hvert 30. år istedenfor hvert 100. Så enkelt er det.

Hvis man tenker på at velstandsutviklingen går ganske raskt og at reallønnen stadig stiger, så behøver man ikke være vismann i noen som helst retning for å finne ut at om 30—40—50 år blir det uhorvelig dyrt å reparere, fordi dette alltid vil måtte være håndverk, mens derimot å bygge nytt vil være rasjonell masseproduksjon. Derfor blir det mye dyrere i fremtiden å pusse opp en leilighet enn å skifte den ut med en ny.

*Krav nr. 1* til Byggforskningen i 10-årene som kommer: Det gjelder å legge forholdene til rette så man kan bygge boliger hvor alt varer like lenge, sånn at alt blir utslitt samtidig, og ikke slik at noe varer i 100 år, noe i 10 år og noe 20 år. Boligene må bli utslitt omtrent samtidig; skal vi sette som mål 30 år?

Og så må *krav nr. 2* være at det bygges så enkelt og så fornuftig at man kan måke huset bort med en bulldozer, eller kanskje bruke en kjemisk væske til å blåse det bort! Tenk på hvor velgjørende, uforpliktende dette ville være for de stakkars planleggerne som i dag bommer på alle felter, og som kommer til å bomme enda mye mer



i fremtiden, fordi de ikke aner hva som vil være elementære krav til byplanlegging, til trafikk, kommunikasjoner osv. i tiden som kommer!

#### Arkitekt MNAL John Engh:

Jeg nevnte under åpningen av dette møtet at bygningsindustrien var en tilbaketilvendende industri. Det har man jo fått inntrykk av her i dag også, og det er med spesiell glede jeg har fulgt de inlegg som er fremført, fordi det er åpenbart at det hos våre forskere iallfall finnes både skapende evne og vilje til en videre utvikling i årene som kommer. Det blir opp til styret i Byggforskningen å legge til rette det *nodvendige økonomiske* grunnlag for denne virksomhet. I jubileumsåret er Byggforskningen i Norge på grunn av uheldige omstendigheter kommet i den situasjon at vår økonomi relativt sett er i tilbakegang. Vi lider dessuten av en akutt bolignød! En bolignød som også truer med å hemme utviklingen.

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, som vel må sies å være jubileumsbarnets far sammen med arkitekt Grimsgaard, har naturlig nok vist stor bekymring for disse vanskeligheter. Jeg vil derfor på ingen måte at dette skal betraktes som en kritikk av Rådets disposisjoner frem til i dag. Jeg tror at det er det styret som jeg representerer, som må ta hovedansvaret for disse forhold. Styrets oppgave i tiden fremover må derfor bli å fremme Byggforskningens idé, ikke overfor Rådet — det er unødvendig — men overfor den faglige og offentlige almenhet. Hvis vi løser den oppgaven riktig, er jeg overbevist om at almenheten vil sørge for at forskernes arbeidsforhold blir tilfredsstillende løst og at den videre utbygging av denne forskningsgren vil kunne fremmes på en harmonisk måte. Jeg tror aldri at denne forskningsgren noensinne vil gjøre krav på astronomiske bevilgninger; men jeg har allikevel lyst til å gjenta et astronomisk tall.

*7500 millioner kroner forbrukes årlig i bygg og anlegg.*

De totale forskningsbeløp som forbrukes ved alle Forskningsrådets institusjoner med tilknytning til byggefaget, ved Den tekniske høyskole, ved Landbrukshøyskolen og i selve industrien, er på ca. 7,5 mill. kroner. Herav forbruker Norges byggforskningsinstitutt 2,8 mill. Det vil si at *den samlede forskningsinnsats innenfor denne industrien er på knapt 1 % av produksjonsverdien*. Det er vel unødvendig å presisere at disse tall viser at *vår forskningsinnsats er uforsvarlig liten*. Jeg mener ikke at denne forskningsgren også skal veies i penger. Et forskningsbudsjett må tillate en har-

monisk vekst; men det må aldri ha en karakter som gjør at det kan hindre en slik vekst.

Tidlig i dag nevnte vi at bygningsindustrien representerer en storstilt feilinvestering, og jeg vil komme inn på noe av det som vi har hørt nu. Det har vært sagt at det bygges ca. 27 000 boliger i Norge hvert år, og vi er alle klar over at det burde bygges meget mer. Boligen er bl. a. husmorens arbeidsplass; men hovedmassen av den boligbygging som oppføres i dag, føres opp uten hensyn til dette forhold. Det blir bare tatt hensyn til arbeidsplassen i kjøkkenet, og det er antagelig fordi det er mannen som prosjekterer. De andre arbeidsfunksjoner som husmoren må utføre er det ikke tatt hensyn til, og det dreier seg dog om landets største arbeidsplass med ca. 1 mill. beskjeftigede! Videre er boligen belånt ut fra den forutsetning at den skal ha en funksjonstid på ca. 70 år. Men det tas, som vi har hørt, ikke hensyn til at disse boliger må forutsettes å gjennomgå en funksjonsendring i brukstiden.

Bygningene føres opp uten at det i detalj eller i helheten er utarbeidet forsvarlige byplaner. Dessuten er bygningene sikkert for dyre, fordi produksjonsteknikken er urasjonell. I det hele tatt er det ikke vanskelig å finne begrunnelse for at bygningsindustrien mot sin vilje medvirker til denne storstilte feilinvestering. Og disse forhold behøver ikke lenger å forties, for jeg tror at en meget vesentlig del av veien ut av dette uføre går gjennom en utvidet forskningsinnsats.

Byggforskningen i Norge i dag finansieres etter et relativitetsforhold til de totale arbeidslønninger. Det vil si at hvis vi løser en del av vår oppgave riktig, og er med på å redusere denne arbeidsinnsats i bygningsindustrien, da må vi også redusere våre forskningsbudsjetter! Det er åpenbart at denne finansieringsordning må endres eller suppleres. *Det må finnes nye veier for økt finansiering av en stadig tiltagende forskningsinnsats.*

Dessverre er byggforskningen ikke dramatisk i den forstand at den skaper de store øyeblikkelige sensasjoner. Men vi driver allikevel også med noe som heter romforskning, eller rettere sagt, det er vi som driver romforskning! Og det dreier seg ikke om en flukt fra jorden og ut i det såkalte ytre rom, men en meget jordbunden forskning av rommet her nede. I det hele tatt dreier det seg om forskning i menneskets omgivelser, i de rom som skapes i byplan og i det enkelte byggverk.

I denne politiske septemberuke tales det om planlegging for fremskritt og trivsel; men denne planlegging kan ikke føres inn i et riktig spor med mindre forskningsinnsatsen økes. Og jeg vil derfor som et motto for de neste 10 år sette: *Forskning for fremskritt og trivsel!*

**Direktør Karl Erikstad:**

Sivilingeniør P. E. Malmstrøm spurte: «Hvem i Norge har ansvaret for byggevirksomheten»? Han nevnte myndighetene først. Han burde faktisk ha nevnt dem sist. Jeg synes det er vi som bør ha ansvaret, og jeg vil slutte opp om det arkitekt Engh har sagt. Vi har hørt hvilken rolle byggevirksomheten spiller i samfunnet. Og vi har hørt det av en stortingsmann. Men har man på det hold tatt noen som helst konsekvens av dette forhold? Staten skal regulere byggevirksomheten gjennom vår bygningslovgivning; det er meget viktig. Men byggevirksomheten reguleres også mengdemessig gjennom politisk regulering. Det er, synes jeg, ganske fantastisk at man ikke kan se det forhold i øynene at den regulering som på politisk hold gjøres innenfor byggevirksomheten er et av de største stagnasjonsmomenter som vi har i virksomheten.

Jeg synes at Byggforskningen ved dette jubileet burde ha fått en gave. De ber ikke om gaver, de ber om ønsker for nye oppgaver. Jeg tror vi har fått så mye ut av dem at vi burde ha råd til å gi dem en gave. Da vil jeg oppfordre dem som er til stede til at vi forsøker å vise vår takknemlighet litt på det politiske plan. Jeg skulle ønske at politikerne vil innse at der må satses mer på byggforskning. Engh var inne på dette at vi må finne nye finansieringsmetoder hvis vi skal holde tritt i forskningen. Jeg synes det er ganske merkelig at innenfor fiskeri, innenfor landbruk, som, som næring betraktet, ikke er større enn byggevirksomheten, der diskuterer man og der satser man ganske alvorlig fra statens side. Skal det ikke være mulig å gjøre våre myndigheter oppmerksom på at der også må satses adskillig mer innenfor byggevirksomheten? Jeg synes dette skulle være en utfordring til oss alle sammen; og kan vi gjøre noe på dette området, så tror jeg det vil være en meget god gave ved Byggforskningens 10-års jubileum.

**Direktør Robert Major; Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Forskningsråd:**

Vi har i dag fått en fremtidsrettet oversikt over hvilke oppgaver Norges byggforskning sinstitutt bør ta seg av. En oversikt som vi alle har lyttet til med den største interesse.

Jeg har fått som oppgave ganske kort å forsøke å se det bilde som er rullet opp, i relasjon til hele vårt forskningsbilde med henblikk på å belyse hvilke muligheter som foreligger for at man skal kunne realisere den forskningsmessige utvikling innen bygg- og anleggssektoren som er skissert.

Vi vet jo alle at forskningen i dag er i en voldsom ekspansjon i de fleste land. Det som preger

utviklingen, er at forskningen tas i bruk i nesten alle næringer; den er blitt en integrerende faktor av virksomheten på nær sagt alle områder. Og dens voldsomme ekspansjon henger sammen med at når den drives på dyktig måte, har den vist seg som en effektivitetsfaktor som jeg vel kan si er uten sidestykke. Det format den er i ferd med å anta i de ledende land, illustreres ganske godt ved at man i USA nå anvender over 3 % av brutto nasjonalproduktet til forskning og utviklingsarbeider, og henved 10 % av statsbudsjettet ytes til slike formål. Andre land følger etter, og en rekke av dem bruker i dag mellom 1½ og 2½ % av brutto nasjonalproduktet til forsknings- og utviklingsarbeid.

Også vi her hjemme er jo med i denne utvikling, selv om formatet er mindre også relativt sett. Etter våre oppgaver anvendte vi i 1962 mellom 0,8 og 0,85 % av brutto nasjonalproduktet til forskning og utviklingsarbeid. Og selv om vi tar i betraktning at en langt større del av utgiftene i mange andre land går til militærforskning og romforskning enn hos oss, så ligger vårt tall ikke særlig høyt. For den del av forskningen som jeg kan kalle teknisk-naturvitenskapelig forskning og utviklingsarbeid, dvs. eksklusiv landbruksforskning, medisinsk forskning, sosialvitenskapelig forskning etc., så har vi en relativt god oversikt for 1962. Det var første gang vi gjorde en statistisk undersøkelse av hva industrien brukte. Det viser seg da at totalt innen denne sektor — industri og institutter tatt sammen — anvendte vi ca. 220 mill. kroner innen hele sektoren. Herav kom ca. 100 mill. fra industrien og henimot det tilsvarende beløp over statsbudsjettet.

La oss så se på bygg- og anleggssektoren. Her foregår jo forskningen i store trekk ved tre typer institusjoner. Det er for det første ved instituttene innen bygningsavdelingen ved Norge tekniske høyskole og ved Institutt for bygningsteknikk ved Landbrukshøgskolen på Ås, altså høyskolene. For det annet har vi våre sentrale forskningsinstitutter innen sektoren hvorav de viktigste jo er Norges byggforskning sinstitutt og Norges geotekniske institutt, hver med budsjetter på vel 2,5 millioner kroner, som nevnt. I denne kategori kommer vel nærmest også Vassdrags- og havnelaboratoriet ved NTH, som formelt sett er et høyskoleinstitutt, men som jo drives som et stort oppdragsinstitutt i SINTEF's regi. I tredje kategori kommer så det forskningsarbeid som drives av bedriftene selv. Dette omfatter både forskning i byggematerialindustrien og det forsknings- og utviklingsarbeid som drives i selve byggebransjen.

En helt nøyaktig oversikt over de totale forskningsinvesteringer innen hele bygg- og anleggs-

sektoren har vi ikke, men som det er nevnt av arkitekt Engh, så ligger nok tallet noe i underkant av 10 mill. kroner. Jeg tror kanskje jeg ville si at det ligger litt høyere enn det tall han nevnte, men det kommer litt an på hvilke poster man tar med. Det er en del grenseposter. Den største del av disse midlene, altså noe i underkant av 10 mill. kroner, anvendes i de sentrale forskningsinstituttene, delvis også ved høyskoleinstituttene. Etter de oppgaver vi har, er forskningsvirksomheten i bedriftene i denne bransje — altså det som foregår i selve bedriften av relativt beskjedent karakter. Dette henger vel delvis sammen med at de aller fleste av bedriftene i bygg- og anleggsbransjen er relativt små, og at de som har forskningsproblemer, i stor utstrekning kanalisere disse til våre institutter. Jeg vil imidlertid understreke at selv om bransjen kanskje ikke utfører så meget forskning i egen regi, så deltar jo bransjens folk på avgjørende måte i ledelsen av våre sentrale institutter. Og det er på mange måter imponerende å se det veldige arbeid som nedlegges av bransjens beste fagfolk i instituttenes styre, ved deres mange faglige utvalg. Herved sikres at de som kjenner hvor skoen trykker, også er med og utformer forskningsprogrammene, samtidig som kontakten mellom forskning og bransjen styrkes.

Det er naturlig at man spør seg selv om størrelsen av investeringen i forskningsvirksomheten innen bygg- og anleggssektoren er klokt avveiet. Det er spørsmål som nettopp er blitt berørt av de to siste talere, og det kommer jo da litt an på hva man ser det i relasjon til. Ser man det i relasjon til hele vår teknisk-naturvitenskapelige forskning, så utgjør den ca. 4 % av denne. Da vi vet at bygg- og anleggssektoren bidrar til vårt brutto nasjonalprodukt med 7,5 % og der er mange områder som bidrar til brutto nasjonalproduktet uten særlige forskningsproblemer, så er det jo klart at beløpet er meget beskjedent. Vi kan også se innsatsen i relasjon til de årlige totale investeringer i bygg- og anleggsektoren. For 1963 er som nevnt disse anslått til 7,5 milliarder kroner, og vår forskningsinnsats representerer jo da bare som arkitekt Engh nevnte vel 1 ‰, altså også i denne relasjon et meget beskjedent beløp. Nå kan man si at det essensielle er vel at vi vurderer forskningsinnsatsen i relasjon til de muligheter som foreligger for økt kvalitet og reduksjon av omkostninger innen bygge-

sektoren ved økt forskningsinnsats. Svaret her tror jeg har vært så klart sagt gjennom mange innlegg i løpet av dagen at jeg ikke behøver å si noe mer. Det er jo helt klart at også når vi ser det i den relasjon, er beløpet meget beskjedent. Vi må fortsatt bygge ut våre høyskoleinstitutter, slik at vi stadig kan heve standarden både for undervisningen som skaffer oss våre folk såvel til hele bransjen som til forskningen, og forskningen ved disse institutter.

Og videre må våre sentrale forskningsinstitutter fortsatt styrkes. Spesielt vil jeg peke på at nå er det nødvendig å bedre plassforholdene ved Norges byggforskningsinstitutt og Norges geotekniske institutt, et forhold som skulle bli betydelig bedret når Hallbygget i Forskningscenteret på Blindern, som vi planlegger å starte i høst, blir ferdig. Da vil det i hvert fall for en tid bli bedring; men det inntreffer i beste fall først om 2 år.

Det som vel imidlertid er det aller viktigste er at *bransjens egne folk fortsatt tar aktivt del i forskningsarbeidet*, både ved å delta i utformingen av forskningsinstituttene arbeid og ved å ta resultatene i bruk i den praktiske virksomhet. Det er klart at en større virksomhet vil kreve økte investeringer. I denne forbindelse vil jeg nevne at ved behandlingen av Forskningsrådets budsjett i Stortinget høsten 1962, ble det anmodet om at det skulle gis en oversikt over forskningen innen hele det felt Forskningsrådet bearbeider, og at det skulle trekkes opp planer for tiden fremover. Som ledd i dette arbeid settes nå i gang en utredning for hele bygg- og anleggssektoren, hvorved man får anledning til å trekke frem for myndighetene planer for det fremtidige arbeid og også forslag om hvorledes det bør finansieres. Her får man altså en regulær kanal som er åpnet ovenfra til å fremlegge hva vi mener er riktig, og jeg tror derigjennom at vi får et effektivt middel til å følge opp det de to siste talere har påpekt. Jeg tror at vi nå på basis av det grunnleggende arbeid som er utført gjennom de senere år, er kommet så langt at vi kan benytte denne anledning til å heve siktepunktet for hele vår virksomhet, slik som det er gjort her i dag.

Jeg føler meg overbevist om at så lenge det utføres godt arbeid og det legges gode og kloke planer, vil det bli mulig også å finne former for finansiering som vil gi et solid grunnlag for fortsatt forskningsmessig vekst i årene fremover.



# NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT

NORWEGIAN BUILDING RESEARCH INSTITUTE

POSTBOKS BLINDERN, OSLO 3—TEL.: 69 58 80

Instituttet utgir tre serier av publikasjoner som kan bestilles direkte fra instituttet, eller i bokhandelen.

The institute issues three series of publications obtainable directly from the institute, or through the booksellers.

## HÅNDBØKER HANDBOOKS

- 3 Puss i norsk klima — Plaster in Norwegian Climate. Sven D. Svendsen. 1954. 152 p. A5. English summary. N. kr. 16,—.
- 4 Dekkeforskaling — Form-work for Concrete Slabs. Einar Geirbo. 1955. 64 p. A5. English summary. N. kr. 8,—.
- 5 ABC, forkortet desimalklassifisering for byggefaget — ABC. Abridged Building Classification. 1956. 64 p. A5. N. kr. 20,—.
- 7 Lydisolering — og litt om akustikk — Sound Insulation — and Some Points on Acoustics. Gunnar Ø. Jørgen og Wilhelm Løchstøer. 1960. 222 p. A5. English summary. N. kr. 29,—.
- 10 Arbeidsstudienes anvendelse i bygningsindustrien — Work Studies in the Building Industry. Einar Gabrielsen. 1959. 140 p. A4. N. kr. 28,—.
- 11 Ikke-bærende yttervegger — Curtain Walls. Øivind Birkeland. 1960. 72 p. A5. English summary. N. kr. 8,—.
- 11 B Curtain Walls. Øivind Birkeland. 1962. 72 p. A5. In English. N. kr. 10,—.
- 12 Trehus 1961 — Frame Houses. Hans Granum og Sven Erik Lundby. 1961. 283 p. A5. English summary. N. kr. 29,—.
- 13 Driftskontroll av bygge- og anleggsmaskiner — Operation Control of Mechanical Plant for Building and Civil Engineering Work. Per Imsland. 1962. 49 p. A5. N. kr. 8,—.
- 14 Tegltransport på byggeplassen — Transport of Bricks on the Building Site. Einar Gabrielsen. 1962. 34 p. A5. N. kr. 6,—.
- 15 Vinduer — Tekniske og økonomiske synspunkter — Windows — Technical and Economical Aspects. Robert Wigen. 1963. 198 p. A5. N. kr. 29,—.
- 16 Gulvbelegg — Floor Covering. Rolf Schjødt. 1964. 125 p. A5. N. kr. 18,—.
- 9 Vanndampdiffusjonstall for papp og tre-fiberplater — Coefficient of Vapour Diffusion for Building Papers, Roofing Felts and Fibre Building Boards. Annanias Tveit. 1954. 14 p. A4. English summary. N. kr. 5,—.
- 10 Montasjedekker — Prefabricated Floor Systems. Rolf Schjødt. 1954. 22 p. A4. English summary. N. kr. 5,—.
- 12 Mørtel og betong i avbindingsstadiet — Behaviour of Mortars and Concrete During Set. Audun Øfjord. 1955. 28 p. A4. English summary. N. kr. 7,50.
- 13 Slagregn i Norge — Driving Rain in Norway. Sverre Hoppstad. 1955. 100 p. A4. English summary. N. kr. 15,—.
- 14 Oppdriftsventilasjon — Natural Ventilation. Hallvard Hagen. 1954. 10 p. A4. N. kr. 5,—.
- 15 Fuge mellom karm og vegg — Tightness of Joint between Window Frame and Wall. Øivind Birkeland og Robert Wigen. 1955. 18 p. A4. English summary. N. kr. 7,50.
- 16 Støy i boliger — Noise in Dwellings. Gunnar Ø. Jørgen. 1955. 32 p. English summary. N. kr. 10,—.
- 17 Brannforsk med yttervegger av tre — Fire Tests of Exterior Framed Walls. Hans Anton Bakke. 1955. 38 p. A4. English summary. N. kr. 10,—.
- 18 Vindusomramninger i trehus — Window Casings in Framed Houses. Sven Erik Lundby og Robert Wigen. 1956. 37 p. A4. English summary. N. kr. 10,—.
- 19 Småhus med og uten kjeller på fjelltomt — One-family Houses, with and without Basements, on Bedrock Sites. Sven Erik Lundby. 1956. 29 p. A4. English summary. N. kr. 10,—.
- 21 Varmeutvekslingen i bygninger og klimaet — Heat Exchange in Buildings and the Climate. Thor Werner Johannessen. 1956. 256 p. A4. Innbundet. English summary. N. kr. 98,—.
- 22 Målinger av luftlydisolasjon i bolighus — Airborne Sound Measurements in Dwellings. Reno Berg og Einar Høy. 1956. 44 p. A4. English summary. N. kr. 12,50.
- 23 Målinger av bankelyd i bolighus — Impact Sound Measurements in Dwellings. Reno Berg og Einar Høy. 1956. 23 p. A4. English summary. N. kr. 7,50.
- 26 Nedbøyning av trebjelkelag — Deflection Characteristics of Wood-joint Floors. Henry Hansen. 1958. 34 p. A4. N. kr. 12,50.
- 27 Ventilert og unventilert Flat Compact Roofs. Jacob Holmgren og Trygve Isaksen. 1959. 159 p. A4. In English. N. kr. 28,—.
- 28 Vinduer av tre — Wooden Windows. Robert Wigen. 1958. 50 p. A4. N. kr. 18,—.
- 29 Undersøkelse av varmekonsum ved ovnsfyring og elektrisk oppvarming i 2-mannsboliger og rekkehus — Heat Consumption in Dwellings with Stoves or Electric Heating. Hallvard Hagen. 1958. 32 p. A4. N. kr. 12,50.
- 30 Klimaets innflytelse på betonghulsteinsveggers varmeisolasjon — Influence of the Climate on the Thermal Resistance of Hollow Block Walls. Annanias Tveit. 1959. 52 p. A4. English summary. N. kr. 14,—.
- 32 An Investigation of Glazing Sealants and Installation Methods for Factory-sealed, Double-glazed Units. Tore Gjelsvik. 1961. 28 p. A4. In English. N. kr. 15,—.
- 33 Tests with Factory-sealed, Double-glazed Window Units. Tore Gjelsvik. 1962. 12 p. A4. In English. N. kr. 6,—.
- 34 Rapport fra litteraturundersøkelse vedrørende elementbyggingen i Norden, spesielt i boligblokksektoren — Report of Literature Study Relating to Prefabrication in Scandinavia, Especially in Tenement House Construction. Olav Flo. 1962. Del 1—3. 111 p. A4. N. kr. 29,—.
- 35 Myndighetenes krav til boligplanen — Building Codes for Dwellings. Ved Carsten Boysen. 1962. 31 p. A4. N. kr. 15,—.
- 36 Rain Penetration Investigations. Øivind Birkeland. 1963. 27 p. A5. In English. N. kr. 8,—.
- 37 Supplementary Investigations Concerning Glazing Sealants and Installation Methods for Factory-sealed, Double-glazed Units. Tore Gjelsvik. 1963. 12 p. A4. In English. N. kr. 6,—.
- 38 The Missing Links in the Planning of Sound Insulation in Buildings. Gunnar Ø. Jørgen. 1963. 24 p. A4. In English. N. kr. 15,—.
- 39 Fukt og fukttransport i porøse materialer — Moisture and Migration of Moisture in Porous Materials. Annanias Tveit. 1964. 18 p. A4. N. kr. 8,—.

## SÆRTRYKK REPRINTS

- 6 Jordhus — Earth Houses. 1952. 11 p. English summary. N. kr. 2,—.
- 8 Måling av varmegjennomgangstall for vegger og bjelkelag i trehus ved hjelp av termo-elektriske varmestromsmålere — Measuring Thermal Transmittance in Walls and Flooring of Frame Houses, Utilizing Thermo-electric Heat Flow Gauges. Annanias Tveit. 1953. 6 p. English summary. N. kr. 1,50.
- 11 Produktiviteten i bygningsindustrien — Productivity in the Building Industry. Jan F. Reymert. 1954. 9 p. English summary. N. kr. 1,50.
- 17 Sandens korngredning og mørtelfasthet — Sand Gradation and the Strength of Mortars. Henry Hansen. 1955. 15 p. English summary. N. kr. 1,50.
- 24 Hus i hardt klima — Houses in Severe Climate. Gunnar Ø. Jørgen. 1957. 15 p. N. kr. 3,—.
- 25 Kneknning av vegger av uarmert betong — Buckling of Un-reinforced Concrete Walls and Columns. Rolf Schjødt. 1958. 5 p. N. kr. 2,—.
- 28 Nedbøyning av trebjelkelag — Deflection Characteristics of Wood-joist Floors. Henry Hansen. 1958. 10 p. N. kr. 2,—.
- 30 Nyere metoder i betongbyggeri — New Methods in Concrete Building Construction. Fra NBI's kurs i mai, 1957 — From NBRI's course in May, 1957. 1958. 117 p. N. kr. 20,—.
- 32 Kvalitetsprøving og montering av vann- og avløpsledninger i plast — Quality Testing and Installation of Plastic Water and Sewage Pipes. Tore Røsrud. 1959. 8 p. N. kr. 2,—.



- 33 Fasthetskrav til undergulv og gulvbelegg — Strength Requirements in Flooring and Subflooring. Rolf Schjødt. 1958. 2 p. N. kr. 2,—.
- 36 Kraninnsats for byggeføtet Bøler — Construction with Building Cranes at Bøler. Reidar Hugsted. 1959. 12 p. N. kr. 2,—.
- 37 Dobbeltkrumme skalltak av tre — Hyperbolic Paraboloid Shell Roofs in Wood. Rolf Schjødt. 1959. 4 p. N. kr. 2,—.
- 38 Undersøkelse av varmegjennomgang i vegger — Investigation of Heat Transmittance in Walls. Annanias Tveit. 1959. 8 p. N. kr. 2,—.
- 40 Kondens i skorsteiner — Condensation in Chimneys. Hallvard Hagen. 1960. 11 p. N. kr. 2,—.
- 43 Krav til gulvbeleggs mykhet — Softness Requirements for Floor Coverings. Rolf Schjødt. 1960. 7 p. N. kr. 2,—.
- 44 Spikerfasthet hos trefiberplater og trefiberplater som sideavstivning i bindingsverksvegger — Nailing of Fibreboards. Fibreboards as Lateral Bracing in Framed Walls. Hans Granum og Olav Vikøren. 1960. 12 p. N. kr. 2,—.
- 45 Aluminiumvinduer — Aluminium Windows. Trygve Isaksen. 1960. 16 p. N. kr. 2,—.
- 46 Measurements of Human Reaction to Hardness of Floor Covering. Rolf Schjødt. 1960. 4 p. In English. Bibliographic references. N. kr. 3,—.
- 47 Plastrør i boligblokk — Plastic Plumbing in a Block of Flats. Tore Røsrud. 1960. 7 p. N. kr. 2,—.
- 49 Drenering av bygninger — Drainage Around Buildings. Ove Eide og Sverre Skaven-Haug. 1961. 7 p. N. kr. 2,—.
- 50 Undersøkelse av kitt-typer og innsetningsmetoder for isolerglass. — An Investigation of Glazing Sealants and Installation Methods for Factory-sealed, Double-glazed Units. Tore Gjelsvik. 1961. 15 p. N. kr. 2,—.
- 52 Klimaets og utførelsens innflytelse på varmegjennomgangen i lettbetongvegger — Influence of Climate and Workmanship on the Thermal Transmittance of Lightweight Concrete Walls. Annanias Tveit. 1961. 7 p. N. kr. 2,—.
- 54 Krav til innvendige kleddningsmaterialer — Quality Requirements for Interior Cladding Materials. Henry Hansen. 1961. 8 p. N. kr. 2,—.
- 55 Totningslister for vinduer — Weather-strips for Windows. Margrete Dalaker. 1961. 8 p. N. kr. 2,—.
- 56 Terminplaner — Planning and Programming for Building and Construction Work. Reidar Hugsted. 1961. 14 p. N. kr. 2,—.
- 57 Puss-skader. Årsaker og reparasjon — Defective Rendering. Causes and Remedies. Sven D. Svendsen. 1961. 17 p. N. kr. 3,—.
- 58 Strength and Stiffness of Glued Laminated Timber Beams. Johannes Moe. 1961. 13 p. In English. N. kr. 3,50.
- 58 B Laminerte trekonstruksjoners stivhet og styrke. Johannes Moe. 1961. 8 p. N. kr. 2,—.
- 59 Avretting og glatting av betongdekker — Truing and Finishing of Concrete Floors. Harald Senstad. 1961. 8 p. N. kr. 2,—.
- 60 Romdimensjonerende møbelmål — Furniture and Room Sizes. Kurt Jørgensen. 1961. 5 p. N. kr. 2,—.
- 61 Hvordan forenkler man rørinstallasjonene og unngår støy? — Simplification of Sanitary Installations and Avoidance of Noise. Tore Røsrud. 1961. 8 p. N. kr. 2,—.
- 62 Framdriftsplan og framdriftskontroll — Progress Schedule and Progress Control. Harald Senstad. 1961. 7 p. N. kr. 2,—.
- 63 Vedlikehold av bygninger — Maintenance of Buildings. Costs and Savings. Meise Jacobsson. 1961. 9 p. N. kr. 2,—.
- 64 A Study of Nail-glued Timber Truss Joints. Johannes Moe. 1962. 10 p. In English. N. kr. 3,50.
- 65 Styrkeprøving av vinduer — Testing of Strength and Stiffness of Windows. Petter Lossius. 1962. 7 p. N. kr. 2,—.
- 66 Spikerlimte trekonstruksjoner — Nail-glued Timber Constructions. Granum, Moe and Sivertsen. 1962. 21 p. N. kr. 3,50.
- 67 The Mechanism of Failure of Wood in Bending. Johannes Moe. 1962. 16 p. In English. N. kr. 3,—.
- 69 Prefabrikasjonsmetoder på varme- og sanitærområdet i Sverige — Prefabrication Methods in the Heating and Plumbing Field in Sweden. Erik Gabriëlsson. 1962. 14 p. N. kr. 2,—.
- 70 Avretting av betonggulv — Truing of Concrete Floors. Sven D. Svendsen. 1962. 8 p. N. kr. 2,—.
- 71 Moderne husbyggingsteknikk — Recent Technical Developments in House Construction. Fra NIF's og NBI's kurs i november. 1961. 1962. 102 p. N. kr. 24,—.
- 72 Lydisolasjon i betongbygg — Sound Insulation in Concrete Buildings. Gunnar Ø. Jørgen. 1962. 10 p. N. kr. 2,—.
- 73 Dimensjonering av laste- og transportstyr ved masseforflytning — Optimal Utilization of Trucks and Excavators. Reidar Hugsted. 1962. 4 p. A4. N. kr. 2,—.
- 74 Industriegulv — Quality Requirements for Flooring in Factory Buildings. Rolf Schjødt. 1963. 8 p. A4. N. kr. 2,—.
- 75 Valg av gulvbelegg — Quality Requirements for Floor Coverings. Rolf Schjødt. 1963. 7 p. A4. N. kr. 2,—.
- 76 Bruk av MTM-systemet i bygningsindustrien — Application of the MTM System in the Building Industry. Brynjulv Slettebø. 1963. 4 p. A4. N. kr. 2,—.
- 77 Det kalde taks funksjon — Cold roofs. Eirik Finne. 1963. 10 p. A4. N. kr. 2,—.
- 78 Tids- og arbeidsplanlegging — Planning and Programming. Johan K. Bø. 1963. 7 p. N. kr. 2,—.
- 79 Supplerende undersøkelser av kitt-typer og innsetningsmetoder for isolerglass — Supplementary Investigations Concerning Glazing Sealants and Installation Methods for Factory-sealed, Double-glazed Units. Tore Gjelsvik. 1963. 10 p. A4. N. kr. 2,—.
- 80 Norwegian Test Methods for Rain Penetration Through Masonry Walls. Øivind Birke-land og Sven D. Svendsen. In English. 1963. 15 p. A5. N. kr. 3,—.
- 81 Vurdering av boligens bruksverdi — metodespørsmål — Evaluation of the Functional Qualities of the Dwelling — Meth-
- ods. Roar Bjørkto. 1963. 16 p. A4. N. kr. 2,—.
- 82 Gangprøve på betongheller — Walking Tests on Concrete Floors. G. Elwin Myhr-vold. 1963. 2 p. A4. N. kr. 2,—.
- 83 Belastningsforsøk med bjelker av betong-blokker, prefabrikerte betongsyler og montasjedekke — Loading Tests with Concrete Beams, Pre-fabricated Concrete Pillars and Floors. Henry Hansen og Leif Fahre. 1963. 9 p. A4. N. kr. 2,—.
- 84 Kondensering på grunn av luftgjennomgang i tak — Condensation Caused by Air Flow Through Roofs. Eirik Finne. 1964. 16 p. A4. N. kr. 2,—.
- 85 Farver og porer i betongoverflater — Colouring and Pores in Concrete Surfaces. Rolf Schjødt. 1964. 8 p. N. kr. 2,—.
- 86 Glassfalsor og glasslister for forseglede ruter — Glazing Rebates and Glazing Beads for Sealed Glass Units. Tore Gjelsvik. 1964. 16 p. A4. N. kr. 2,—.
- 87 Støy i rørinstallasjoner — Noise from Sanitary Installations. Kjell Jørgensen. 1964. 8 p. A4. N. kr. 2,—.
- 88 Krymping og svelling i trevirke — Shrink-ing and Swelling in Wood. Einar Geirbo. 1964. 7 p. N. kr. 2,—.
- 89 Et eksempel på kontroll av prefabrikerte betongelementer — Dimension Control of Prefabricated Concrete Building Units. Brynjulv Slettebø. 1964. 8 p. N. kr. 2,—.
- 90 Byggeforskningen ser fremover — Norwegian Building Research Institute Looks Ahead. Foredrag og diskusjon på Bygg-forskningsdagen i Oslo, 19. sept. 1963. 1964. 48 p. N. kr. 15,—.

#### UTENFOR SERIENE SPECIAL PUBLICATIONS

Byggdetaljblad, 1958 — Architectural Data Sheets, 1958 —. En serie læsblad med tegninger og beskrivelser for utførelse av vanlige husbyggingsdetaljer. To utgivelser pr. år. Løssalg kr. 1,50—5,00 pr. stk. Abonnement ca. kr. 60,— pr. år. Permer kr. 27,50 fritt tilsendt. Bestillinger bare direkte til NBI.

The Architectural Data Sheets are a loose-leaf series with illustrated data for constructional details in house-building. Two issues per year. Single sheets N. kr. 1,50—5,00. Annual subscription roughly N. kr. 60,—. Cover N. kr. 27,50, postage included. Order direct to NBI only.

Byggglitteratur — Building Abstract Service. Byggglitteratur gir referater av alle viktige publikasjoner og artikler på bygningsområdet i de fire deltakerlandene Danmark, Finland, Norge og Sverige. Utsendes 4 ganger pr. år med tilsammen ca. 200 referater à 100—200 ord. Abonnement tegnes direkte til NBI. Kr. 29,— pr. år.

Building Abstract Service brings abstracts of all essential books and articles published in the participating countries which are Denmark, Finland, Norway and Sweden. Published quarterly with an annual total of roughly 200 abstracts, each abstract 100—200 words. Subscription direct to NBI only, annual fee N. kr. 29,—.

Årsberetninger — Annual Reports.

NBI's publikasjoner bestilles hos Norges byggforskningsinstitutt, Postboks Blindern, Oslo 3, hos A/S Byggtjeneste, Haakon VII's gt. 2. Oslo, eller gjennom bokhandel. Byggdetaljbladene kan bare bestilles direkte hos NBI.

Abonnement kan tegnes på NBI-seriene Rapporter, Håndbøker. (Anvisninger), Byggdetaljblad og Byggglitteratur.

The publications can be ordered at the Norwegian Building Research Institute, Postboks Blindern, Oslo 3, Norway. Subscription can be made for Reports, Handbooks, Architectural Data Sheets and Building Abstract Service.