

BMF-BETÆNKNING

Byggematerialeforskningen

I DANMARK

Afgivet af BMF Byggematerialeforskningsudvalget, nedsat af
ATV Akademiet for de tekniske Videnskaber i samarbejde med
SBI Statens Byggeforskningsinstitut København 1972

BMF-BETÆNKNING

Byggematerialeforskningen

I DANMARK

Fra BMF-udvalget foreligger også:

BMF-VEJVISER

Byggematerialeforskningen i Danmark

En oversigt over 31 offentlige og private institutioners forskning, prøvning og dokumentation på byggematerialeområdet

Redigeret af Morten Frøsig og Jørgen Høg

BMF-vejviser og BMF-betænkning fås hos:

AKADEMIET FOR DE TEKNISKE VIDENSKABER

Lundtoftevej 266, 2800 Lyngby

Telefon: (01) 88 13 11 og

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Borgergade 20, 1300 København K

Telefon: (01) Minerva 5630

Pris:

BMF-vejviser 20 kr.

BMF-betænkning 30 kr.

-9. JUN 1972
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

00982 P

Afgivet af BMF Byggematerialeforskningsudvalget, nedsat af
ATV Akademiet for de tekniske Videnskaber i samarbejde med
SBI Statens Byggeforskningsinstitut København 1972

Indhold

	Side
Forord	5
1. Indledning	6
1.1 Udvalgets kommissorium, finansiering og sammensætning	6
1.2 Afgrænsning af emnet	8
2. Konklusioner og forslag	9
2.1 Byggematerialeforskningens udvikling mod tværdisciplinær materialevidenskab	9
2.2 Byggeriets industrialisering stiller krav til byggematerialeforskningen	10
2.3 Industrialiseringen kan medføre øget import af materialer til byggeriet	11
2.4 Oprettelse af et rådgivende byggematerialecenter under UNIDO ..	12
2.5 Vilkaerne for en øget indsats på byggematerialeforskningsområdet	13
2.6 Byggematerialeforskningens omfang og placering	13
2.7 Særlige områder for offentlig forskning	15
2.8 Koordinering af forskningen	16
2.9 Uddannelse af byggematerialespecialister	16
3. Byggematerialesituationen	18
3.1 Omfanget af produktion, import og eksport af byggevarer	18
3.2 Behov for boligbyggeri	23
3.3 Udviklingstendenser inden for byggematerialeområdet	23
3.4 Råmaterialesituationen i Danmark	27
3.5 Oprettelse af et rådgivende byggematerialecenter under UNIDO ..	30
4. Byggematerialeforskning	32
4.1 Byggematerialeforskningen i dag	32
4.1.1 Omfanget af forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet	33
Offentligt og delvis offentligt finansierede institutioner	35
Private erhvervsvirksomheder	40
Samlet oversigt	45

4.1.2 Omfanget af danske erhvervsvirksomheders byggematerialeforsknings- og udviklingsindsats i forhold til andre branchers forsknings- og udviklingsindsats i ind- og udland	47
4.1.3 Eksisterende muligheder for offentlig støtte til teknisk forskning og udviklingsarbejde	52
4.1.4 Kontaktservice	55
4.2 Byggematerialeforskningen i fremtiden	55
4.2.1 Private erhvervsvirksomheders forskning, udviklingsarbejde og konsultative arbejde	57
4.2.2 Offentlig forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde	59
4.2.3 Centraliseret eller decentraliseret byggematerialeforskning ..	60
4.2.4 Funktionsspecifikationer	63
4.2.5 Indarbejdelse af nye udførelsesmåder og produkter i byggeriet	64
5. Uddannelse	66
5.1 Det fremtidige behov for byggematerialespecialister	66
5.2 Uddannelse på Danmarks tekniske Højskole og Danmarks Ingeniørakademi	68
5.3 Uddannelse på teknika	72
5.4 Uddannelse på statens arkitektskoler i Århus og København	73
5.5 Erhvervsforskeruddannelsen	74
5.6 Ekstraordinær indsats for at øge antallet af materialespecialister ..	75
Appendiks 1 Omfanget af produktion, import og eksport af varer til husbygning	77
Appendiks 2 Personale til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i institutioner og erhvervsvirksomheder	83
Appendiks 3 Antallet af byggematerialespecialister i 72 institutioner og erhvervsvirksomheder i 1969 og behovet for tilgang i perioden 1969–74	85
Appendiks 4 Gæsteforsker- og praktikantarrangementer, doktordisputatser m. v.	87
Litteraturliste	91

ISBN 87 563 0088 3

Forord

Byggematerialeforskningen i Danmark har i de senere år givet anledning til debat og overvejelser af både forskningsteknisk, økonomisk og faglig karakter.

I 1964 nedsatte Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd efter samråd med Statens Byggeforskningsinstitut et udvalg, der fik til opgave at undersøge problemer vedr. byggematerialeforskningen. To år senere afgav udvalget en betænkning, hvori der – efter analyser af byggematerialeforskningen i udlandet og forsøgsvis opstilling af prognoser for det fremtidige forskningsbehov i Danmark – blandt andet blev stillet forslag om oprettelse af et selvstændigt offentligt institut for byggematerialeforskning.

Sagen blev efter forslag fra Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd viderebehandlet i Akademiet for de tekniske Videnskaber, der efter en række overvejelser og forhandlinger kom frem til, at forudsætningerne for oprettelse af et selvstændigt byggematerialeforskningsinstitut havde ændret sig under sagens behandling i en sådan grad, at det var nødvendigt at tage spørgsmålet om byggematerialeforskningens vilkår i Danmark op til fornyet overvejelse.

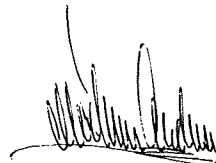
På denne baggrund nedsatte Akademiet for de tekniske Videnskaber i samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut i november 1968 et udvalg kaldet BMF-udvalget og pålagde det at arbejde videre med sagen under hensyn til dennes ændrede perspektiver.

Udvalget afgiver herved sin betænkning.

Ved udarbejdelsen af betænkningen har det været målet dels at belyse og løse de i kommissoriet stillede opgaver og dels gennem udvalgets undersøgelser at indsamle et materiale, der er generelt oplysende om byggemateriale-situationen i Danmark og kan tjene som grundlag for en fortsat debat om dansk byggematerialeforskning.

Lyngby, den 11. januar 1972.

p.u.v.



M. Folmer Andersen

1. Indledning

1.1 Udvalgets kommissorium, finansiering og sammensætning

ATV's akademiråd vedtog på sit møde den 22.10.1968 at etablere et udvalg med

- Navn:** Byggematerialeforskningsudvalget med kortnavnet BMF-udvalget
- Organisation:** BMF-udvalget er nedsat af Akademiet for de tekniske Videnskaber i samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut.
- Opgave:** At fremme udbygningen af byggematerialeforskningen i Danmark til gavn for dansk byggeri og byggeindustri
- Delopgaver:**
- at tilvejebringe en vejledende oversigt over allerede foreliggende muligheder for at få udført erhvervsbetonet byggematerialeforskning,
 - at etablere en kontaktservice for mere effektiv erhvervsudnyttelse af eksisterende specialviden, specialapparatur samt af bestående forskningsmuligheder
 - at søge etableret en specialuddannelse for unge ingeniører, kemikere og andre med henblik på beskæftigelse i erhvervenes teknologiske udviklingsarbejde og som grundlag for rekruttering med henblik på øget forskningsindsats inden for erhvervet,
 - at fremlægge forslag til supplerende eller udbygning af eksisterende forskningsfaciliteter på byggematerialeområdet i Danmark,
 - på grundlag af indvundne erfaringer, herunder ikke mindst i henseende til formidling af forskningsopgaver, jvf. pkt. b) at fremlægge en bedømmelse af, i hvilket tempo og under hvilke former yderligere investeringer bør gøres i forskningen til gavn for dansk byggeris konkurrenceevne, f.eks. i form af et særligt byggematerialeforskningsinstitut.
- Finansiering:** Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd har finansieret udvalgets arbejde og den under kommissoriets pkt. c) nævnte specialuddannelse.

- Udvalgsmedlemmer:**
- M. Folmer Andersen*, (formand), rådgivende civilingeniør,
 - Philip Arctander*, (næstformand), direktør, arkitekt m. a. a., Statens Byggeforskningsinstitut,
 - Georg Christensen*, afdelingsleder, civilingeniør, Statens Byggeforskningsinstitut¹⁾
 - Henry Dührkop*, laboratoriechef, civilingeniør, Kalk- og Teglværkslaboratorier,
 - Torben C. Hansen*, professor, tekn. dr., Danmarks tekniske Højskole,
 - G. M. Idorn*, laboratoriechef, dr. techn., Betonforskningslaboratoriet Karlstrup,
 - Arno Jensen*, direktør, civilingeniør, Larsen & Nielsen Constructor A/S,
 - A. Chr. Knudsen*, direktør, tidl. Jydsk Teknologisk Institut,¹⁾
 - Morten Knudsen*, direktør, Teknologisk Institut,¹⁾
 - Vagn Korsgaard*, professor, civilingeniør, Danmarks tekniske Højskole,
 - Ebbe W. Langer*, professor, dr. techn., Danmarks tekniske Højskole,
 - E. Lavbjerg Madsen*, afdelingsingeniør, civilingeniør, DSB,
 - P. Marke*, civilingeniør, dr. phil., Birch & Krogboe, Rådgivende ingeniørfirma,¹⁾
 - Poul Nerenst*, direktør, civilingeniør, Henriksen & Henriksen I/S,
 - Børge Nissen*, direktør, A/S Ålborg Portland-Cement-Fabrik,
 - Hans Pauly*, professor, dr. phil., Danmarks tekniske Højskole,
 - Niels Munk Plum*, civilingeniør,²⁾
 - Ervin Poulsen*, ingeniørdocent, civilingeniør, Danmarks Ingeniørakademi,
 - K. A. Simonsen*, professor, mag. scient., Danmarks tekniske Højskole.

¹⁾ Direktør A. Chr. Knudsen og civilingeniør P. Marke deltog i udvalgets indledende arbejde, men udtrådte efter eget ønske af udvalget. I stedet indtrådte afdelingsleder, civilingeniør Georg Christensen, Statens Byggeforskningsinstitut og direktør Morten Knudsen, Teknologisk Institut.

²⁾ Civilingeniør Niels Munk Plum ønskede ikke at indtræde i udvalget.

Forretningsudvalg: M. Folmer Andersen (formand)
Philip Arctander (næstformand)
Torben C. Hansen
G. M. Idorn
Ervin Poulsen

Som udvalgets sekretær fungerede i det første halve år civilingeniør *Morten Frøsig*. I resten af perioden har civilingeniør *Jørgen Høg* fungeret som sekretær.

Udvalget har i forbindelse med behandlingen af uddannelsesspørgsmål konsulteret:

Direktør, *Aldo Eggers*, Dansk Urethan Industri A/S,
Docent, civilingeniør *Hans Jørgen Larsen*, Danmarks tekniske Højskole,
Direktør, dr. techn. *Børge Lunn* A/S Nordisk Kabel- og Trådfabrikker,
Underdirektør *Poul Skjoldborg*, A/S Ålborg Portland-Cement-Fabrik.

Endvidere er der fra mange sider stillet oplysninger til rådighed, der har været nødvendige for udarbejdelsen af betænkningen. Udvalget takker alle, der på denne måde har bidraget til opgavens løsning.

1.2 Afgrænsning af emnet

Betænkningen omhandler i det store og hele kun byggematerialeforskningen i Danmark. Byggematerialeforskningen i en række andre lande er beskrevet i den tidligere betænkning om byggematerialer (1).

Med hensyn til begrebet byggematerialer findes der næppe nogen skarp definition. Udvalget har ved *byggematerialer* forstået de substanser, de enkelte byggevarer består af eller er fremstillet af. De varer, der er medregnet til byggevarer, er i alt væsentligt nævnt i appendiks 1. Kun varer, der anvendes til *husbygning*, medregnes som byggevarer. Varer til anlægsarbejder er således ikke her medregnet til byggevarer. Når udvalget i første række har valgt at afgrænse emnet til husbygningsmaterialer, skyldes dette bl.a., at det formodentlig vil være på dette område, at der vil ske den største udvikling i de kommende år.

I betænkningen er der anvendt begreberne: Grundforskning, anvendt forskning, udviklingsarbejde samt konsultation og rådgivning. Disse begreber er defineret i afsnit 4.1.1.

Hvor intet andet fremgår af sammenhængen, er ordet "forskning" dog anvendt som sammenfattende begreb for ovenstående begreber.

(1) Betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd. København, februar 1966.

2. Konklusioner og forslag

2.1 Byggematerialeforskningens udvikling mod tværdisciplinær materialevidenskab

Medens byggematerialeområdet tidligere var præget af, at ny viden hovedsageligt måtte erhverves gennem empirisk forskning og langsom akkumulering af praktiske erfaringer fra byggevirksomhed, har udviklingen i de senere år i højere grad været baseret på grundvidenskabelig forskning.

Inden for rumforskningen og den elektroniske industri er der i 1950'erne og 1960'erne sket en udvikling på materialeområdet, som kan betegnes som revolutionerende. Denne udvikling er muliggjort gennem tværdisciplinært forsknings-samarbejde (MATERIALS SCIENCE).

Byggematerialeforskningen har hidtil kun i ringe omfang været med i denne udvikling, men der er nu stærke tendenser i retning af dels at gøre brug af den hurtige udvikling af hjælpediscipliner, og anvendelse af avanceret apparatur og databehandling, dels at anvende de resultater, der er opnået på andre materialeområder, med henblik på at styrke forskningen og imødekomme industriens voksende behov for et mere dybtgående materialekendskab.

Såvel forskningsindsatsen som den teknisk-videnskabelige uddannelse må i fremtiden orienteres mod tværdisciplinær materialevidenskab med byggeteknisk orientering.

Et materialevidenskabeligt miljø, der går på tværs af gamle faggrænser, er endnu ikke etableret i Danmark. Der synes imidlertid nu at være betingelser til stede for udvikling af et sådant miljø, som kan få stor betydning for byggematerialeforskningens videre vækst både i omfang og kvalitet.

Forslag A: *BMF-udvalget anbefaler, at der ydes faglig, økonomisk og personalemæssig støtte til den igangværende udvikling – især Se afsn. 5.0, 5.1 og 5.2 på Danmarks tekniske Højskole og Danmarks Ingeniørakademi – mod etablering og udbygning af et forsknings- og uddannelsesmiljø, der orienterer sig mod materialevidenskab i et tværdisciplinært samarbejde.*

2.2 Byggeriets industrialisering stiller krav til byggematerialeforskningen

I det traditionelle byggeri er materialeforbruget især til råhuset så stort, at man overalt i verden har været henvist til at benytte sig af de materialer, som findes på stedet i rigelige mængder. I Danmark er landets væsentligste råmaterialer ler, kalk og grus – og heraf afledt tegl, cement, beton m. v.

På grundlag af disse materialeforekomster samt god teknisk viden har Danmark udviklet en høj teknologisk standard med hensyn til teglsten og murværk, cement og betonelementer osv. Det har imidlertid ikke været muligt at eksportere de forædlede materialer og komponenter i større omfang, bl.a. fordi transporten er for dyr i forhold til produktets værdi. Derimod har produkter af træ og andre materialer i højere grad været genstand for international samhandel på grund af fordelagtige relationer mellem pris og vægt.

Øget industrialisering af byggeriet kræver bl.a. udvikling af produkter med større markedsradius, dvs. lettere komponenter med højere præfabrikeringsgrad. Dette indebærer nye krav til byggematerialeforskningen. Disse krav forstærkes af, at en del af de hidtidige råmaterialer kan blive en mangelvare (sten og grus). Gennem byggematerialeforskningens bidrag til materiale-teknologien i de kommende år vil også nye materialetyper kunne udvikles, dvs. nye råmaterialeressourcer kunne tages i brug. Byggeriets vækst kan i fremtiden medføre, at materialeforbruget må planlægges med hensyntagen til konsekvenserne for de naturlige ressourcer og genanvendelsesmuligheder ved forældelse eller destruktion. Dette forhold rejser nye krav til forskning og uddannelse på en række områder.

Forslag B: *Til støtte for den industrielle udvikling vil det være ønskeligt, at byggematerialeforskningen indstilles på løsning af de problemer, der opstår under den igangværende udvikling af traditionelle tunge råmaterialers anvendelse i lettere byggematerialer og komponenter, som er mere velegnede for industriel komponentproduktion og industrielle byggemetoder. Eksempler på en sådan udvikling findes allerede i letbeton, mineraluld og ekspanderet ler.*

Udvalget anser det endvidere for nødvendigt, at der sker en intensivering af forskningsindsatsen vedr. anvendelse i bygge-

riet af materialer som f.eks. plast, metaller og cellulosebaserede materialer, der er velegnede til industriel produktion (ekstrudering, presning, vacuumformning, støbning etc.). Denne forskning må bl.a. klarlægge, hvorledes tunge bygningsdele kan erstattes af lettere, uden at opfyldelsen af andre funktionskrav tilsidesættes.

Se afsn.
4.2.4

Forslag C: *Det offentlige bør være opmærksom på råmaterialeforbrugets konsekvenser for de naturlige ressourcer og inddrage problematikken omkring udnyttelsen af disse i by- og landsplanlægningen. En forskningsindsats omkring genanvendelsesmuligheder ved forældelse og destruktion må anses for nødvendig både ud fra et materialeøkonomisk og et forureningsteknisk synspunkt.*

Se afsn.
3.4 og 4.2

2.3 Industrialiseringen kan medføre øget import af materialer til byggeriet

Byggeriets materialeforbrug har hidtil i væsentlig grad hidrørt fra indenlandske råmaterialer.

Se afsn. 3.1 *BMF-udvalget har udarbejdet en oversigt over importen, eksporten og produktionen af varer til husbygning. Oversigten viser flg. omtrentlige tal for den samlede import, eksport og produktion af byggevarer:*

Værdien af importen var i 1968 godt 1 milliard kroner¹⁾

Værdien af eksporten var i 1968 knap ½ milliard kroner¹⁾

Værdien af produktionen var i 1968 knap 3 milliarder kroner

Byggeriets materialeforbrug udgør en stor del af værdien af den samlede bygningsproduktion, der i 1968 var knap 10 milliarder kroner.

Produktionen af byggevarer steg i perioden 1961–68 med ca. 60 %.

I forbindelse med byggevarerproduktionen var værditilvæksten, der defineres som den samlede produktionsværdi ÷ værdi af råmaterialer, emballage m.m., i 1968 godt 1 ½ milliard kroner.

Forslag D: *BMF-udvalget foreslår, at Danmarks Statistik følger udviklingen på bygge markedet og med jævne mellemrum offentliggør oversigter over produktion, import og eksport af byggemateria-*

¹⁾ Tallene for import og eksport er baseret på offentligt tilgængelige tabeller, der ikke indeholder tilstrækkeligt detaljerede oplysninger m.h.t. en række byggevarer (se appendiks 1). Tallene må derfor anses for at være en del for små.

ler. Oversigterne kan være af samme type, som de i betænkningen foreliggende (Appendiks 1), eller yderligere specificeret.

Med byggeriets stigende omfang og industrialisering er det ikke sikkert, at man fortsat kan klare den danske byggeproduktion uden en stigende importandel. Som nævnt ovenfor under pkt. 2.2, vil en egentlig industrialisering forudsætte lette og industrielt bearbejdelige materialer, som enten må udvikles på basis af tunge, lokale råmaterialer eller fremstilles på basis af lette råmaterialer, som hovedsagelig må importeres. En øget import af råmaterialer til byggeriet vil bedre kunne forsvares, hvis byggematerialeindustrien, ligesom alle andre danske industrier, bliver i stand til at raffinere de importerede råmaterialer i en sådan grad, at det færdige produkt kan eksporteres i et rimeligt omfang.

Mens de i Danmark forekommende råmaterialer har dannet grundlag for opkomsten af danske byggematerialeindustrier og herigennem for udviklingen af en betydelig byggematerialeforskning og -udvikling, er der ikke opstået en tilsvarende dansk forsknings- og udviklingsvirksomhed m.h.t. bygnings-elementer og -sektioner baseret på importerede materialer. Derimod er der en ret betydelig forsknings- og udviklingsvirksomhed med hensyn til en del kompletteringsmaterialer baseret på importerede råmaterialer (maling og lak, el-ledninger etc.)

Forslag E: *For den del af den danske byggevarerproduktion, der baseres på materialer, som ikke forekommer i Danmark, vil det være ønskeligt, at den danske forsknings- og udviklingsindsats øges til gavn for en industriel udvikling af byggeriet.*

Se afsn. 3.1, 3.2 og 4.2.2

2.4 Oprettelse af et rådgivende byggematerialecenter under UNIDO

Medens den danske eksport af byggematerialer er beskeden, har flere større danske virksomheder inden for branchen igennem mange år opbygget en eksport af know-how og maskineri, som er af nationaløkonomisk betydning. I U-landene er der et stort behov for byggeteknisk udvikling, der dog vil foregå på andre vilkår end her i landet. Dette behov forventes at vokse stærkt på grund af den høje fødselsrate og tilflytningen til storbyerne.

United Nations Industrial Development Organization

(UNIDO), som indirekte administrerer den multilaterale U-landshjælp på området, har foreslået et temporært rådgivende center for organisationens virksomhed indenfor dette område placeret i Danmark.

Forslag F: *BMF-udvalget mener, at den danske regering bør stille sig positivt til UNIDO's forslag om placering af et rådgivende center for organisationens virksomhed inden for byggematerialeområdet. BMF-udvalget foreslår, at det rådgivende center etableres i tilknytning til Laboratoriet for Bygningsmaterialer ved Danmarks tekniske Højskole. Centret bør inddrage andre danske laboratorier, personer og virksomheder i arbejdet.*

Se afsn. 3.5

2.5 Villkårene for en øget indsats på byggematerialeforskningsområdet

De to vigtigste forudsætninger for, at det kan betale sig for industrien eller for det offentlige at investere i forsknings- og udviklingsarbejde, er udsigten til afsætning af forsknings- og udviklingsarbejdets forventede resultat og presset fra konkurrencen. Byggeindustrien har i mindre grad end andre industrier haft disse to forudsætninger. Med den tiltagende industrialisering vil presset fra udenlandsk konkurrence vise sig stærkere i byggeriet.

Se afsn. 3.3

Forslag G: *I det offentliges planlægning bør der indgå langsigtede planer for byggeriets omfang og karakter med henblik på at skabe det bedst mulige grundlag for investeringer i forsknings- og udviklingsarbejde.*

Se afsn. 4.2

2.6 Byggematerialeforskningens omfang og placering

Byggematerialeforskningen har været behandlet i en tidligere udvalgsbetænkning afgivet til DTVF i 1966. (1) I denne betænkning vurderede man, at byggematerialeforskningens omfang i Danmark på det tidspunkt var meget beskedent. Der blev i betænkningen foreslået oprettet et centralt institut for Byggematerialer, der skulle varetage en væsentlig del af den nødvendige udbygning af byggematerialeforskningen.

Se afsn. 4.1.1

BMF-udvalget har ved en enquête-undersøgelse søgt at belyse omfanget af den forskning, udvikling og konsultation, der

(1) betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige forskningsråd, København, februar 1966.

udføres på byggematerialeområdet i Danmark. Undersøgelsen viser, at der i 1969 udførtes byggematerialeforsknings- og udviklingsarbejde af et omfang svarende til det mål, som i 1966-betænkningen opstilledes som ønskeligt. Fordelingen imellem industriens og det offentliges indsats er imidlertid den anden end forventet i 1966-betænkningen. Undersøgelsen, som skønnes at omfatte hovedparten af indsatsen,¹⁾ viser, at driftsudgifterne og investeringerne til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde i 1969 var:

	Industrivirksomheder Millioner kroner i 1969	Offentligt og delvis offentligt financerede institutioner Millioner kroner i 1969
Grundforskning	1	1,7
Anvendt forskning	6	2,0
Udviklingsarbejde	19	0,7
Konsultativt arbejde	11	2,9
I alt	37	7,3

Byggematerialeindustrien ligner i henseende til fordelingen ikke den øvrige byggeindustri, men mere de egentlige industrier. Byggematerialeindustriens indsats er især m.h.t. udviklingsarbejde og konsultativt arbejde større end hidtil antaget. Medens forskningsindsatsen på byggematerialeområdet er ca. 2 gange så stor i industrien som i institutionerne er den samlede indsats på byggematerialeområdet ca. 5 gange så stor i industrien som i institutionerne. Et udvalg nedsat af Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd (Salicath-udvalget) har foretaget en undersøgelse af den øvrige byggevirksomheds forsknings- og udviklingsindsats (2) og her fundet forholdet ca. 2:1.

Byggematerialeindustriens udgifter til forskning og udviklingsarbejde i forhold til værditilvæksten er i afsnit 4.1.2 beregnet til ca. 1,7 %, eller af nogenlunde samme størrelse som gennemsnittet af den øvrige danske industris forsknings- og udviklingsindsats. Der er i løbet af 60'erne sket en stærk

1) I opgørelsen er ikke medtaget maskinudvikling, som bliver en tiltagende faktor også i proces- og produktionsudviklingen.

(2) Koordinering af forskningen indenfor byggeområdet. Betænkning afgivet i april 1971 af et udvalg nedsat af Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd.

udbygning af byggematerialeforskningen på de højere læreanstalter.

Forslag H: *Efter BMF-udvalgets opfattelse viser udvalgets undersøgelse, at der med den nuværende udvikling ikke er baggrund for oprettelse af et offentligt generelt byggematerialeforskningsinstitut. Den nødvendige ekspansion af forsknings- og udviklingsarbejdet inden for byggematerialeområdet bør ske i industrilaboratorierne og i de eksisterende institutter.*
Se afsn. 4.2.3

2.7 Særlige områder for offentlig forskning

I 1966-betænkningen (1) omtales en række opgaver, der bør tages op af offentlige institutter. BMF-udvalget kan tilslutte sig, at der bør ske en udbygning af indsatsen på en del af disse områder. Disse vil derfor genfindes i det nedenstående.

Lovkrav til byggematerialer og -komponenter gøres stadig mere funktionsorienterede, og der er en stigende tendens til, at udbud sker på basis af funktionspecifikationer.

Forslag I: *Udarbejdelse af funktionsanalyser for materialer og komponenter samt udvikling af tilhørende prøvemethoder bør intensiveres. Dette arbejde bør udføres i samarbejde mellem det offentlige, materialeproducenter og materialebrugere.*
Se afsn. 4.2.2 og 4.2.4

Brandproblemer er et tværgående materialeområde, hvor der er et stort og delvis udækket behov for forskning. Bl.a. vil den stigende anvendelse af lette materialer og komponenter kunne medføre forøget risiko m.h.t. brand. I "Betænkningen om Statsprøveanstaltens fremtidige udvikling" (3) er der stillet forslag om udbygning af den offentlige indsats på dette område.

Forslag J: *BMF-udvalget vil anbefale, at der fra det offentlige tages skridt til en udbygning af brandforskningen.*
Se afsn. 4.2.2

Uanset, at dispositioner vedr. byggeri må anses at være langsigtede – i industriel målestok endog meget langsigtede – koncentrerer de økonomiske overvejelser i forbindelse med byggeri ofte om etableringsudgifterne. Ud fra samfundsøkonomiske overvejelser bør der i højere grad lægges vægt på en (1) Betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige forskningsråd. København, februar 1966.

(3) Betænkningen om Statsprøveanstaltens fremtidige udvikling. Afgivet til Handelsministeriet den 29. januar 1971 af Statens Materialprøve-råd.

totaløkonomisk vurdering af anskaffelses-, drifts-, vedligeholdelses-, fornyelses- og afskaffelsesudgifter. En sådan totaløkonomisk vurdering vil nødvendiggøre et øget kendskab til materialernes tidsafhængige egenskaber, herunder deres holdbarhed ved de skiftende påvirkninger, som de kan blive udsat for i bygningens levetid.

- Forslag K: *Der bør ved bygningsøkonomiske betragtninger anstilles en totaløkonomisk vurdering af anskaffelses-, drifts-, vedligeholdelses-, fornyelses- og afskaffelsesudgifter.*
Se afsn. 4.2 *Både det offentlige og industrien må derfor øge forskningsindsatsen vedr. materialernes tidsafhængige egenskaber.*

2.8 Koordinering af forskningen

Den offentlige indsats på byggematerialeforskningsområdet må nødvendigvis udføres ved flere forskellige institutioner. En forudsætning for at opnå et godt resultat og en afbalanceret ressourceopbygning er en koordinering såvel af det løbende arbejde som af langtidsplanerne.

- Forslag L: *BMF-udvalget anbefaler en udbygning af samarbejdet mellem laboratorier og institutioner, der beskæftiger sig med byggematerialeforskning og -udvikling og henviser bl. a. til de bestrebelser, der er i gang for at koordinere den byggetekniske forskning, udvikling og service på SBI, DtH, DIA, de teknologiske institutter og flere ATV-institutter. Der bør herudover tilstræbes en mere åben og effektiv kontakt mellem den offentlige og den private forskning, samt mellem forskningen og praksis.*
Se afsn. 4.1.4 og 4.2.3

2.9 Uddannelse af byggematerialespecialister

- Se afsn. 5.1 *BMF-udvalget har på basis af spørgeskemaer og samtaler søgt at vurdere det fremtidige behov for materialespecialister.*

Undersøgelsen synes at vise, at der i fremtiden vil være et ret stort behov for ingeniørmæssigt uddannet personale, medens behovet for licentiater og doktorer skulle blive mere beskedent. OECD har gennemført en undersøgelse (4), der gav nogenlunde samme resultat.

(4) Materials Science, OECD, The Emergence of Materials Science and Materials Engineering. Directorate for Scientific Affairs. Material Research Advisory Group. Education Sub-Group. Final report to be issued 1972.

BMF-udvalget er imidlertid af den opfattelse, at en betydelig del af det potentielle behov ikke afsløres ved en undersøgelse af denne art. I praksis må industrien klare sig med de folk, den kan få, uden at have mulighed for at tage stilling til de alternativer, som kunne være betinget af forandringer i undervisningssystemet. Det er udvalgets opfattelse, at det virkelige behov i ret høj grad vil erkendes, efterhånden som materialespecialister bliver uddannet og dermed står til rådighed for både offentlige og industrielle laboratorier og udviklingsafdelinger.

Behovet for materialespecialister bør nok ansættes højere, end det fremgår af undersøgelsen. Dette gælder især personale med en højt specialiseret uddannelse.

Udviklingen vil medføre, at der i fremtiden vil være behov for specialister med forskellige kombinationer af kvalifikationer. Gennem omlægningen af undervisningsstrukturen på DtH og DIA vil man kunne imødekomme dette behov. BMF-udvalget regner med, at denne omlægning vil gøre det muligt også at imødekomme behovene for tværfaglig materialeuddannelse.

BMF-udvalget er af den opfattelse, at undervisningsanstalterne allerede på nuværende tidspunkt vil være i stand til at tilbyde de uddannelser, der er behov for, men at de i de nærmeste år næppe alene kan dække behovet.

Det er af betydning for udviklingen, at der inden for de nærmeste år uddannes flere materialespecialister, der er kvalificeret til at medvirke i den industrielle innovation inden for byggematerialeområdet. Det vil være af betydning, at også andre end ingeniører, som f. eks. særligt interesserede arkitekter, søger en specialuddannelse på dette område.

- Forslag M: *BMF-udvalget vil anbefale, at læreanstalterne og industrien motiverer de studerende til at vælge byggematerialeingeniøruddannelsen og videreuddannelser inden for området. På kort sigt bør der yderligere gøres en særindsats for mærkbart at øge antallet af materialespecialister gennem ekstraordinær støtte til erhvervsforskeruddannelsen af ingeniører og andre, etableringen af gæsteforsker- og praktikantarrangementer, licentiatuddannelser m. m.*
Se afsn. 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 og 5.6

3. Byggematerialesituationen

Behovet for dansk forskning på byggematerialeområdet må dels være bestemt af byggematerialernes økonomiske betydning og dels af det omfang, i hvilket man i fremtiden må videreudvikle eksisterende eller indføre nye materialer og byggemetoder.

I det følgende vil udvalget søge at give en oversigt over byggematerialesituationen og pege på sandsynlige tendenser i udviklingen.

3.1 Omfanget af produktion, import og eksport af byggevarer

De samlede investeringer i byggeri udgjorde i 1968:

til boligbyggeri incl. landbrugets stuehuse	4,1 milliarder kr.
til andet byggeri	3,6 milliarder kr.
til reparation og vedligeholdelse af bygninger	1,9 milliarder kr.
til husbyggeri i alt	<u>9,6 milliarder kr.</u>

Heraf udgør udgifterne til materialer en meget stor del, skønsmæssigt af størrelsesorden 4 milliarder kr.

Der foreligger ikke nogen samlet oversigt over omfanget af produktion, import eller eksport af byggevarer. Udvalget har derfor udarbejdet en oversigt over dette. Der er samtidig foretaget en vurdering af omfanget af produktionsstigningen og stigningen i værditilvæksten i perioden 1961-1968.

Undersøgelsen er hovedsageligt baseret på offentligt tilgængelige statistiske oplysninger (5), (6) og (7).

Appendiks 1 viser en detaljeret opgørelse over produktion, import og eksport af varer, der medregnes som husbygningsmaterialer. Varer som f. eks. "hårde hvidevarer", oliefyr, elevatorer, lamper og persienner er ikke her medregnet til husbygningsmaterialer.

Flere af de i appendiks 1 nævnte varegrupper anvendes ikke udelukkende til husbygning. For disse varegruppers vedkommende har det været nødvendigt at skønne, hvor stor en del, der enten anvendes direkte til husbyggeri eller til bygningsdele, som senere anvendes til husbyggeri. Hvor der er tale

(5) Handelsstatistiske Meddelelser. Månedstatistik over udenrigshandelen. December 1968.

(6) Statistiske Meddelelser. Varestatistik for industrien 1., 2., 3. og 4. kvartal 1968 Danmarks Statistik 1969.

(7) Statistiske Meddelelser. Industriel produktionsstatistik 1961. Det statistiske Departement 1963.

om større varegrupper, er dette skøn som regel foretaget af branchekendte folk.

Produktion, import og eksport i 1968 af varer, der medregnes som husbygningsmaterialer

Værdien af produktionen, importen og eksporten af varer, der medregnes som husbygningsmaterialer, er sammenfattet i tabel 1.

1968	Import Cif dansk havn Franko grænse- station millioner 1968 kr.	Produktion Excl. afgifter millioner 1968 kr.	Eksport Fob dansk havn. Franko grænse- station millioner 1968 kr.
Materialer af afbunden cement, kalk, asbestcement m. m.	38	521	51
Kalk, cement, uafbundne mørtler og betonmasser	2	322	25
Tilslagsmaterialer	5	106	9
Keramiske materialer i form- og færdigvarer	84	190	16
Mineraluld og glas	—	125	—
Jern, stål og metaller ¹⁾	269	531	33
Træ	399	406	19
Materialer af træspåner, halm m. m.	20	42	5
Tapet og træfibermaterialer	35 ²⁾	34	—
Plast og gummi ¹⁾	170	223	88
Bitumenbundne materialer i form- og færdigvarer	5	42	3
Asfalt og tjæreprodukter (i mængdevarer)	—	17	—
Lak, malevarer og beskyttelsesmidler	19	151	34
Textile gulvbelægninger	94	268	122
I alt	1140	2978	405

Tabel 1 Produktionen, importen og eksporten i 1968 af varer, der medregnes som husbygningsmaterialer.

— Oplysninger foreligger ikke.

¹⁾Elektriske ledninger er fordelt ligeligt på "jern, stål og metaller" og "gummi, plast og befæstelses- og fugemidler".

²⁾Tapet er ikke medregnet heri, da der ikke foreligger oplysning om dette.

Med hensyn til import og eksport gælder det, at en del varer ikke er opført som selvstændige poster i de Handelsstatistiske meddelelser, hvorfor disse ikke er medtaget i opgørelsen. Dette medfører, at den virkelige import og eksport er noget større end angivet.

Af tabellen ses, at produktionen er omtrent 3 gange så stor som importen, og at importen er ca. 3 gange så stor som eksporten.

Hvad angår træ, jern og metal, plast og sanitetsprocelæn overstiger importen langt eksporten (se også appendiks 1).

Det skal bemærkes, at produktion + import ÷ eksport ikke er helt identisk med "forsyningen" til husbyggeriet, da det for en del varers vedkommende (f.eks. cement og grus) gælder, at hele mængden ikke leveres direkte til byggeriet. En del leveres til materialeproducerende virksomheder, f. eks. betonelementfabrikker.

Produktion og værditilvækst i 1961 og 1968 for varer, der medregnes som husbygningsmaterialer

Tabel 2 viser produktionsværdi og værditilvækst for varer, der medregnes som husbygningsmaterialer, for årene 1961 og 1968.

Den samlede produktionsværdi er næppe udtryk for byggematerialeindustriens omfang. Produktionsværdien er for det første afhængig af råmaterialeleværdien, og for det andet er enkelte varer medregnet flere gange, f. eks. cement og cement anvendt i betonelementer.

For at få et billede af byggematerialeindustriens omfang er der i tabel 2 foretaget en vurdering af den værditilvækst, som den danske byggematerialeindustri har bibragt varer, der medregnes som husbygningsmaterialer.

Værditilvækst = samlet produktionsværdi ÷ værdi af råmaterialer, emballage m.m.

Opgørelsen over produktionen for 1961 og 1968 kunne ikke baseres på helt identiske statistiske meddelelser, da sådanne ikke forelå, da man foretog undersøgelsen. Der kan derfor være mindre afvigelser i afgrænsningerne af varegrupperne for 1961 og 1968. Tallene for 1968 omfatter industriens salg af egne varer, hvilket kan være lidt forskelligt fra produktionen på grund af varierende varelagre.

Varegruppe	1961			1968		
	Produktionsværdi (excl. afgift) i millioner 1961 kr.	Skønnet værditilvækst i % af produktionsværdien ¹⁾	Værditilvækst i millioner 1961 kr.	Produktionsværdi (excl. afgift) i millioner 1968 kr.	Skønnet værditilvækst i % af produktionsværdien ²⁾	Værditilvækst i millioner 1968 kr.
Materialer af afbunden cement, kalk, asbestcement m. m.	181	60	109	521	60	313
Kalk, cement, uafbundne mørtel- og betonmasser	168	65	109	322	65	209
Tilslagsmaterialer	45	90	41	106	90	95
Keramiske materialer i form- og færdigvarer	140	85	119	190	80	152
Mineraluld og glas	40	60	24	125	60	75
Jern, stål og metaller	260	45	117	531	45	239
Træ	241	50	121	406	50	203
Materialer af træspåner m. m.	22	50	11	42	50	21
Tapet og træfibermaterialer	32	50	16	34	50	17
Plast og gummi	90	55	50	223	55	123
Bitumenbundne materialer i form- og færdigvarer	25	50	13	42	50	21
Asfalt- og tjæreprodukter (i mængdevarer)	8	50	4	17	50	9
Lak, malevarer og beskyttelsesmidler	87	50	44	151	55	83
Textile gulvbelægninger	81	40	32	268	40	107
I alt	1420		810	2978		1667

Tabel 2 Produktionen og værditilvæksten i 1961 og 1968 for varer, der medregnes som husbygningsmaterialer

1) Skønnet er baseret på (7) Industriel produktionsstatistik 1961, Danmarks statistiske Departement 1963.

2) Skønnet er baseret på (8) Interne forløbige meddelelser fra Danmarks Statistik vedr. værditilvæksten i 1967. Disse tal adskiller sig næppe fra tallene for 1968.

Produktionsværdien.

Der kan foretages en sammenligning af den samlede produktionsværdi for 1961 og 1968 ved hjælp af prisindeks for byggematerialer, selvom dette

næppe helt realistisk afspejler prisudviklingen. Prisindeks for 1961 er 115 og for 1968 165. For sammenligningens skyld trækkes moms fra det sidste. Momsen er indregnet med 12 $\frac{1}{2}$ %. 1968-tallet excl. moms bliver da ca. 147.

	1961	1968
Samlet produktionsværdi i milliarder 1968 kr.	1,8	3,0
Produktionsværdien af danske byggevarer er med andre ord steget	<u>60 – 70% på 7 år</u>	

Værditilvæksten.

En tilsvarende sammenligning af den samlede værditilvækst giver flg. resultat:

Ved regulering af værditilvæksten efter prisindeks for byggematerialer fås:	1961	1968
Samlet værditilvækst i milliarder 1968 kr.	1,0	1,7
Ved regulering af værditilvæksten efter det lønregulerende indeks fås:		
Samlet værditilvækst i milliarder 1968 kr.	1,1 – 1,2	1,7

Det vil sige, at stigningen i værditilvæksten er af samme størrelsesorden som stigningen i produktionsværdien.

Inden for de enkelte varegrupper er det vanskeligt at sammenligne tallene for 1961 og 1968, da prisudviklingen har været meget forskellig for disse. Tabellen viser dog visse tendenser i udviklingen i de 7 år. Blandt de egentlige konstruktionsmaterialer har produktionen af "materialer af afbunden cement, kalk, asbestcement m.m." taget et meget stort opsving i disse år, medens udviklingen i produktionen inden for "keramiske materialer" har været behersket. Tabellen viser også, at der har været en stærk stigning i produktionen af "jern, stål og metaller", "mineraluld og glas", "plast, gummi og befæstelses- og fugemidler" (se anmærkning i appendiks 1, side 78) og "textile gulvbelægninger".

Fig. 1 viser værditilvæksten for 1968 fordelt på forskellige hovedgrupper inden for husbygningsmaterialer.

Det er udvalgets opfattelse, at Danmarks Statistik med jævne mellemrum bør udarbejde opgørelser over produktion, import og eksport af byggematerialer af lignende art, som de i appendiks 1 foreliggende. Eventuelt bør disse være yderligere specificerede. Sådanne opgørelser ville gøre det lettere at følge udviklingen på området.

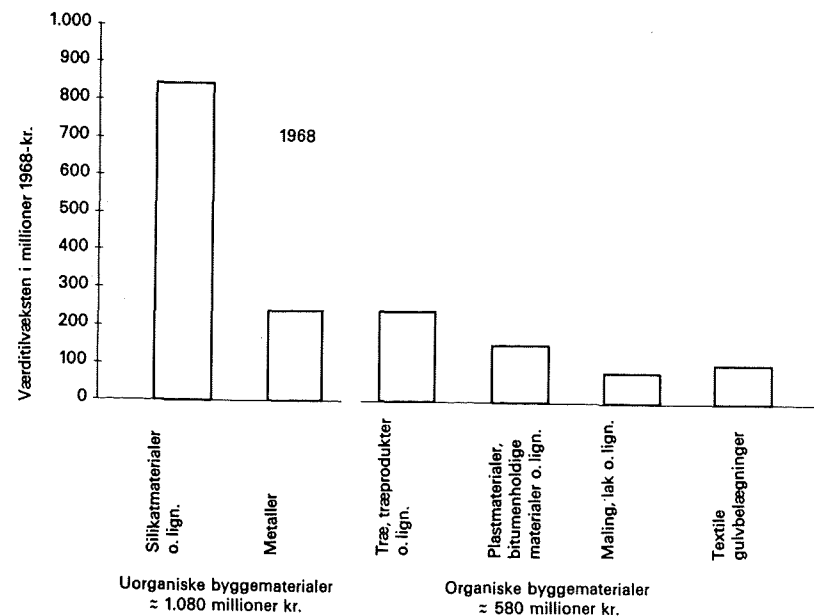


Fig. 1. Værditilvæksten fordelt på forskellige hovedgrupper inden for husbygningsmaterialer.

3.2 Behov for boligbyggeri

I november 1968 nedsatte regeringen en arbejdsgruppe, der fik til opgave at udarbejde en redegørelse vedrørende problemerne om samspillet mellem udviklingen i de offentlige udgifter og samfundsøkonomien som helhed. Under titlen "Perspektivplanlægning 1970–1985" offentliggjordes arbejdsgruppens redegørelse i forsommeren 1971. Følgende stykke vedr. boligbehovet i perioden 1970–1985 er et citat fra redegørelsen:

"Dette i forbindelse med den lige omtalte forventede vækst i antallet af selvstændige husstande skulle således føre til et samlet behov for nybyggeri på omkring 800.000 boliger, svarende til et gennemsnitligt årligt byggeri på 50.000–55.000, d. v. s. et boligbyggeri af det omfang, der blev nået ved udgangen af 1960'erne"

3.3 Udviklingstendenser inden for byggematerialeområdet

Den fremtidige udvikling inden for byggeriet er af væsentlig betydning for planlægningen af den private og offentlige byggematerialeforskning.

Der eksisterer flere metoder til udarbejdelse af prognoser for udviklingen

(9). Delfi-teknikken er en metode, som i Sverige har været søgt anvendt for at forudsige byggeriets udvikling (10).

OECD har tidligere haft planer om at gennemføre en undersøgelse af udviklingen i de næste 30 år på byggematerialeområdet i medlemslandene. Planerne blev imidlertid opgivet, da OECD ikke anså de eksisterende metoder (technological forecasting methods) for udviklede i en sådan grad, at de kunne tage tilstrækkeligt hensyn til afgørende økonomiske og sociale faktorer.

Selvom der ikke er foretaget nogen egentlig undersøgelse i Danmark, vil udvalget i det følgende pege på nogle tendenser i udviklingen inden for byggematerialeområdet.

Industrialiseringen

Byggepriserne er i de seneste år steget langt kraftigere end priserne på industrivarer, dette skyldes bl. a. det forholdsvis store forbrug af arbejdskraft inden for byggesektoren. En væsentlig nedbringelse af basisudgifterne i byggeriet kan kun ske gennem industrialisering og rationalisering af arbejdsprocesserne. Denne udvikling, der påbegyndtes herhjemme i 1950'erne, har i 1960'erne — ikke mindst inden for byggematerialeindustrien — taget stærkere fart. Flere og flere arbejdsoperationer flyttes fra byggepladsen til industrivirksomheder, der således i stadig stigende grad bliver involveret i selve byggeprocessen. Der tænkes især på byggevarer, som leveres i form af elementer eller sektioner.

Sideløbende hermed er der en udvikling i gang i retning af samlebandsfremstilling af færdige boligenheder. Denne udvikling er nået langt i USA, og tendenser kan spores i Skandinavien. Samlebåndsfremstilling kan medføre en væsentlig reduktion af arbejdskraftforbruget. Eksempelvis viser omkostningsfordelingen ved produktion af de såkaldte "Mobile Homes" i USA i 1968 (11), at udgifterne til arbejdsløn i forbindelse med produktionen udgjorde 7 ½ %, medens udgifterne til materialer udgjorde 67 % af de samlede omkostninger. Dette svarer til et forhold mellem arbejdslønninger og materialer på 1 til 9. Ved opførelse af f.eks. et muret typehus i Danmark er forholdet mellem arbejdsløn og materialer ca. 1 til 2 ½. Da der er

(9) Erik Maaløe, Teknologisk fremtidsforskning, orientering og styring, Byggeindustrien nr. 1, 1970 (SBI- særtryk 204).

(10) Steen Jacobson, Bygga för framtiden — framtiden för byggare, Byggnadsindustrin 18, 1969.

(11) N. Rowland, Reston Low-income Housing Demonstration Program, april 1969, PB 18968, Clearing House for Scientific and Technical Information, Springfield Va. 22151.

betydelige forskelle mellem amerikanske og danske forhold på dette område, skal sammenligninger dog tages med et vist forbehold.

For byggematerialernes vedkommende vil industrialiseringen betyde, at materialerne skal være velegnede for industriel forarbejdning (støbning, ekstrudering, vacuumformning etc.), at materialerne og komponenterne skal være lette at transportere (ikke for tunge og ikke for store), at komponenterne, der vil få en stadig højere præfabrikeringsgrad, skal være velegnede for montage.

Internationalt marked

En stor del af byggematerialeindustrien leverer for øjeblikket sine produkter til et snævert geografisk afgrænset område. Udvikling af byggevarer, som er lettere at transportere, giver øget frihed ved placering af fabrikker i forhold til forbrugere. Samtidig øges konkurrencen med udlandet, idet de internationale markedsdannelse medfører bortfald af toldmure og andre hindringer for handelen.

Med byggeriets stigende industrialisering er det tvivlsomt, om man kan klare den danske byggeproduktion med en så relativ beskednen importhandel, som det hidtil har været tilfældet. Øget import vil bedre kunne forsvares, hvis byggematerialeindustrien, ligesom andre danske industrier, bliver i stand til at raffinere importerede råmaterialer i en sådan grad, at det færdige produkt kunne eksporteres i et rimeligt omfang.

Indførelse af nye materialer

Konstruktionsmaterialer:

Der anvendes i Danmark til konstruktionsformål næsten udelukkende traditionelle materialer som beton, tegl, træ og på visse områder stål. Nye konstruktionsmaterialer kan have vanskeligt ved at konkurrere med de traditionelle materialer, fordi der er tale om forbrug af meget store materialemængder og dermed lave enhedspriser. Der er sket en betydelig udvikling af de traditionelle materialer i de senere år, f. eks. inden for betonelement-, teglelement- og limtræsindustrien. Selvom produktudviklingen med hensyn til traditionelle materialer vil fortsætte, er der næppe tvivl om, at disse vil møde en stigende konkurrence ikke alene fra nye materialer som f. eks. plast, gips, aluminium og regenererede træbaserede materialer, men også fra kombinationer af nye og traditionelle materialer, såkaldte kompositmaterialer (f. eks. skumplast med mineralske fyldmaterialer, integrerede skumplast/beton- og teglprodukter).

Kompletteringsmaterialer:

Der er i de senere år udviklet mange nye byggematerialer til beklædning, indretning, udrustning m. v.

På disse områder vil plast formodentlig blive brugt i stigende omfang, bl. a. fordi det er velegnet til industriel forarbejdning, og fordi egenskaberne kan varieres inden for vide grænser.

Fig. 2 (12) illustrerer udviklingstendensen i omkostningsfordelingen mellem "stomme", "indretning" og "installationer" for svenske forhold. Det ses af denne figur, at indretningsomkostningernes andel af de totale byggeomkostninger er steget kraftigt, medens udgifterne til selve råhuset er mindsket.

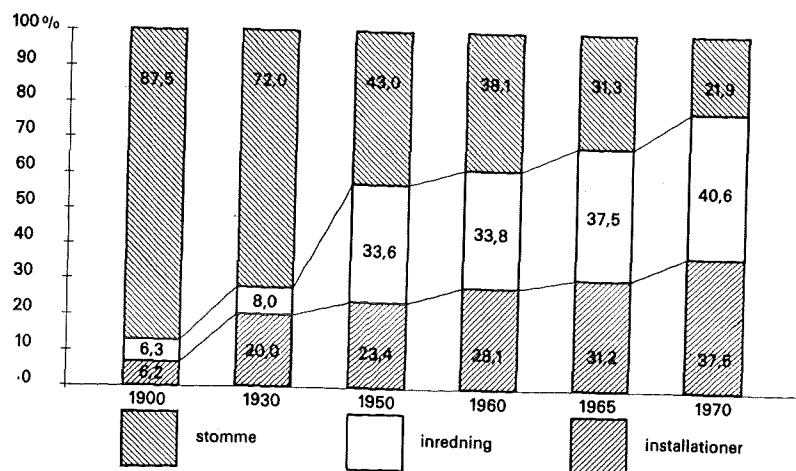


Fig. 2. Fordeling af byggeomkostningerne. Kilde: (12).

Forureningsfare

Byggematerialer kan på mange områder være kilde til forurening af naturen både i forbindelse med produktion af materialerne og med materialerne som affald.

Forureningsproblemer er ikke behandlet i denne betænkning. Det skal dog her påpeges, at der inden for byggematerialer findes områder med direkte relation til forureningsproblematikken.

Som eksempel kan nævnes, at de vanskeligt nedbrydelige stoffer under

(12) Ny Bostadspolitik, Hyresgästernes Centralförbund 1970

betegnelsen PCB (polychloreerede bifenyl), der bl. a. anvendes som blødgørere i visse kemikaliebestandige malinger, har været konstateret i bl. a. fedtvæv i levende organismer.

Ved udvikling af byggematerialer bør forureningsproblematikken inddrages.

Byggematerialeindustrien

En stor del af byggematerialeindustrien består af virksomheder, der producerer varer med en lille grad af færdiggørelse i forhold til det endelige bygningsværk (f. eks. cement, tømmer, metalprofiler, plastmasser og maling). I fremtiden vil disse virksomheder antagelig i højere grad blive underleverandører af materialer til virksomheder, der producerer bygningsdele eller -enheder med en højere grad af færdiggørelse (f. eks. betonelementer, badekabiner og færdige boligenheder). Dette vil medføre større leverancer under skærpede krav m. h. t. funktionsspecifikationer, tolerancer og leveringstidspunkter m. m. Markedet for virksomheder, der satser på at levere integrerede bygningsdele eller -enheder som standardprodukter, vil i højere grad komme til at ligne andre markeder for mere avancerede industrier. Med udviklingen af mere transportegnede bygningsdele eller -enheder, vil markedet i højere grad kunne udvides i internationalt plan. Danske virksomheder vil både på hjemmemarkedet og på eksportmarkedet blive nødsaget til at konkurrere med udenlandske virksomheder. Udviklingen af integrerede bygningsdele eller -enheder vil kræve en bedre koordinering af materialeforskningen og byggeriets øvrige forskning under en generel målsætning for byggeriets udvikling.

3.4 Råmaterialesituationen i Danmark

I det traditionelle byggeri bruges der så store mængder til råhuset, at man er henvist til at benytte de billigst tænkelige råmaterialer, som findes på stedet i store mængder. I Danmark er landets vigtigste råmaterialer kridt, ler, sten, grus og sand – og heraf afledet de silikatholdige byggematerialer som tegl, cement, beton m.v. Som det fremgår af afsnit 3.1, tegner produktionen af silikatholdige byggematerialer sig i Danmark i dag for næsten halvdelen af den samlede produktion af byggevarer.

På baggrund af den stigende produktion af silikatholdige byggematerialer (jf. tabel 2) i løbet af de senere år kan der være grund til at nære en vis ængstelse for Danmarks ressourcer af mineralske råmaterialer. Dansk Ingeniørforening har nedsat et udvalg, "Dansk Ingeniørforenings Udvalg vedr. Danmarks Ressourcer af mineralske Råmaterialer til bygge- og anlægsvirk-

somhed", til undersøgelse af problemerne vedr. råmaterialesituationen. Dette udvalg forventer at kunne afgive betænkning i 1972. Der skal her henvises til denne betænkning med hensyn til råmaterialesituationen. På et enkelt område, nemlig med hensyn til ressourcerne af sten- og grusmaterialer, mener BMF-udvalget dog, at situationen allerede nu er så alvorlig, at der straks bør igangsættes foranstaltninger til løsning af problemerne.

Sten- og grusmaterialer

Naturlige sten- og grusmaterialer er endnu de mest anvendte tilslagsmaterialer til betonfremstilling og er derfor af afgørende betydning for byggeriet.

I alle industrilande er der i de seneste år sket en stærk stigning i forbruget af sten- og grusmaterialer. I Vesttyskland var der i perioden 1961-68 en gennemsnitlig årlig stigningstakt på 7 %. I Danmark er statistikken for det samlede grusforbrug behæftet med usikkerhed p.g.a., at branchen omfatter mange små grave, som ikke indgår i statistikken, men fra tilgængelige oplysninger findes en årlig stigningstakt på 10-11 %.

På denne baggrund kan der være grund til at nære ængstelse for rigeligheden af de ressourcer, der rådes over i Danmark - en ængstelse, der yderligere forstærkes af, at der i de senere år er sket en ikke ubetydelig eksport af danske sten- og grusmaterialer til udlandet, navnlig Vest-Tyskland.

På foranledning af "Dansk Ingeniørforenings udvalg vedr. Danmarks ressourcer af mineralske råmaterialer til bygge- og anlægsvirksomhed" har "Foreningen af Grusgrave og Skærvefabrikker" foretaget et skøn over mængden af de af medlemmerne kendte tilgængelige grusforekomster i Danmark.

Denne undersøgelse har givet til resultat, at selv med en forsigtig vurdering af den årlige stigning i forbruget på 10 % og med en optimistisk vurdering af udnyttelsesmuligheder af reserveforekomster, vil samtlige kendte ressourcer være opbrugt i 1980. Lokalt vil der opstå mangel på sten- og grusmaterialer væsentligt tidligere.

På denne baggrund kan det forventes, at der i de kommende år vil blive åbnet et stort antal nye grusgrave. Da lettest tilgængelig grus oftest findes i landskabeligt værdifulde områder, vil det være nødvendigt, at der ved fredningsplaner opstilles regler for, hvor der kan graves, og hvorledes arealerne skal afleveres, efter at grusmaterialerne er udvundet.

Med det stigende forbrug vil en kortlægning af Danmarks ressourcer af sten- og grusforekomster være stærkt påkrævet, dels med henblik på opgørelse af ressourcernes størrelse og dels med henblik på inddragelse af by- og landsplanlægning, således at de arealer, der skønnes egnede til udnyttelse, friholdes for bebyggelse og større vejanlæg.

Med de svindende ressourcer er spørgsmålet om udnyttelsesret og eksport af sten- og grusmaterialer af stor og aktuel betydning.

Statsministeriet nedsatte i juli 1971 et udvalg med den opgave at undersøge, i hvilket omfang, der måtte være aktuelle behov for regler til sikring af fornøden planlægning af udnyttelsen af danske materialeressourcer. I udvalgets betænkning af 30. september 1971 tages stilling til de ovenfor nævnte problemer. I betænkningen stiller udvalget følgende forslag:

1. Gennemførelse af lov om udnyttelse af sten, grus og andre sømaterialer på søterritoriet.
2. Gennemførelse af lov om udnyttelse af sten, grus og andre forekomster i jorden.
3. Gennemførelse af lov om ændring af lov om landbrugsejendomme.
4. Gennemførelse af lov om udnyttelse af sommerhusgrunde og erhvervs-mæssig udlejning af sommerhuse m.v.

BMF-udvalget kan tilslutte sig de i betænkningen fremførte hovedsynspunkter og ønsker at fremhæve nødvendigheden af en hurtig indsats fra det offentlige på følgende punkter:

1. Kortlægning af Danmarks ressourcer af sten- og grusforekomster til bygge- og anlægsvirksomhed.
Der findes i dag ingen oversigt over, hvor i landet der findes udnyttelige sten- og grusmaterialer, eller hvor store disse måtte være. En geologisk kortlægning og opmåling må straks igangsættes.
2. Inddragelse af spørgsmålet om mulig udnyttelse af sten- og grusforekomster i by- og landsplanlægningen.
Dette spørgsmål har normalt ikke været inddraget i planlægningen med det resultat, at man ved bebyggelse eller vejanlæg har umuliggjort udnyttelse af store mængder af sten- og grusmaterialer.
3. Standsning eller begrænsning af eksport af sten- og grusmaterialer.
Da Danmark ifølge undersøgelsen foretaget af "Foreningen af Grusgrave og Skærvefabrikker" kan komme i den situation at måtte importere mineralske råprodukter af mangel på lokale sten- og grusmaterialer, synes det at være uacceptabelt, at der i stigende grad sker eksport af disse.
4. Reservation af de for byggeriet egnede sten- og grusmaterialer til dette formål.
Det er vigtigt, at de tekniske krav og specifikationer for materialer til opfyldning ved anlægsvirksomhed og til vejbygningsformål ikke medfører et unødvendigt forbrug af materialer, som kan opfylde de i reglen strengere funktionspecifikationer til byggematerialer.

5. Opsøgning af nye kilder for byggematerialer.

Da der — uanset foranstående foranstaltninger — i løbet af en kort årrække sandsynligvis vil opstå mangel på indenlandske sten- og grusmaterialer bør nye råstofmuligheder undersøges (f. eks. ler og industrielle affaldsprodukter), og byggematerialeforskningen og -udviklingen bør intensiveres omkring nye materialer og materialkombinationer, som evt. kan supplere eller om nødvendigt erstatte de hidtil anvendte.

3.5 Oprettelse af et rådgivende byggematerialecenter under UNIDO

Medens den danske eksport af byggematerialer er ringe, har flere større danske virksomheder opbygget en eksport af know-how og maskineri, som er af nationaløkonomisk betydning. Specielt i u-landene er der et stort udækket behov for byggeteknisk udvikling, der dog vil foregå på andre vilkår end her i landet. Dette behov forventes at vokse stærkt på grund af den høje fødselsrate og tilflytningen til storbyerne.

Byggematerialeindustrien og byggeindustrien i udviklingslandene er af forholdsvis ny dato, og der er gode muligheder for udvikling af disse industrier i betragtning af u-landenes enorme behov for boliger, og disse landes ofte rige forekomster af ler, kalk, sand og andre råmaterialer.

BMF-udvalget har derfor med interesse bemærket, at United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) har foreslået et rådgivende center vedr. byggematerialer placeret i Danmark.

Der er allerede oprettet flere forsknings- og udviklingscentre i udviklingslandene med det formål at udvikle eksisterende fabrikationsmetoder for byggematerialer og introducere know-how i byggematerialeindustrien fra industrielt mere avancerede lande.

Ikke desto mindre er der stort behov for at konsultere videncentre i industrielt mere avancerede lande. For at dække dette behov foreslår UNIDO, at der oprettes et temporært rådgivende center i Danmark, som kan støtte UNIDO's arbejde i u-landene. Dette rådgivende center skal fungere som clearing center i direkte kontakt med eksisterende danske laboratorier, prøvningsinstitutter, læreanstalter, rådgivende ingeniører og byggematerialeindustrier.

Det rådgivende center forventes også at bistå udviklingslandene med at oprette nationale og regionale forsknings- og prøvningscentre. Det foreslås derfor, at det danske center arrangerer træningsprogrammer både i erhvervslivet og i institutter med henblik på, at lokale ingeniører med tiden skal kunne eliminere behovet for det danske center ved at overtage dets funktioner. UNIDO håber, at dette initiativ vil komme til at tjene som mønster for en

mere effektiv hjælp til udviklingslandene og til at fremme deres industrialisering.

Laboratoriet for Bygningmateriale ved Danmarks tekniske Højskole har modtaget en forespørgsel fra UNIDO, om man kan påtage sig at huse og eventuelt at lede dette center. Forespørgslen er en naturlig følge af den interesse, som laboratoriet i de senere år har vist for bygningsmaterialeproblemer i u-landene og for at kunne fremme dansk byggematerialeindustri i disse lande.

Da DtH's laboratorium for bygningsmaterialer såvel har plads, faciliteter, ekspertise og interesse for dette arbejde, foreslår BMF-udvalget, at man fra dansk side akcepterer UNIDO's forslag om oprettelse af et byggematerialecenter i Danmark, og at dette tilknyttes D.t.H.'s laboratorium for bygningsmaterialer. Centret bør inddrage andre danske laboratorier, personer og virksomheder i arbejdet.

De kontakter, som Danmark derved får, kan med tiden blive af stor betydning for byggematerialeudviklingen — også her i landet. Det vil bl.a. være af betydning, at studerende vil få lejlighed til at beskæftige sig med forsknings- og udviklingsproblemer af international betydning og med større udsigter til hurtigt at kunne overføre forskningsresultaterne til praksis. Endelig er det rimeligt, at vi koncentrerer dansk u-landshjælp på områder, hvor dansk industri står stærkt, og vi derfor råder over en ekspertise, der kan komme modtagerlandene til nytte.

4. Byggematerialeforskning

Valg af materialer til industrielt byggeri er vanskeligere end til traditionelt byggeri. Dels er udvalget af materialer større, dels stiller nye materialer krav om fremskaffelse af ny viden om de enkelte materials fysiske og mekaniske egenskaber samt om deres forarbejdning og økonomi. Det er derfor naturligt, at kravene til byggematerialeforskningens omfang, kvalitet og planlægning ændres i takt med graden af industrialisering indenfor byggeriet.

Byggematerialeforskningen har tidligere overvejende været servicepræget og har derved bidraget til en gradvis kvalitetsforbedring af de traditionelle materialer som for eksempel beton, træ og tegl.

I fremtiden bør byggematerialeforskningen i højere grad bidrage til en produktudvikling, som kan støtte byggeriet i de fortsatte bestræbelser på at introducere industrielle produktionsmetoder.

Selv om byggematerialeforskningen næppe kan eller bør blive den primære drivkraft i denne udvikling, vil en effektiv forskningsindsats på materialeområdet være til væsentlig støtte for byggeriet, forudsat at der kan etableres et fornuftigt samarbejde mellem alle implicerede parter.

For hurtigt at kunne føre til resultater med hensyn til produktudvikling og processteknologi må forskerne samarbejde med de projekterende arkitekter og rådgivende ingeniører og med produktionsteknikere, økonomer og salgsvidebureauer i industrier, der råder over den nødvendige kapital. Udgiften til produktudvikling og markedsføring er ofte 10 til 20 gange så store som udgifterne til den forskning, der leder til den grundlæggende ide, på hvilken et produkt baseres. Ansvar for den målrettede forsknings- og udviklingsindsats hviler hovedsagelig på industrien.

Udover den direkte produktionsfremmende forsknings- og udviklingsindsats er der naturligvis også behov dels for grundforskning, blandt andet i uddannelsesøjemed og dels for den tidligere nævnte servicevirksomhed, der har til formål generelt at hæve niveauet af dansk byggeri. Ansvar for disse aktiviteter hviler naturligt på det offentlige.

4.1 Byggematerialeforskning i dag

For at vurdere mulighederne for fremtidig udvikling af dansk byggematerialeforskning har udvalget søgt at

1. belyse omfanget af den nuværende byggematerialeforskning
2. belyse mulighederne for offentlig finansiering af forskningen
3. belyse mulighederne for formidling af kontakt mellem forskning og praksis med henblik på anvendelse af forskningens resultater.

4.1.1 Omfanget af forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet

BMF-udvalget har søgt at kortlægge mulighederne for at rekvirere forskning i Danmark indenfor byggematerialeområdet og har gennem en enquêteundersøgelse belyst omfanget af den i Danmark ydede indsats indenfor forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet.

Resultatet af kortlægningen er givet i en vejledende oversigt over allerede foreliggende muligheder for at få udført erhvervsbetonet forskning m.m. indenfor byggematerialeområdet i Danmark. Oversigten – kaldet BMF-vejviser 1) – er udkommet i anden udgave i efteråret 1970. Den indeholder oplysninger om 31 offentlige og private institutioner, der beskæftiger sig med byggematerialeforskning. Udover de rent formelle oplysninger om adresse, telefon, personale, ledelse, formål og lignende, oplyser vejviseren bl. a. om de pågældende institutioners specialudstyr, hovedarbejdsområder og muligheder for at påtage sig rekvireret arbejde.

Udvalgets undersøgelse af omfanget af forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet er primært udført som en interviewundersøgelse. Det har imidlertid ikke været praktisk muligt at opsøge samtlige private virksomheder på området, hvorfor en del af disse har fået tilsendt spørgeskemaer.

Resultaterne hviler på spørgeskemaer, der i alt væsentligt er udformet efter retningslinier angivet af OECD (13). Spørgeskemaerne er udfyldt med skønnede tal, da udvalget kun har været interesseret i at få et kvalificeret skøn over omfanget af indsatsen på dette område.

En undersøgelse som den foreliggende kan ikke omfatte al forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde, der udføres på byggematerialeområdet i Danmark. Udvalget skønner dog, at de efterfølgende opgørelser – i hvert tilfælde med hensyn til forskning og udviklingsarbejde – omfatter langt den overvejende del af aktiviteten på området. Der kan være en vis variation i undersøgelsens dækning af de forskellige materialeområder. Endvidere skal der gøres opmærksom på, at undersøgelsen er foretaget for et enkelt år, hvilket betyder, at der i dette år kan have været ekstraordinært store eller små udgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde. Dette vil næppe kunne forrykke billedet m.h.t. den

1) Vejviseren kan rekvireres på ATV's sekretariat og på Statens Byggeforskningsinstitut.

(13) Directorate For Scientific Affairs, The Measurement Of Scientific And Technical Activities: Proposed Standard Practice For Surveys Of Research And Development (Working Document, OECD, Paris 20.10.1969).

totale indsats, men kan for enkelte materialeområder betyde, at tallene ikke giver et helt korrekt billede af indsatsen.

Der er anvendt følgende definitioner og afgrænsninger af området:

(Forskning og udviklingsarbejde er defineret efter retningslinier angivet af OECD (13)).

Grundforskning: Originale undersøgelser med sigte på at opnå ny videnskabelig viden og forståelse. Den er ikke primært rettet mod praktiske mål eller anvendelser.

Anvendt forskning: Originale undersøgelser med sigte på at opnå ny videnskabelig eller teknisk viden og forståelse. Den er primært rettet mod praktiske mål eller anvendelser.

Udviklingsarbejde: Anvendelsen af videnskabelig eller teknisk viden til at frembringe nye eller væsentlig forbedrede materialer, produkter, processer eller systemer. Som forkortet betegnelse for udviklingsarbejde anvendes udvikling.

For alle tre kategorier gælder alment, at arbejdet skal indeholde et nyhedselement.

Følgende aktiviteter er ikke medtaget under de tre ovenfor nævnte kategorier:

Dokumentations- og informationsarbejde samt almindelig bibliotekstjeneste

Afprøvning og kvalitetskontrol

Rutinemæssig indsamling af data

Arbejdsstudier og lignende

Produktionsplanlægning

Salgs- og markedsanalyser

Juridisk, administrativt og salgsmæssigt arbejde med patenter og patentansøgninger

Personaleuddannelse

Konsultation og rådgivning: Bistand til løsning af konkrete problemer. Bistanden vedrører kun formidling af kendt viden og erfaringer.

Denne aktivitet er kun medtaget, for så vidt som institutionerne eller virksomhederne også udfører forskning eller udviklingsarbejde.

Som en forkortet betegnelse for konsultation og rådgivning anvendes konsultativt arbejde.

Byggematerialer: De substanser, de enkelte byggevarer består af eller er fremstillet af. Varer, der medregnes til byggevarer, er i alt væsentligt nævnt i appendiks 1.

Kun materialer til husbygning er medtaget her, materialer til anlægsarbejder medregnes således ikke her til byggematerialer.

De efterfølgende opgørelser omhandler arbejder med materialer, der anvendes som eller kan tænkes anvendt som byggematerialer. Når det drejer sig om materialer, der også anvendes til andet end byggeri, er det såvidt muligt skønnet, i hvor høj grad arbejdet er rettet mod byggematerialer, og kun denne del af arbejdet er medtaget. Med hensyn til udvikling af nye systemer og processer er kun den del medtaget, der vedrører selve materialet. Arbejdet i forbindelse med udviklingen af maskiner til materialefremstilling er ikke medtaget her. For flere af de undersøgte virksomheder udgør indsatsen på dette område en meget betydelig del af deres forsknings- og udviklingsindsats.

Resultatet af udvalgets undersøgelse præsenteres med et vist forbehold alene af den grund, at det er vanskeligt at afgrænse forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet over for de tilsvarende aktiviteter på andre områder.

Offentligt og delvis offentligt finansierede institutioner

Der er i det efterfølgende foretaget en opgørelse af personale, udgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i det offentlige regi. Opgørelserne omfatter 34 laboratorier, der alle har været besøgt af udvalgets sekretær. Af disse laboratorier er det kun ganske få, der primært har til opgave at arbejde med byggematerialer. Størsteparten har et andet hovedarbejdsområde, men er specialister på et eller flere felter inden for byggematerialeområdet.

For at give et indtryk af omfanget af de enkelte laboratoriers indsats på byggematerialeområdet er der ud for hvert laboratorium i det efterfølgende angivet størrelsesordenen af de driftsudgifter, som de har haft til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i 1969.

Driftsudgifter	— 100.000 kr. er angivet ved	x
Driftsudgifter 100.000	— 300.000 kr. er angivet ved	xx
Driftsudgifter 300.000	— 700.000 kr. er angivet ved	xxx
Driftsudgifter 700.000	— 1.000.000 kr. er angivet ved	xxxx

Laboratorium

- xxxx Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DtH
 - xxx Laboratoriet for Silikatindustri, DtH
 - xx Mineralogisk Institut, DtH
 - x Institutet for Metallære, DtH
 - x Institutet for Kemiindustri, Polymerafdelingen, DtH
 - x Laboratoriet for Varmeisolering, DtH
 - x Afdelingen for mekanisk teknologi, Plastlaboratoriet, DtH
 - Lydteknisk Laboratorium, DtH
 - Afdeling for Faststofmekanik, DtH
 - Institutet for teknisk Geologi, DtH
 - } udfører ikke forsknings- eller udviklingsarbejde på byggematerialeområdet
 - x Bygningsafdelingen, Materiale lære, DIA, København
 - x Kemiafdelingen, DIA, København
 - x Bygningsafdelingen, Materiale lære, DIA, Ålborg
 - xxx Atomenergikommissionens forsøgsanlæg, Risø, Kemiafdelingen
 - x Atomenergikommissionens forsøgsanlæg, Risø, Metallurgiafdelingen
 - xxx Korrosionscentralen, ATV
 - xxx Nordisk Forskningsinstitut for Maling og Trykfarve, ATV
 - xx Forskningsinstitutet for Handels- og Industriplanter, ATV
 - x Svejscentralen, ATV
 - x Isotopcentralen, ATV
 - xx Statens Byggeforskningsinstitut
 - x Statsprøveanstalten
 - xxx Malerforsøgsstationen, TI
 - xxx Byggeteknisk afdeling, TI
 - xx Træafdelingen, TI
 - x Plastafdelingen, TI
 - x Varmeteknisk afdeling, TI
 - x Lydteknisk konsultation, TI
 - xxx Byggeafdelingen, JTI
 - xx Træteknisk forsøgsafdeling og snedkerafdelingen, JTI
 - xx Teknisk-kemisk afdeling, JTI
 - xx Materialeafdelingen, JTI
 - x Afdelingen for plast- og formværktøj, JTI
 - x Dansk Textil Institut
- ATV = Akademiet for de tekniske Videnskaber
DtH = Danmarks tekniske Højskole
DIA = Danmarks Ingeniørakademi
JTI = Jydsk Teknologisk Institut
TI = Teknologisk Institut

Institutionernes personale til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet

Der har i 1969 ialt været 181 personer beskæftiget med forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet (se tabel A 2-1 i appendiks 2). Af de 181 personer har et betydeligt antal været deltidsbeskæftiget eller kun i en del af arbejdstiden været beskæftiget med de omtalte aktiviteter. For at kunne vurdere den samlede arbejdsindsats i forbindelse med de omtalte aktiviteter, er denne udtrykt i årsværk (en persons fulde arbejdsindsats i et år, også kaldet "mandeår").

I forbindelse med undersøgelsen har institutionerne givet et skøn over den forventede indsats på området om 5 år. Fra flere af de adspurgte institutioners side er det senere blevet fremført, at den forventede indsats nok var sat for højt, da hele bevillingssituationen så lysere ud, da undersøgelsen blev gennemført (efteråret 1970), end den gjorde ved betænkningens udgivelse.

I fig. 3 vises i grafisk form institutionernes indsats målt i årsværk på byggematerialeområdet i 1969 og den forventede indsats på området i 1974.

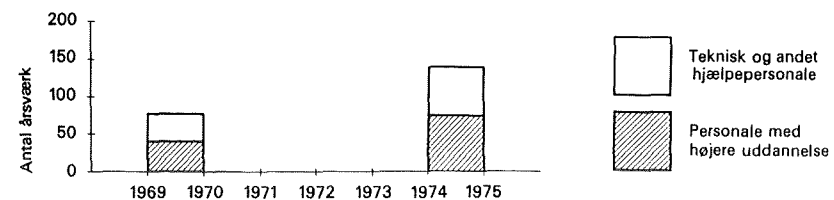


Fig. 3. Institutionernes indsats på byggematerialeområdet i 1969 og den forventede indsats på området i 1974.

Det bemærkes, at antallet af årsværk for personale med højere uddannelse er af nogenlunde samme størrelse som antallet af årsværk for hjælpepersonale. Af den tilsvarende figur for private erhvervsvirksomheder (fig. 6) fremgår, at antallet af årsværk for hjælpepersonale her er betydeligt større end antallet af årsværk for personale med højere uddannelse. Grunden til denne forskel kan bl.a. søges i forskellen på karakteren af opgaverne de to steder. Endvidere kan det gøre sig gældende, at det ved en del laboratorier på DtH er vanskeligt at få bevilling til kvalificerede ikke-videnskabelige medarbejdere.

Institutionernes driftsudgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet

Laboratorierne på DtH og DIA har ikke været i stand til at angive udgifterne. I disse tilfælde er udgifterne skønnet ud fra kendskabet til antallet af årsværk, idet udgifterne (incl. "overhead") er fastsat til 115.000

kr. for en videnskabelig medarbejder og 1/2 · 115.000 kr. for en ikke-videnskabelig medarbejder, hvilket er udregnet på grundlag af kendskabet til de tilsvarende udgifter i private erhvervsvirksomheder.

Alle beløb i det efterfølgende er angivet i millioner kroner.

Grundforskning	1,4 ~	23%
Anvendt forskning	1,7 ~	28%
Udviklingsarbejde	0,6 ~	10%
I alt til forskning og udviklingsarbejde	3,7	
Konsultativt arbejde	2,3 ~	39%
I alt i 1969	6,0 ~	100%

Forventede driftsudgifter i 1974: 11 millioner 1969 kr.

I fig. 4 vises i grafisk form driftsudgifterne på området i 1969 og de forventede driftsudgifter på området i 1974.

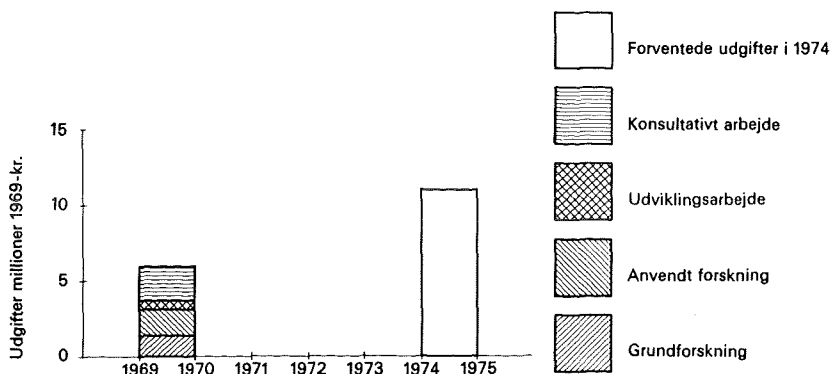


Fig. 4. Institutionernes driftsudgifter på området i 1969 og de af institutionerne forventede driftsudgifter i 1974.

Finansiering af institutionernes driftsudgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet

Statslige og kommunale midler	68% ~ 4,1 millioner kr.
Private midler	27% ~ 1,6 millioner kr.
Udenlandske midler	5% ~ 0,3 millioner kr.
I alt i 1969	100% ~ 6,0 millioner kr.

Til de offentlige bevillinger på godt 4 millioner kroner til drift kommer bevillinger til investeringer, der i perioden 1967–69 var på ca. 2 millioner kroner pr. år (se det efterfølgende).

Institutionernes driftsudgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet fordelt på forskellige typer af institutioner

De viste beløb er angivet i millioner 1969 kr.

	DtH, DIA og Risø	ATV, SBI og Statsprøveanstalten	Teknologiske institutter
Grundforskning	1,36	0,00	0,00
Anvendt forskning	0,72	0,77	0,18
Udviklingsarbejde	0,04	0,11	0,48
Konsultativt arbejde	0,13	0,54	1,64
I alt i 1969	2,25	1,42	2,30
Forventede driftsudgifter i 1974	3,3	2,7	5,4
Svarende til en udvikelse på ca.	45%	90%	135%

I fig. 5 vises fordelingen i grafisk form.

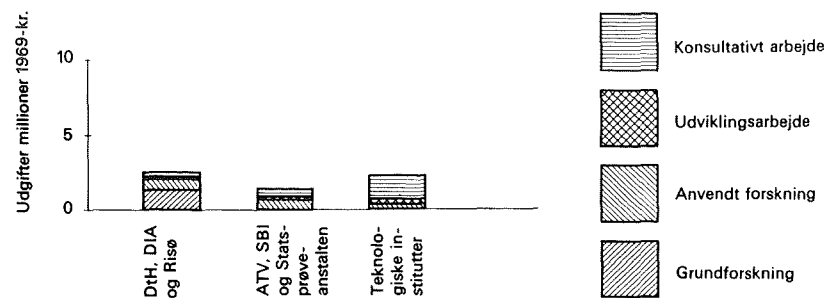


Fig. 5. Institutionernes driftsudgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i 1969 fordelt på forskellige typer af institutioner.

Institutionernes investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet.

Investeringerne er kun medtaget i det omfang, de skønnes medgået til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet.

Investeringerne er vist i treårsperioden 1967–1969. Beløbene er angivet i millioner kr.

	1967	1968	1969	Sum
Til nybygninger, større ombygninger og køb af ejendomme o.lign.	3,1	0,7	0,6	4,4
Til køb af apparatur m.v., der ikke afholdes over driften	0,8	0,6	0,7	2,1
I alt	3,9	1,3	1,3	6,5

Grunden til, at investeringerne i 1967 er forholdsvis store, er bl. a., at flere laboratorier på DtH, der beskæftiger sig med byggematerialer, blev bygget i dette år.

Investeringerne i treårsperioden 1970–1972 forventes at blive ca. 30% større end i treårsperioden 1967–1969.

Institutionernes driftsudgifter og investeringer i 1969 fordelt på forskellige materialeområder

Fordelingen er foretaget ud fra et groft skøn. Flere af materialeområderne indeholder materialekombinationer, således er f. eks. plastimprægneret beton opført under silikatmaterialer, plastimprægneret træ opført under træ og arbejder med maling på beton opført under maling.

Silikatmaterialer o.lign.	2,4 millioner kr.	
Metaller	<u>1,0 millioner kr.</u>	
Uorganiske materialer i alt		3,4 millioner kr.
Træ, træprodukter o.lign.	1,5 millioner kr.	
Plastmaterialer o.lign.	0,4 millioner kr.	
Maling, lak o.lign.	<u>1,4 millioner kr.</u>	
Organiske materialer i alt		3,3 millioner kr.
Ikke opdelelige udgifter og investeringer	0,6 millioner kr.	<u>0,6 millioner kr.</u>
I alt i 1969		7,3 millioner kr.

Private erhvervsvirksomheder

Der er foretaget en opgørelse af personale, driftsudgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i det private erhvervsliv.

Undersøgelsen er gennemført på følgende måde:

Med hensyn til arkitektvirksomheder, rådgivende ingeniørvirksomheder, entreprenørvirksomheder og en del betonelementfabrikker er undersøgelsen gennemført som en stikprøveundersøgelse i samarbejde med det såkaldte Salicath-udvalg, der afgav betænkning i april 1971 (2). I et spørgeskema udsendt af Salicath-udvalget blev virksomhederne bl. a. spurgt, om de udførte forskning eller udviklingsarbejde på byggematerialeområdet. De virksomheder, der svarede bekræftende på dette spørgsmål, blev senere kontaktet skriftligt af BMF-udvalget. Som forventet er det kun et lille antal arkitekt-, ingeniør- og entreprenørvirksomheder, der beskæftiger sig med forskning og udviklingsarbejde på byggematerialeområdet, og indsatsen er normalt beskeden i forhold til indsatsen i de egentlige byggematerialeproducerende virksomheder.

Med hensyn til de egentlige byggematerialeproducerende virksomheder har udvalget sekretær besøgt 40 virksomheder og interviewet ledere og medarbejdere. Derudover har udvalget skriftligt kontaktet 110 virksomheder, af hvilke de 75 har svaret på udvalgets henvendelse. En mindre del af disse sidste har kun besvaret skemaet delvist.

Erhvervsvirksomhedernes personale til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet

En detaljeret opgørelse over personale, der har været beskæftiget på området, findes i appendiks 2, tabel A2–2.

I fig. 6 vises i grafisk form de private virksomheders indsats (målt i årsværk) på området i 1969 og den forventede indsats på området i 1974.

Erhvervsvirksomhedernes interne driftsudgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet

Alle beløb er angivet i millioner 1969 kr.

Grundforskning	1 ~	3%
Anvendt forskning	5 ~	16%
Udviklingsarbejde	<u>16 ~</u>	52%
I alt til forskning og udviklingsarbejde	22	
Konsultativt arbejde	<u>9 ~</u>	29%
I alt i 1969	31 ~	100%

Forventede udgifter i 1974: 46 millioner 1969 kr.

(2) Koordinering af forskningen indenfor byggeområdet. Betænkning afgivet i april 1971 af et udvalg nedsat af Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd.

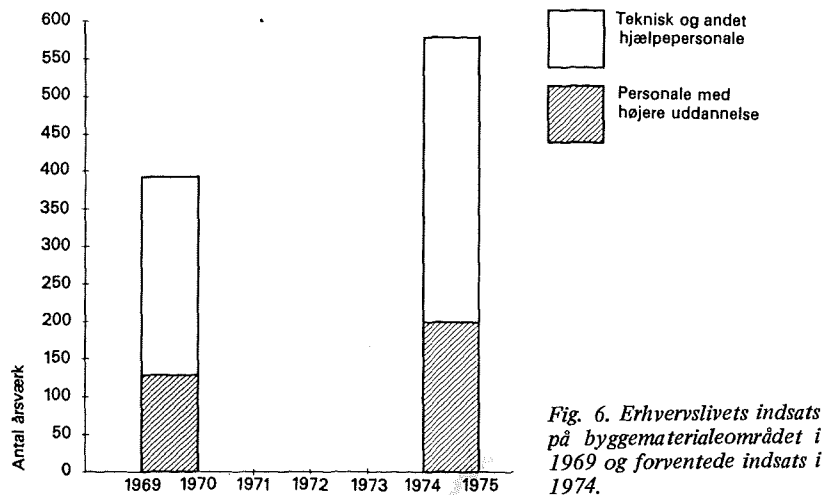


Fig. 6. Erhvervslivets indsats på byggematerialeområdet i 1969 og forventede indsats i 1974.

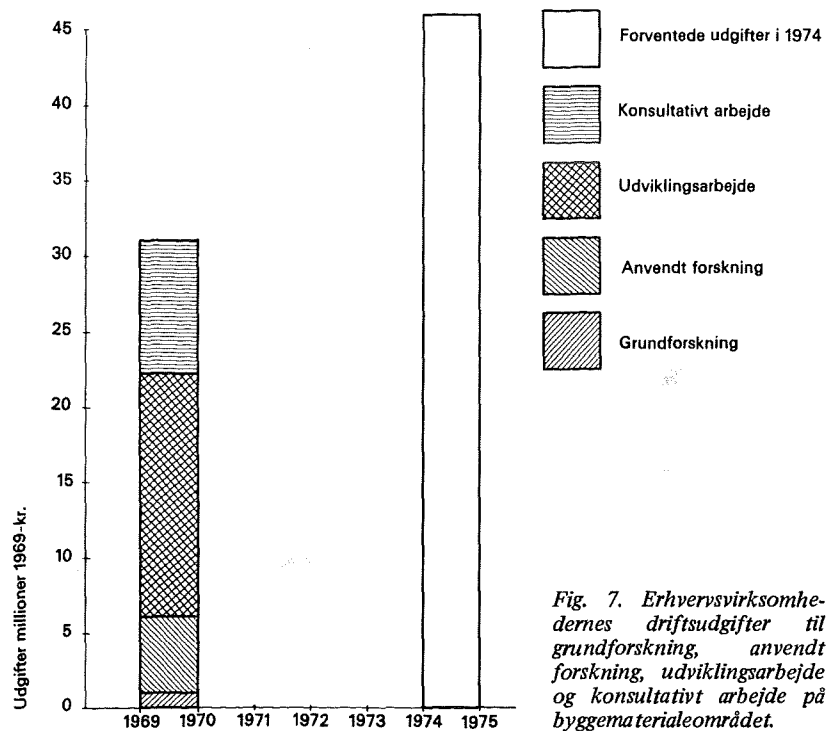


Fig. 7. Erhvervsvirksomhedernes driftsudgifter til grundforskning, anvendt forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet.

Fig. 7 viser i grafisk form erhvervsvirksomhedernes driftsudgifter til grundforskning, anvendt forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet.

Erhvervsvirksomhedernes interne investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet

Investeringerne er vist i treårsperioden 1967–69. Beløbene er angivet i millioner kr.

	1967	1968	1969	Sum
Til nybygninger, større ombygninger og køb af ejendomme o.lign.	0,5	0,4	2,0	2,9
Til køb af apparatur m.v., der ikke afholdes over driften	2,6	2,6	4,3	9,5
I alt	3,1	3,0	6,3	12,4

Investeringerne i treårsperioden 1970–1972 forventes af virksomhederne at blive ca. 85 % større end i treårsperioden 1967–1969.

Erhvervsvirksomhedernes interne driftsudgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde i 1969 fordelt på forskellige materialeområder

Driftsudgifterne og investeringerne er af virksomhederne fordelt efter skøn.

Vareområde	Driftsudgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde i 1969 i millioner 1969 kr.	Driftsudgifter og investeringer fordelt på forskellige materialeområder i %
Materialer af afbunden cement, kalk, asbest-cement, gips m.m.	6,8	18
Kalk, cement og uaf-bundne mørtler og betonmasser	4,4	12
Tilslagsmaterialer	1,1	3
Keramiske materialer i form- og færdigvarer	2,5	7
Jern, stål og metal	3,5	10
Træ	1,1	3
Materialer af træspåner, træfibre m.m.	1,4	4
(herunder papir)		
Mineraluld og glas	4,5	12
Gummi, plast, lim og fugemidler	6,2	16
Bitumenholdige varer o. lign.	1,0	3
Lak, malevarer og beskyttelsesmidler	4,5	12
I alt	37	100

Tabel 3. Erhvervsvirksomhedernes interne driftsudgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde i 1969 fordelt på forskellige materialeområder.

Erhvervsvirksomhedernes eksterne udgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet fordelt på danske institutioner, udenlandske institutioner og andre private erhvervsvirksomheder

En række danske erhvervsvirksomheder har finansieret forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde, som er udført uden for de pågældende virksomheder. I 1969 var de eksterne udgifter:

Til danske institutioner	1,0 millioner kr.
Til udenlandske institutioner	0,1 millioner kr.
Til andre erhvervsvirksomheder	0,5 millioner kr.
Eksterne udgifter i alt	1,6 millioner kr.

Det skal her bemærkes, at disse tal ikke er et dækkende udtryk for kontakten mellem erhvervsvirksomheder og institutioner. I mange tilfælde er der tale om et udstrakt samarbejde, uden at dette dog giver sig udslag i gensidig rekvirering af opgaver mod betaling.

Samlet oversigt

Driftsudgifter

Fig. 8 viser institutionernes og erhvervsvirksomhedernes driftsudgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet.

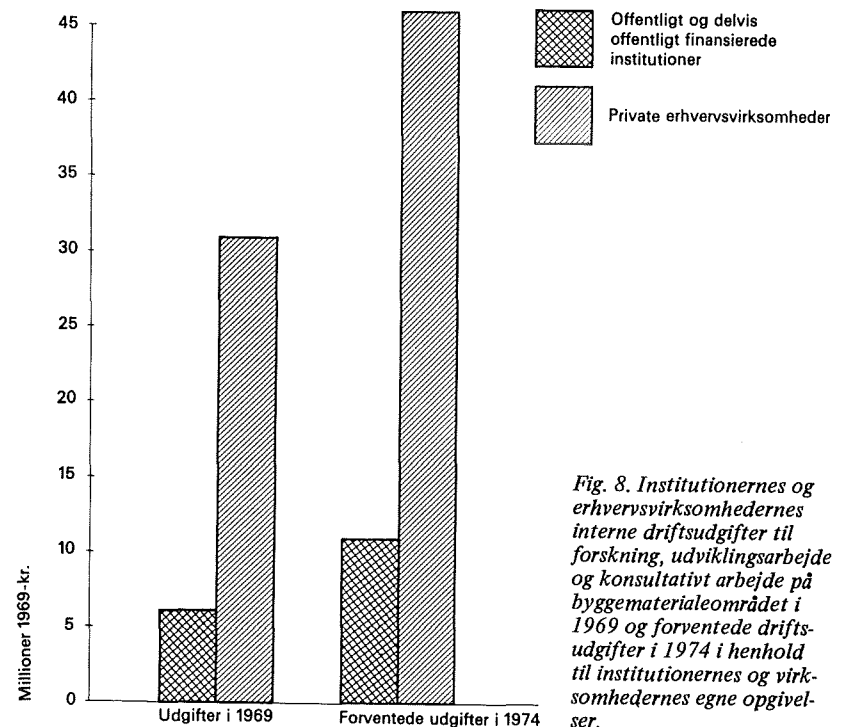
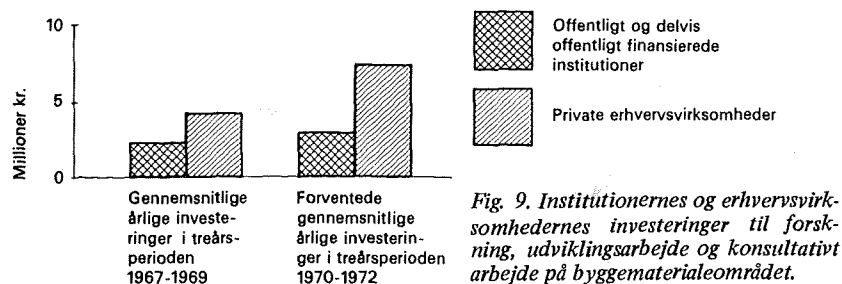


Fig. 8. Institutionernes og erhvervsvirksomhedernes interne driftsudgifter til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i 1969 og forventede driftsudgifter i 1974 i henhold til institutionernes og virksomhedernes egne opgivelser.

Investeringer

Fig. 9 viser de gennemsnitlige investeringer i treårsperioden 1967–1969, samt gennemsnittet af de forventede investeringer i treårsperioden 1970–1972.

Institutionernes og virksomhedernes skøn m. h. t. de forventede investeringer er meget grove.



Driftsudgifter og investeringer i 1969 til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde fordelt på forskellige byggematerialeområder

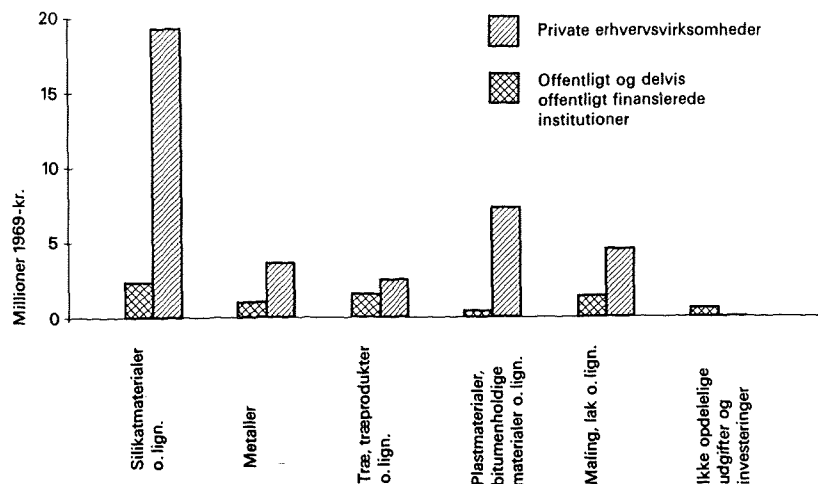


Fig. 10. Institutionernes og erhvervsvirksomhedernes interne driftsudgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde i 1969 fordelt på forskellige materialeområder.

Af figuren ses, at der er stor forskel på forholdet mellem offentlig og privat indsats på de forskellige materialeområder. Den offentlige indsats på plastområdet er bemærkelsesværdig lille i forhold til den private indsats. Det skal i øvrigt bemærkes her, at en væsentlig del af indsatsen på plastområdet er foretaget af byggematerialevirksomheder, der primært producerer traditionelle materialer.

Undersøgelsens hovedresultat

Det mest bemærkelsesværdige ved udvalgets undersøgelse af omfanget af forskningen, udviklingsarbejdet og det konsultative arbejde på byggematerialeområdet er, at erhvervslivets samlede indsats udgør ca. 37 millioner kroner, medens den samlede indsats i de offentlige og delvis offentligt finansierede institutioner udgør 7–8 millioner kr., d.v.s. forholdet mellem erhvervslivets og institutionernes indsats er som 5 til 1.

4.1.2 Omfanget af danske erhvervsvirksomheders byggematerialeforsknings- og udviklingsindsats i forhold til andre branchers forsknings- og udviklingsindsats i ind- og udland

Forsknings- og udviklingsarbejde er en vigtig forudsætning for et erhvervs økonomiske vækst. Det er imidlertid ikke muligt at give rationelle retningslinier for, hvor stort et omfang forsknings- og udviklingsindsatsen bør have.

Skønt det ikke er muligt at angive kriterier, der kan anvendes til fastsættelse af, hvor stor byggematerialeforsknings- og udviklingsindsatsen bør være, kunne man antage, at indsatsen på byggematerialeområdet ikke burde være væsentligt mindre end indsatsen i lignende brancher i ind- og udland.

For at kunne sammenligne forsknings- og udviklingsindsatsen i forskellige lande eller erhverv er det nødvendigt at sætte indsatsen i relation til landenes eller erhvervenes totale økonomiske aktiviteter.

Ved sammenligning af den samlede forsknings- og udviklingsindsats i forskellige lande sætter man som regel indsatsen i relation til bruttonationalproduktet. En sådan sammenligning er foretaget af Nordforsk i 1967 (14). Se fig. 11. Det fremgår af sammenligningen, at Danmark for så vidt angår udgifter til forskning og udviklingsarbejde i procent af bruttonationalproduktet befinder sig på grænsen til den nederste tredjedel af de undersøgte 17 lande, og at indsatsen er under halvdelen af den tilsvarende indsats i USA, Storbritannien, Frankrig, Holland, Schweiz og Vesttyskland.

(14) Forskningsvirksomhed i Norden i 1967, Udgifter og personale, Nordforsk, Oslo 1970.

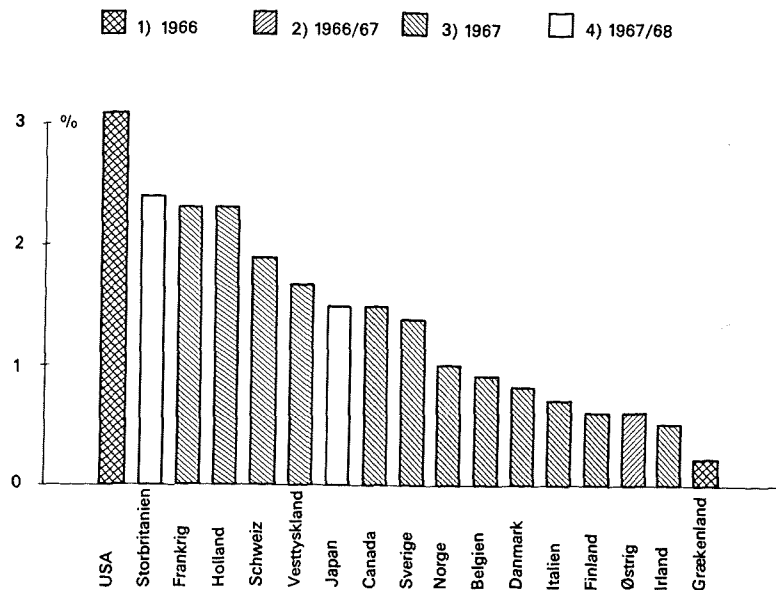


Fig. 11. Totale udgifter til forsknings- og udviklingsarbejde i nogle OECD-lande (eksklusive samfundsvidenskab og humaniora) i procent af bruttonationalproduktet til markedspriser. Kilde: (14)

Ved sammenligning af forsknings- og udviklingsindsatsen i forskellige brancher sættes indsatsen som regel i relation til værditilvæksten. I tabel 4 er industriens forsknings- og udviklingsindsats på byggematerialeområdet udregnet i procent af værditilvæksten. Det bemærkes, at tallene for forsknings- og udviklingsindsatsen vedrører år 1969, medens værditilvæksten vedrører år 1968 (seneste statistik, der var tilgængelig på det tidspunkt, da undersøgelsen blev gennemført). Dette betyder, at de angivne procentværdier for forsknings- og udviklingsindsatsen i forhold til værditilvæksten er lidt større (næppe over 10% af de angivne værdier), end hvis både indsats og værditilvækst havde været baseret på 1969. Det bør endvidere bemærkes, at der i dette afsnit kun er medtaget forskning og udviklingsarbejde og ikke konsultativt arbejde som i forrige afsnit. Grunden til dette er, at de undersøgelser, som BMF-udvalgets undersøgelse sammenlignes med i dette afsnit, ikke medtager konsultativt arbejde.

(14) Forskningsvirksomhed i Norden i 1967, Udgifter og personale, Nordforsk, Oslo 1970.

Vareområde	Totale udgifter (interne drifts-udgifter og investeringer samt eksterne udgifter) til forskning og udviklingsarb. i 1969 Millioner 1969 kr.	Værditilvækst i 1968 Se tabel 2. Millioner 1968 kr.	Totale udgifter til forskning og udviklingsarb. i % af værditilvæksten
Materialer af afbunden cement, kalk asbestcement, gips m. m.	4,4	313	1,4
Cement, kalk og uafbundne mørtler og betonmasser	3,3 ¹⁾	209	1,6 ¹⁾
Tilslagsmaterialer	0,6	95	0,6
Keramiske materialer i form og færdigvarer	1,2	152	0,8
Mineraluld og glas	3,4	75	4,5
Jern, stål og metal	2,7	239	1,1
Træ	1,1	203	0,5
Materialer af træspåner, træfibre m.m. (herunder papir)	1,1	38	2,9
Plast, gummi, lim og fugemidler	5,0	123	4,1
Bitumenholdige varer o.lign.	0,9	30	3,0
Lak, malevarer og beskyttelsesmidler	3,8	83	4,6
Textile gulvbelægninger	— ²⁾	107	— ²⁾
Total	27,5	1667	1,7

1) På dette område har det ikke for alle virksomheder været muligt at adskille indsatsen vedrørende husbygningsmaterialer og materiale til anlægsarbejder, hvorfor disse tal er for store.

2) Antallet af undersøgte virksomheder har her været for lille til, at der kan angives et tal. Industriens forsknings- og udviklingsindsats skønnes dog at være beskedent på dette område.

Det bemærkes, at udgifterne også indeholder eksterne udgifter til forskning og udvikling (se afsnit 4.1.1.).

Værditilvækst = samlet produktionsværdi ÷ værdi af råmaterialer, emballage m.m.

Tabel 4. Danske erhvervsvirksomheders totale udgifter til forskning og udviklingsarbejde på byggematerialeområdet i forhold til værditilvæksten.

Tabellen viser, at der er nogen forskel på forskningsintensiteten inden for de forskellige materialeområder. For mineraluld, plast og maling er forsknings- og udviklingsindsatsen højere end for træ, metaller, tegl, tilslagsmaterialer, beton og cement.

Det ville have været ønskeligt at kunne sammenligne de ovenstående tal for det danske erhvervslivs forsknings- og udviklingsindsats på byggematerialeområdet med tilsvarende tal for udlandet. Desværre foreligger der ikke – såvidt udvalget er orienteret – udenlandske undersøgelser svarende til BMF-udvalgets undersøgelse.

I den ovenfor omtalte undersøgelse under Nordforsk er der for de nordiske lande udarbejdet en oversigt over industriens forsknings- og udviklingsindsats i forhold til værditilvæksten. Undersøgelsens resultater er vist i tabel 5. Med hensyn til opdelingskriterierne af indsatsen på de forskellige brancher er der mindre forskelle mellem denne og BMF-udvalgets undersøgelse.

Undersøgelsen under Nordforsk er udarbejdet for 1967, hvilket betyder, at tallene i tabel 5 ikke direkte kan sammenlignes med tallene i tabel 4 (udarbejdet for 1969), da industriens forsknings- og udviklingsindsats er vokset meget kraftigt igennem de seneste år. For Danmarks vedkommende gælder det, at der i perioden 1967/69 har været en årlig stigningstakt på ikke mindre end 28%, hvilket er væsentligt mere end industriproduktionen. Dette betyder, at de procentangivelser, der er angivet for Danmark i tabel 5, nok i gennemsnit bør forhøjes med 30–50% for at give et realistisk billede af forholdene for 1969.

Af tabel 5 ses, at den gennemsnitlige forsknings- og udviklingsaktivitet for al dansk industri i forhold til værditilvæksten er 1,4%, hvilket forhøjet med 30–50% er af nogenlunde samme størrelse som gennemsnittet for byggematerialeområdet (tabel 4). Dette er bemærkelsesværdigt i betragtning af, at en forholdsvis stor del af byggematerialeindustrien er en udpræget grovindustrial, hvor produktfornyelser ikke er hyppige. Inden for en del byggematerialeområder som f. eks. mineraluld, plast og maling er forsknings- og udviklingsindsatsen på højde med de mest forskningsintensive brancher i Danmark.

	Danmark ¹⁾	Finland	Norge	Sverige
BERGVERKSDRIFT	–	1,0	0,2	0,5
INDUSTRI				
Elektroteknisk industri	3,9	5,4	6,3	10,4
Instrumenter			0,5	5,9
Kjemisk industri	4,8	2,6	2,4	2,1
Legemiddelindustri				23,7
Kull- og mineraloljefordeling		6,4	0,3	4,8
Maskinindustri	1,9	1,7	2,0	2,9
Primær jern- og metalindustri	0,4	4,6	1,6	6,0
Jern- og metalvareindustri	0,7	1,0	1,5	0,6
Skibsbygning	1,7	0,8	0,7	1,1
Transportmiddelindustri inkl. bil- og flyindustri ²⁾				8,7
Næringsmiddel- og drikkevareindustri	0,6	0,5	0,4	0,7 ³⁾
Tekstilindustri	–	0,2 ⁴⁾	0,6	0,3 ⁴⁾
Gummivareindustri	1,1	1,0	1,5	1,6
Tobakkindustri	–	–	0,1	– ³⁾
Beklædningsindustri, lærin- dustri	–	– ⁴⁾	0,2	– ⁴⁾
Treindustri, møbel- og inn- redningsindustri	0,2	0,1	0,2	0,2
Treforedlingsindustri	0,5	1,5	1,2	1,5
Grafisk industri, forlag m.v.	–	–	0,1	0,1
Jord- og stenvareindustri	0,4	0,1	0,6	1,7
Diverse industri ellers	0,1	0,1	0,5	0,2
TOTALT: Industri	1,4	1,2	1,2	3,1
TOTALT: Bergverk og industri		1,2	1,2	3,0

- 1) Bearerbejdningensverdien er anslått på grunnlag av tall fra tidligere år.
- 2) Bil- og flyindustri kun i Sverige.
- 3) Tobakksindustri inkludert i næringsmiddel- og drikkevareindustri.
- 4) Beklædningsindustri, lærin- og tekstilindustri.

Tabel 5. Industriens forsknings- og udviklingsudgifter i 1967 i procent af værditilvæksten. Kilde: (14).

(14) Forskningsvirksomhet i Norden i 1967, utgifter og personale, Nordforsk, Oslo 1970.

Sammenfattende kan det konstateres

at den danske byggematerialeindustri's forsknings- og udviklingsindsats er af nogenlunde samme størrelse som gennemsnittet af den øvrige danske industri's indsats og ikke som tidligere antaget (1) beskeden i forhold til denne,

at Danmark for så vidt angår landets samlede forsknings- og udviklingsaktivitet i forhold til bruttonationalproduktet indtager en beskeden plads i sammenligning med lande som USA, Storbritannien, Frankrig, Holland og Schweiz og ligger en del efter vore nabolande. Udvalget er imidlertid af den opfattelse, at dette forhold gør sig mindre gældende for byggematerialeindustrien end for hovedparten af den øvrige industri.

Heraf kan hverken udledes, at den danske byggematerialeforskningsindsats er tilstrækkelig eller omvendt, at den bør øges yderligere. Der synes ikke at være nogen direkte sammenhæng mellem et lands forskningsindsats og dets bruttonationalprodukt – f. eks. er Hollands samlede relative forskningsindsats 2,3% (1967) mod Danmarks 0,8% (1967), medens Danmarks bruttonationalprodukt pr. indbygger er væsentligt større end Hollands. Det kan kun fastslås, at den samlede, mulige indsats for at forbedre dansk byggeforskning som helhed til stadighed må holdes under observation og prioriteres.

4.1.3 Eksisterende muligheder for offentlig støtte til teknisk forskning og udviklingsarbejde

Ud over Statens tilskud til teknisk-videnskabelig forskning og udviklingsarbejde ved bl. a. de højere læreanstalter, SBI og de teknologiske institutter yder det offentlige støtte til teknisk forskning og udvikling gennem flg. råd og fonds:

1. Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd (DTVF)
2. Statens teknisk-videnskabelige Fond (STVF)
3. Fondet til fremme af teknisk og industriel udvikling.

1. Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd (DTVF)

Forskningsrådet yder tilskud til drift og apparatanskaffelser i 25 ikke-statslige udvalg og institutioner, herunder 19 institutioner tilknyttet Akademiet for de tekniske Videnskaber.

DTVF har i de nævnte år ydet tilskud af følgende størrelse: 1968/69: 12,0 millioner kr., 1969/70: 13,0 millioner kr., 1970/71: 14,7 millioner kr.

(1) Betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd. København, februar 1966.

2. Statens teknisk-videnskabelige Fond (STVF)

Fondets midler anvendes som hjælp til gennemførelse af frie forskningsarbejder, som forventes afsluttet inden for et begrænset tidsrum, og som ikke kan fremmes ved den pågældende institutions, virksomheds eller persons egne midler.

STVF har i de nævnte år givet samlede bevillinger som anført: 1968/69: 5,3 millioner kr., 1969/70: 5,0 millioner kr., 1970/71: 5,0 millioner kr.

Langt den største del er givet som støtte til forskningsprojekter på de højere læreanstalter.

3. Fondet til fremme af teknisk og industriel udvikling

Fondet – der pr. 1/9 1970 har afløst Statens Lånefond for Erhvervsforskning – yder direkte finansiel bistand til danske erhvervsvirksomheder og til private uden selvstændig erhvervsvirksomhed.

Lån:

Bistanden ydes bl. a. i form af lån til forsknings- og udviklingsprojekter. Der kræves ikke pant eller kaution. Lånene vil som regel blive ydet på sådanne vilkår, at gælden helt eller delvis eftergives, hvis det viser sig, at projektet ikke kan give lønnende resultater. Fondet påtager sig kun undtagelsesvis at finansiere samtlige omkostninger ved et projekt. Som regel tilbydes lån svarende til halvdelen af de budgetterede projektomkostninger.

Der ydes ikke lån til finansiering af den egentlige produktion, men alene til de led i "innovationskæden", som ligger forud for produktionen, som f. eks.

orienterende markedsundersøgelser
egentligt forskningsarbejde
egentligt udviklingsarbejde
patentbeskyttelse af opnåede resultater
fremstilling af prototyper
afprøvning af prototyper
konstruktionsarbejde, formgivning og anden produktionsmodning, udvikling og konstruktion af særligt produktionsudstyr.

Lånene er af meget varierende størrelse. Det mindste hidtil ydede lån er på 3.000 kr. og det største på 4 millioner kr.

Udviklingskontrakter:

Fondet har mulighed for at indgå kontrakter med en virksomhed om udvikling af et bestemt produkt eller en bestemt metode.

Der fastsættes regler for virksomhedens arbejdsindsats og for de omkost-

ninger, som fondet skal betale. Resultaterne tilhører fondet og kan udnyttes af interesserede mod betaling af en licensafgift.

Den virksomhed, der har udført arbejdet, vil i denne situation have den fordel, at den uden økonomisk risiko har det bedste grundlag for at vurdere den "know-how", fondet tilbyder.

Formidling af forskningsresultater til erhvervsvirksomheder:

Fondets midler kan endvidere anvendes til finansiering af formidling af forskningsresultater til danske erhvervsvirksomheder.

Aktietegning:

En særlig form for støtte er aktietegning i selskaber, der i højere grad end sædvanligt er afhængig af udviklingsarbejde.

Statens Lånefond for Erhvervsforskning har i de 3 år fondet eksisterede (1/4 1967–31/3 1970) afgivet i alt 72 lånetilsagn, der fordeler sig således:

Kemiteknik	12 tilsagn: 2,4 millioner kr.
Maskinteknik	42 tilsagn: 18,1 millioner kr.
Elektroteknik	14 tilsagn: 8,4 millioner kr.
Bygge- og anlægsteknik	4 tilsagn: 0,5 millioner kr.
	<u>72 tilsagn: 29,4 millioner kr.</u>

Fondet til fremme af teknisk og industriel udvikling har i finansåret 1970/71 afgivet i alt 42 tilsagn, der fordeler sig således:

Kemiteknik	6 tilsagn: 3,8 millioner kr.
Maskinteknik	23 tilsagn: 6,1 millioner kr.
Elektroteknik	8 tilsagn: 5,2 millioner kr.
Bygge- og anlægsteknik	2 tilsagn: 1,6 millioner kr.
Diverse	3 tilsagn: 0,1 millioner kr.
	<u>42 tilsagn: 16,8 millioner kr.</u>

Efter udvalgets opfattelse er der behov for øget information til offentligheden om de foreliggende muligheder for offentlig støtte gennem råd og fonds til igangsættelse af teknisk-videnskabelig forskning og udvikling, herunder specielt mulighederne for støtte til igangsættelse af forsknings- og udviklingsopgaver ved kombineret af erhvervmæssig og offentlig indsats på projektbasis.

Det skal her fremhæves, at etableringen af Byggeriets Udviklingsråd tilsigter at fremme forskning og udvikling inden for byggeområdet.

Der peges i denne sammenhæng på, at det ville være ønskeligt, at det

offentlige i højere grad end hidtil rekvirerede udvikling af nye konstruktioner og produkter, f. eks. i forbindelse med større byggerier, som det også er foreslået i betænkningen fra det såkaldte Salicath-udvalg (2).

4.1.4 Kontaktservice

(Se også afsnit 4. 2. 3)

Udvalget finder det overordentlig vigtigt, at der er en effektiv kontakt mellem videncentre og erhvervsliv.

Formidling af viden vedr. byggematerialer sker gennem grunduddannelserne, gennem leverandørernes oplysnings- og servicevirksomhed, gennem særlige kontaktservicetjenester, ved offentliggørelse af artikler m. v. i faglitteraturen samt ved møder i faglige selskaber og udvalg.

Med henblik på at forbedre kontakten mellem forskning og praksis er det i kommissoriet foreslået, at BMF-udvalget tager initiativet til etablering af "en kontaktservice for mere effektiv erhvervsudnyttelse af eksisterende specialviden, specialapparatur samt af bestående forskningsmuligheder" (kommissoriets pkt. b).

Udvalget har efter henstilling fra Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd – og i øvrigt i overensstemmelse med udvalgets synspunkter – ikke søgt at etablere denne kontakttjeneste, da flere sådanne allerede eksisterede eller var under etablering. Der skal her nævnes:

Dansk teknisk Oplysningstjenestes (DTO's) kontakttjeneste,
Informationssekretariatet ved Danmarks tekniske Højskole og Danmarks
Ingeniørakademi, samt
Forskningstjenesten under ATV.

4.2 Byggematerialeforskningen i fremtiden

I afsnit 3. er der peget på en række tendenser i den teknologiske udvikling, som giver udvalget anledning til at pege på nogle hovedområder for dansk byggematerialeforskning i fremtiden.

A. Den stigende grad af industrialisering i byggeriet vil kræve produkter med større markedsradius, dvs. komponenter, der er lettere og som har en højere præfabrikeringsgrad. Denne udvikling vil også stille nye krav til byggematerialeforskningen.

Efter udvalgets opfattelse vil industrialiseringen af byggeriet betyde, at byggematerialeforskningen i højere grad må udvikles i følgende retninger:

(2) Koordinering af forskningen indenfor byggeområdet. Betænkning afgivet i april 1971 af et udvalg nedsat af Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd.

- a) Videreudvikling af de traditionelle tunge råmaterialers anvendelse i lettere byggematerialer og komponenter, som er mere velegnede for industriel komponentproduktion og industrielle byggemetoder. Eksempler på en sådan udvikling findes allerede m. h. t. letbeton, mineraluld og ekspanderet ler.
- b) Øget forskningsindsats vedr. anvendelsen i byggeriet af materialer som f. eks. plast, metaller og cellulosebaserede materialer, der er velegnede til industriel bearbejdning (ekstrudering, presning, vacuumformning, støbning m.v.).
- c) Øget konstruktions- og byggeforskning med det formål at belyse, i hvilket omfang traditionelle tunge bygningsdele kan erstattes af lettere uden at tilsidesætte opfyldelsen af funktionskravene til bygningen.
- d) Som en nødvendig forudsætning for a) og b) må forskningsindsatsen på det grundvidenskabelige område øges (se 4. 2. 1 og 4. 2. 2), og denne må i stigende grad baseres på tværdisciplinær materialevidenskab (Material Science).
- B.** Da en del af de hidtidige råmaterialer kan blive en mangelvare (sten og grus), bør nye råstofmuligheder undersøges. Materialeforbruget må i fremtiden planlægges med hensyntagen til konsekvenserne for de naturlige ressourcer og genindvindingsmuligheder ved forældelse eller destruktion. Dette forhold rejser nye krav til forskning og uddannelse på en række områder.
- C.** Materialer til indretning og installationer udgør en stigende andel af byggematerialernes samlede værdi, hvorfor man bør øge forskningen vedr. disse.
- D.** Vedligeholdelse og modernisering må i fremtiden i højere grad forventes at blive udført af specialfirmaer. Dette betyder, at der vil være behov for udvikling af materialer og moderniseringskomponenter, som er særligt monteringsvenlige, og som kan bruges af "flerfaghåndværkere".
- E.** Uanset, at dispositioner vedrørende byggeri må anses for at være langsigtede – i industriel målestok endog meget langsigtede – koncentrerer de økonomiske overvejelser i forbindelse med byggeri ofte om etableringsudgifterne. Ud fra samfundsøkonomiske overvejelser bør der i højere grad lægges vægt på en totaløkonomisk vurdering af anskaffelses-, drifts-, vedligeholdelses-, fornyelses- og afskaffelsesudgifter. En sådan totaløkonomisk vurdering vil nødvendiggøre et øget kendskab til materialernes tidsafhængige egenskaber, herunder deres holdbarhed ved de skiftende påvirkninger, som de kan blive udsat for i bygningens

levetid. Særlig vigtig er kendskabet til holdbarheden af materialerne til råhuset, som normalt forventes at have en meget lang funktionstid. På grund af materialernes ofte meget lange holdbarhed må metoder til vurdering af holdbarheden baseres på bl. a. accelererede forsøg og ekstrapolering af nedbrydning ved naturlige påvirkninger. Vurderinger af materialernes holdbarhed vil kunne indgå som et led i eventuelle forsøgsbyggerier.

Udvalget foreslår, at industrien og det offentlige øger forskningsindsatsen med henblik på udvikling af metoder til bedømmelse af byggematerialernes tidsafhængige funktionsegenskaber. Udvikling af metoder vil kunne ske inden for de eksisterende laboratorier.

Vilkårene for en øget indsats på byggematerialeforsknings- og udviklingsområdet.

De to vigtigste forudsætninger for, at det kan betale sig for industrien eller for det offentlige at investere i forsknings- og udviklingsarbejde, er udsigten til afsætning af forsknings- og udviklingsarbejdets forventede resultat og presset fra konkurrencen. Byggeindustrien har i meget mindre grad end andre industrier haft disse to forudsætninger. Med den tiltagende industrialisering vil presset fra udenlandsk konkurrence vise sig stærkere i byggeriet.

I det offentliges planlægning bør der indgå langsigtede planer for byggeriets omfang og karakter med henblik på at skabe det bedst mulige grundlag for investeringer i forsknings- og udviklingsarbejde.

4.2.1 Private erhvervsvirksomheders forskning, udviklingsarbejde og konsultative arbejde

Industriens driftsudgifter og investeringer til egen forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet var i 1969 ca. 37 millioner kroner og forventes af industrien at stige med ca. 50% i løbet af femårsperioden 1969–74 (jvf. afsnit 4. 1. 1). Det fremgår af afsnit 3. 1, at der i syvårsperioden 1961–68 har været en stigning i produktionsværdien og værditilvæksten for danske byggevarer på 60–70%. Hvis denne stigningstakt fortsætter, vil det sige, at produktionen og værditilvæksten i femårsperioden 1969–74 vil vokse med knap 50%. Dette vil betyde, at driftsudgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde antagelig vil udgøre nogenlunde den samme procentuelle andel af værditilvæksten i 1974 som i 1969. Hvorvidt den forventede udvidelse af indsatsen på ca. 50% vil være tilstrækkelig afhænger af mange forhold, som udvalget ikke har kunnet belyse til bunds.

Industriens forsknings- og udviklingsindsats vil i hovedsagen være koncentreret om udvikling af produkter og processer (se fig. 7). Denne indsats hører naturligt sammen med den øvrige del af innovationskæden (herunder markedsundersøgelser, patentarbejde, formgivning, anden produktmodning og konstruktion af særligt produktionsudstyr), som i de fleste tilfælde udgør en langt større økonomisk indsats end selve forsknings- og udviklingsarbejdet. Industriens egen grundforskning og anvendte forskning er nødvendig for på længere sigt at kunne give stødet til nye eller forædlede produkter og processer. Udover den egentlige forsknings- og udviklingsindsats driver dansk byggematerialeindustri også en omfattende konsultativ, rådgivende og servicebetonet virksomhed (se fig. 7) i forbindelse med det salgsmæssige arbejde og med henblik på indsamling af erfaringer til forbedring af produkterne.

Man kunne forvente, at arkitekter og rådgivende ingeniører, der skal omsætte forskningsresultaterne til parkis, ville være initiativtagende til materialeforskningen og -udviklingen. BMF-udvalgets undersøgelser antyder imidlertid, at kun de færreste arkitekter og rådgivende ingeniører er involveret i materialeforsknings- og udviklingsarbejde. Det stramme program, der må lægges for de fleste byggerier gør det vanskeligt at afse tid til forsknings- og udviklingsarbejde. Erhvervsstrukturen medfører iøvrigt, at der sjældent er noget direkte økonomisk incitament for de projekterende til at udføre forsknings- og udviklingsarbejde på dette område. Desuden placerer gældende love ansvaret for fejl og mangler ved foreskrevne nye materialer eller materialekombinationer, som anvendes i byggeriet hos dem, der har foreskrevet dem, dvs. arkitekter og rådgivende ingeniører. Dette forklarer arkitekters og rådgivende ingeniørers beherskede motivation for eksperimenter med nye materialer, ligesom bygherren i de fleste tilfælde vil være tilbageholdende med bevillinger hertil. Dette forhold virker hæmmende på udvikling og innovation i byggeriet.

Selv om de rådgivende ingeniører og arkitekter i fremtiden næppe i større udstrækning kan tænkes at være involveret i selve materialeforskningen, så bør de virke initierende på udviklingen gennem deltagelse i arbejdet med formulering af funktionsspecifikationer til byggeriets komponenter. De projekterende arkitekter og ingeniører bør også deltage i arbejdet med løsning af opgaver af mere tværgående karakter inden for byggeriet som f. eks. fugtproblemer, fugeproblemer og holdbarhed med sigte dels på den teknologisk forsvarlige ændring af materialer i bygningskonstruktioner, dels på forslag til produktforbedringer.

Man kunne tænke sig, at visse projekterende virksomheder kunne specialisere sig i forsknings- og udviklingsvirksomhed på disse områder.

Da de ovenfor nævnte opgaver har stor samfundsmæssig betydning, mener udvalget, at det offentlige i hvert fald i en begrænset årrække bør deltage i finansieringen.

4.2.2 Offentlig forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde

De offentligt og delvis offentligt financerede institutioners udgifter og investeringer til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet var i 1969 ca. 7 millioner kr. (jvf. 4. 1. 1), hvoraf ca. 2/3 var finansieret af det offentlige. Institutionerne forventede selv, at deres indsats på området ville stige med ca. 80% i løbet af femårsperioden 1969-74. Dette vil dog næppe blive tilfældet på grund af den økonomiske stramning.

Særlige områder for offentlig forskning

Offentlig forskning bør ikke alene kunne udføres i offentlige institutioner, men også i industrivirksomheder og projekterende virksomheder, der har særlige forudsætninger for at løse forskningsopgaverne.

I det følgende vil udvalget pege på nogle områder med tilknytning til byggematerialer, hvor der i fremtiden vil være behov for en offentlig indsats (se også indledningen til afsnit 4. 2). 1966-betænkningen (1) har også beskæftiget sig med dette problem. BMF-udvalget kan tilslutte sig, at der bør ske en udbygning af indsatsen på en del af området, som nævnes i denne betænkning. Disse vil derfor genfindes i det følgende.

Grundforskning:

Til grundforskning på byggematerialeområdet bruges ca. 2 1/2 million kr., heraf knap 1 million kr. i private erhvervsvirksomheder. Det er af stor betydning for forsknings- og udviklingsarbejdet i industrien, at der i Danmark foregår grundforskning, men da grundforskningen kun undtagelsesvis på kort sigt giver resultater, der kan udnyttes kommercielt, kan det ikke forventes, at industrien i nogen større udstrækning selv vil satse på dette område. Det offentlige må derfor påtage sig en del af ansvaret for grundforskningen. Der bør ske en udbygning af den grundvidenskabelige forskning på byggematerialeområdet i tilknytning til den højere tekniske uddannelse.

Det bemærkes, at forskningsindsatsen m. h. t. de traditionelle materialer er forholdsvis stor, medens den er mere beskedent m. h. t. importerede materialer til bygningskomponenter.

(1) Betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd. København, februar 1966.

Brandforskning:

Der er behov for yderligere forskning vedrørende byggematerialers forhold under brand. Brandkrav er ofte afgørende for, om et produkt kan anvendes. Den stigende anvendelse af lette materialer vil kunne medføre en forøget risiko med hensyn til brand. I "Betænkningen vedr. Statsprøveanstaltens fremtidige udvikling" (3) er der allerede stillet forslag om udbygning af den offentlige indsats på dette område. Brandforskning og -prøvning bør baseres på et samarbejde med udenlandske laboratorier. Da det imidlertid kan tage lang tid, før et internationalt samarbejde er etableret, skal BMF-udvalget anbefale, at der uafhængigt af disse planer snarest sker en udbygning af brandforskningen i Danmark.

Funktionsanalyser og funktionsprøvning:

Lovkravene til byggematerialer og -komponenter gøres stadig mere funktionsorienterede og der er en stigende tendens til, at udbud sker på basis af funktionspecifikationer.

Udarbejdelse af funktionsanalyser for materialer og komponenter samt udviklingen af tilhørende prøvningsmetoder bør fremmes. Funktionsanalyser og funktionsprøvning er nærmere omtalt i afsnit 4. 2. 4.

Specialapparatur:

Det må tilstræbes, at kostbart og kompliceret specialapparatur til byggematerialeforskning, hvad enten det befinder sig i offentlige eller industrielle laboratorier, søges udnyttet så effektivt som muligt – om fornødent gennem aftaler og betalingsordninger. En nødvendig forudsætning for dette er, at der foreligger en ajourført liste over eksisterende specialapparatur.¹⁾

4.2.3 Centraliseret eller decentraliseret byggematerialeforskning

Det har været en af udvalgets væsentligste opgaver at tage stilling til, hvorvidt der bør oprettes et særligt byggematerialeforskningsinstitut.

I begyndelsen af 1966 stillede "Udvalget vedr. byggematerialeforskning" (1) forslag om oprettelse af et offentligt institut for byggematerialer. Det skal bemærkes, at "Udvalget vedr. byggematerialeforskning" behandlede

(3) Betænkningen om Statsprøveanstaltens fremtidige udvikling. Afgivet til Handelsministeriet den 29. januar 1971 af Statens Materialprøveråd.

¹⁾ I BMF-udvalgets vejviser findes en liste over eksisterende specialapparatur i en lang række offentlige og private institutioner.

(1) Betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd. København, februar 1966.

området byggematerialer og materialer til anlægsarbejder, medens BMF-udvalget kun behandler området byggematerialer.

Som udgangspunkt for forslaget om oprettelse af et nyt institut opstillede "Udvalget vedr. byggematerialeforskning" en prognose for den nødvendige fremtidige byggematerialeforskning. Prognosen var først og fremmest baseret på

- a) et skøn over den samlede bygge- og anlægsvirksomhed samt
- b) et skøn over, i hvilket omfang det ville være nødvendigt at forlade traditionelle metoder og materialer for at nå visse produktionsmål.

Det har været muligt at efterprøve nogle af udvalgets forudsigelser. Forudsigelserne vedr. omfanget af bygge- og anlægsvirksomheden samt materialeforbruget svarer godt til det faktiske forløb i perioden 1963–68.

Som det endelige resultat af prognosen kom man frem til, at

"de samlede udgifter til materialeforskning inden for bygge- og anlægsvirksomheden skønnes at måtte være:

i 1975 50 millioner 1963 kroner
i 1985 150 millioner 1963 kroner."

Disse beløb skulle dække industriens forskning og udvikling, forskningen på et nyt institut samt forskningen i de eksisterende institutioner.

Forestillingen om et beskedent omfang af den eksisterende forskning var et væsentligt motiv for 1966-betænkningens forslag om oprettelse af et centralt byggematerialeforskningsinstitut.

I 1966-betænkningen er der i forbindelse med prognosen udarbejdet en grafisk fremstilling af vækst og fordeling af forskningsindsatsen fra 1965–1985. Denne er vist i fig. 12. I figuren kan det for 1969 aflæses, at

industriens egen forskning og udvikling er afsat til	ca. 8 millioner 1963 kr.
anden forskning og udvikling er afsat til	ca. 12 millioner 1963 kr.
	<hr/>
	20 millioner 1963 kr.

(Konsultativt arbejde er ikke medregnet her)

Af BMF-udvalgets undersøgelse (4. 1. 1) af omfanget af forsknings- og udviklingsindsatsen på husbygningsmaterialeområdet fremgår, at

industriens egen forskning og udvikling i 1969 var	ca. 27 millioner 1969 kr.
forsknings- og udviklingsindsatsen i offentligt og delvis offentligt financerede institutioner i 1969 var	ca. 5 millioner 1969 kr.
	<hr/>
	32 millioner 1969 kr.

(Konsultativt arbejde er ikke medtaget her)

Reguleret efter det lønregulerende index svarer dette til

ca. 24 millioner 1963 kr.

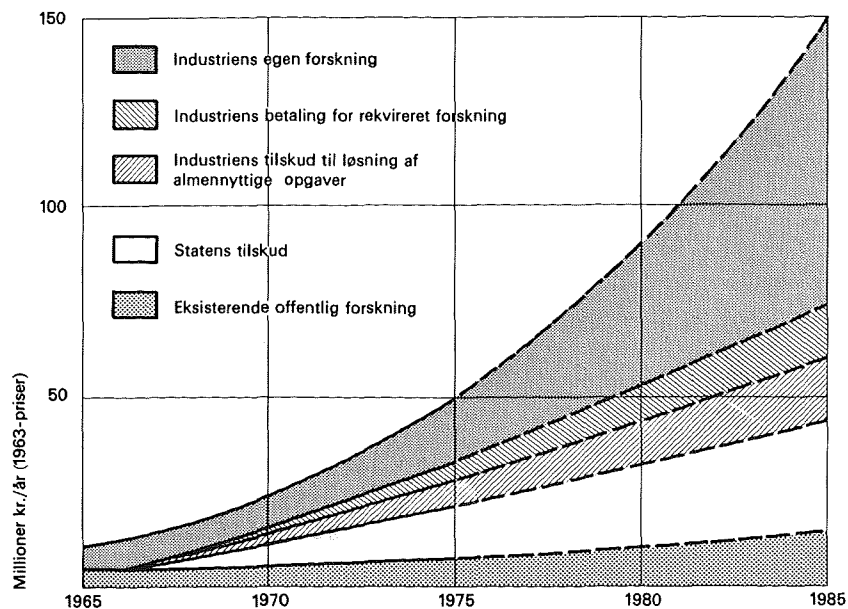


Fig. 12. Vækst og fordeling af forskningsindsats på byggematerialeområdet. Figur fra en tidligere betænkning vedrørende byggematerialer (1).

Hertil kommer for nogle materialeproducenters vedkommende en betydelig indsats m. h. t. udvikling af maskiner. Dette er ikke inkluderet i det ovenfor nævnte beløb.

BMF-udvalgets undersøgelse viser således, at der i 1969 blev udført et forsknings- og udviklingsarbejde på materialeområdet svarende til det mål, som i 1966-betænkningen opstilledes som ønskeligt. Fordelingen imellem industriens og det offentlige indsats er imidlertid en anden end forventet i 1966-betænkningen, idet industriens egen indsats er udbygget kraftigere end forventet og nu udgør mere end 80% af den samlede indsats.

Udvalget anser det for gunstigt, at industrien har formået at øge indsatsen så kraftigt, idet opgaver af mere produkt- eller procesbaseret karakter naturligt hører hjemme i industrien, hvor de er sammenkædet med salgs- og markedsovervejelser.

BMF-udvalgets undersøgelse af omfanget af den eksisterende forskning har vist, at 1966-betænkningens væsentligste motiv for oprettelse af et

(1) Betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd, København, februar 1966.

offentligt byggematerialeforskningsinstitut er bortfaldet. Hertil kommer, at der siden 1966 er sket en stærk udbygning af byggematerialeforskningen på de højere læreranstalter. På Danmarks tekniske Højskole er der bl. a. oprettet et professorat i Bygningsmaterialelære.

BMF-udvalget mener, at der er behov for en øget indsats på byggematerialeområdet, men at der ikke er baggrund for at oprette et offentligt generelt byggematerialeforskningsinstitut som tidligere foreslået. Den nødvendige ekspansion af byggematerialeforskningen og -udviklingen kan ske ved udvikelse af aktiviteterne i industrilaboratorierne og i de allerede eksisterende institutioner. Hvis der skulle opstå behov for byggematerialeforskning på specielle områder, som ikke kan varetages af de eksisterende laboratorier, bør der snarere etableres midlertidige forskningsgrupper.

Samarbejdet mellem de laboratorier og institutioner, der beskæftiger sig med byggematerialeforskning og -udvikling, bør imidlertid udbygges. BMF-udvalget henviser til de bestræbelser, der er i gang for at koordinere den byggetekniske forskning, udvikling og service på SBI, DtH, DIA, de teknologiske institutter og flere ATV-institutter. Der bør herudover tilstræbes en mere åben og effektiv kontakt mellem den offentlige og den private forskning, samt mellem forskningen og praksis.

4.2.4 Funktionsspecifikationer

Udvikling af nye og forædling af kendte materialer og komponenter fordrer, at målet med forsknings- og udviklingsarbejdet er kendt. Af væsentlig betydning herfor er,

- at der foretages en funktionsanalyse, dvs. en nøje analyse af de påvirkninger, som materialet eller komponenten — og dermed materialerne — udsættes for under brug, og at der foretages en kvalitativ formulering af de ydelser, der kan være tale om at ønske af det pågældende materiale eller den pågældende komponent,
- at disse ydelser kvantificeres i form af en funktionsspecifikation,
- at der udarbejdes prøvningsmetoder til påvisning af de ønskede ydelser. Sådanne prøvningsmetoder vil i princippet være materialeuafhængige. På grund af manglende materialekendskab vil det dog formodentlig endnu i mange år være nødvendigt også at anvende materialeorienterede prøvningsmetoder.

Udvalget er af den opfattelse, at funktionsanalyser og tilhørende prøvningsmetoder bør udarbejdes i et samarbejde mellem det offentlige, industrien og brugerne. Til brugerne henregnes både rådgivende ingeniører, arkitekter, entreprenører og de offentlige og individuelle forbrugere.

4.2.5 Indarbejdelse af nye udførelsesmåder og produkter i byggeriet

Byggematerialeforskningens resultater indarbejdes i byggeriet dels ved anvendelse af ændrede eller nye produkter, dels som ændrede eller nye udførelsesmåder.

Medens selve fremstillingen af nye produkter rejser en række interne spørgsmål, som må løses i den enkelte industrivirksomhed, berører kravet om nye udførelsesmåder ofte store og til dels uklart afgrænsede grupper af bygningsarbejdere, håndværksmestre, arbejdsledere, projekterende og evt. ikke-fagfolk. En heldig indarbejdelse af et nyt produkt vil i mange tilfælde forudsætte indgribende ændringer i traditionelt fastlagt praksis. Erfaringsmæssigt kan det kræve en betydelig og langvarig indsats at ændre traditionel praksis i byggeriet. Mange nye produkter har fået et dårligt renommé, fordi de er blevet brugt forkert, eller de er blevet sinket i deres udbredelse, fordi anvendelsesmåderne var utilstrækkeligt kendte.

Det traditionelle byggeri, hvor væsentlige dele af bygningen fremstilles på byggepladsen efter individuelt projekt, er i virkeligheden afhængigt af, at mange tusinde udførende og tilsynsførende, tilbudsgivende, projekterende og myndigheder m. fl., alle er fortrolige med de samme materialer og bearbejdningsmåder. Det er bl. a. denne afhængighed, der gør udvikling i det traditionelle byggeri til en meget langsom og tung proces. I det omfang, det traditionelle produktionsmønster bevares, kan indførelsen af et nyt materiale, som f. eks. kræver en ny samlingsteknik, eller blot nye opbevaringsforhold, betyde, at mange tusinde forskellige teknikere og håndværkere – samtidig – skal informeres eller ligefrem tillæres, for at materialet kan komme forsvarligt i brug.

Der er forskellige muligheder for at overvinde denne træghed i innovationsprocessen.

1. Forbedringer og ændringer af grunduddannelser for byggeriets håndværkere og mellemteknikere kan forstærkes. Det er vigtigt, at grundlæggende værdier i håndværkets arbejdsområde, specielt den individuelle færdighed og erfaring, bringes med over i industrielle produktionsmetoder.
2. Efteruddannelserne kan øges og vil uden tvivl blive det i de kommende år. De faglige organisationer, de teknologiske institutter og Byggecentrum er aktive på dette område. Et nært samarbejde mellem de offentlige institutioner og industrien er nødvendigt i denne uddannelsesvirksomhed og har da også længe været praktiseret. For de fleste efteruddannelser har det hidtil været et problem at skaffe professionelle lærere og hensigtsmæssige læremidler. Disse problemer må løses ved etablering af efterud-

dannelserne som en permanent professionel aktivitet enten i tilknytning til grunduddannelsesanstalterne eller i selvstændige efteruddannelsesinstitutioner.

3. En supplerende efteruddannelse kan udøves af de virksomheder, der producerer og markedsfører nye materialer. Ved at udarbejde og distribuere vejledninger kan producenten bidrage meget til at sikre den rigtige anvendelse af et nyt materiale.
4. Brancheorganer kan overtage informationsopgaven. Træbranchens Oplysningsråd (TOP), Teglintustriens tekniske Tjeneste (TTT) og VVS-information er eksempler på brancheorganer, som i forskelligt omfang har kunnet gennemføre fælles information.

5. Uddannelse

Uddannelse af ingeniører og forskere indenfor byggematerialeområdet har ikke blot betydning for kvaliteten af forskningen, men også for forholdet mellem grundforskning, anvendt forskning og udviklingsarbejde samt for forholdet mellem den højere uddannelse og byggeindustrien.

Universiteterne og de højere læreanstalter kan og bør allerede på nuværende tidspunkt tilbyde en tværgående uddannelse i materialevidenskab og materialeteknologi (der nogenlunde svarer til de engelske begreber "Materials Science" og "Materials Engineering"), som er væsensforskellig fra den almindelige undervisning, der tilbydes i de traditionelle discipliner.

5.1 Det fremtidige behov for byggematerialespecialister

For at få en ide om størrelsesordenen af behovet for byggematerialespecialister i de kommende år har udvalget i forbindelse med den tidligere omtalte undersøgelse af omfanget af forskningsindsatsen forsøgt at fastslå behovet for byggematerialespecialister i institutioner og materialeproducerende virksomheder, der beskæftiger sig med forskning og udviklingsarbejde på byggematerialeområdet. Opgørelsen hviler på besvarelser af et spørgeskema, som tilstilledes 34 institutioner og 38 materialeproducerende virksomheder. De 72 institutioners og virksomheders forskning og udviklingsarbejde på byggematerialeområdet skønnes at udgøre mere end 70% af den samlede indsats på området.

I de efterfølgende opgørelser forstås der ved byggematerialespecialister, personer med særligt kendskab til materialeforskning eller -udvikling og med kendskab til de krav, anvendelsen i byggeriet stiller til materialerne. Tabel A3-1, A3-2, A3-3 og A3-4 i appendiks 3 viser det antal byggematerialespecialister, der i 1969 var ansat i de omtalte institutioner og virksomheder, og det antal, der ifølge undersøgelsen yderligere vil være behov for i 1974. Fig. 13 giver en samlet oversigt over antallet i 1969 og behovet i 1974.

Undersøgelsen tyder på, at der i dag kan forudses behov for et ret stort antal praktisk uddannede materialeingeniører, medens behovet for personer med en højere grundvidenskabelig uddannelse vurderes som beskedent.

Resultatet af denne analyse af behovet for byggematerialespecialister svarer helt til resultatet af en lignende behovs-analyse, som OECD har foretaget for materialeområdet som helhed (4).

(4) Materials Science, OECD, The Emergence of Materials Science and Materials Engineering. Directorate for Scientific Affairs. Material Research Advisory Group Education Sub-Group. Final report to be issued 1972.

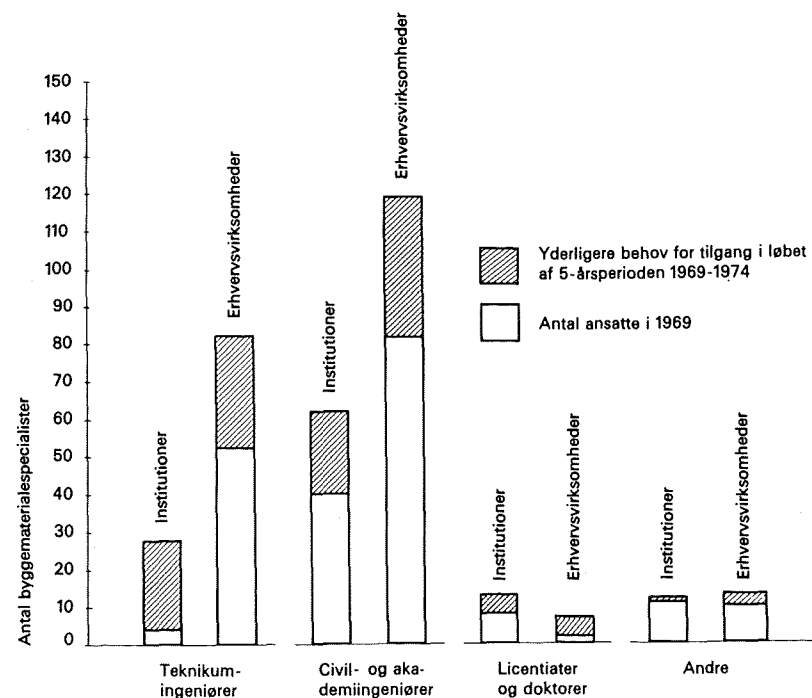


Fig. 13. Behovet for byggematerialespecialister i 34 institutioner og 38 større byggematerialeproducerende virksomheder.

Ved hjælp af spørgeskemaer og samtaler med ledere af en lang række større europæiske industrier har OECD søgt at fastlægge industriens behov for materialeforskere og -ingeniører. De industriforetagender, der indgik i undersøgelsen, er beliggende i en række lande med vidt forskellig økonomisk og uddannelsesmæssig struktur. De arbejder indenfor forskellige brancher og er meget forskellige af størrelse. Til trods for disse variationer viste undersøgelsen klart, at de fleste industrivirksomheder tillægger en bred uddannelse større vægt end speciel viden i akademisk forstand. Det er af stor betydning, at en nyansat ikke mister overblikket og forståelsen for den større sammenhæng, hans arbejde skal passe ind i, selv om han skal arbejde indenfor et forholdsvis specialiseret område. I europæisk industri skelner man i modsætning til amerikansk industri ikke skarpt mellem egentlige forskere og andet videnskabeligt eller ingeniørmæssigt uddannet personale. Det er almindeligt, at en person efter nogle år som forsker overgår til administrativt, kommercielt eller produktionsbetonet arbejde. En undtagelse udgør dog meget store og specialiserede industrier.

Til forskning foretrækker de fleste industrier at ansætte folk med en solid baggrund i en traditionel disciplin, hvorefter den fortsatte uddannelse foregår indenfor virksomhederne. De fleste materialeforbrugende virksomheder er mere interesserede i folk med en baggrund i materialeteknologi end i materialevidenskab, medens det modsatte til en vis grad er tilfældet i de materialeproducerende industrier.

Det konkluderes i OECD's rapport, at en betydelig del af det potentielle behov for materialeforskere og -ingeniører egentlig ikke afsløres ved en undersøgelse af denne art. I praksis klarer industrien sig med de folk, den kan få, uden at have mulighed for at tage stilling til de alternativer, som måtte være betinget af forandringer i undervisningssystemet. Det er sandsynligt, at det virkelige behov vil komme for dagen igennem et bedre samarbejde mellem industrien og undervisningsanstalterne. Dette vil antagelig også være tilfældet indenfor byggematerialeområdet. Resultatet af BMF-udvalgets behovsanalyse skal derfor tages med en vis reservation. Udvalget er af den opfattelse, at behovet i høj grad vil erkendes, efterhånden som materialespecialister bliver uddannet og dermed står til rådighed for både offentlige og industrielle laboratorier og udviklingsafdelinger.

En bidragende årsag til, at det øjeblikkelige behov for højt uddannede byggematerialeforskere fra de tekniske højskoler tilsyneladende er så ringe, er sandsynligvis at industrien selv har varetaget uddannelser efter behov dels rent internt dels ved udstationering af personale på udenlandske lærestatter og i udenlandsk industri. Endvidere har der været en vis tilgang af byggematerialeforskere til Danmark fra udlandet, og danske forskere har ved STVF's assistance fået specialuddannelse i udlandet. Endelig er det måske af væsentlig betydning, at en betydelig del af den industrielle udvikling endnu er baseret på proces-teknisk rationalisering snarere end på egentlig materialevidenskabeligt udviklingsarbejde.

5.2 Uddannelse på Danmarks tekniske Højskole og Danmarks Ingeniørakademi

Problemer i forbindelse med undervisning i bygningsmaterialelære:

Det fremgår af OECD's undersøgelse (4), at universitetslærernes idé om industriens behov i højere grad er baseret på intuition eller begrænset kontakt med industrien end på objektive undersøgelser. På dette punkt bør der sættes aktivt ind.

Hvad angår den egentlige undervisning, anbefales det, at studerende først og fremmest får en god baggrund i de traditionelle discipliner. Materialevi-

denskab og -teknologi bør introduceres som valgfri kurser, der øger i omfang og dybde, efterhånden som de studerende nærmer sig afslutningen af studiet. Denne anbefaling bygger ikke blot på besvarelsen af OECD's forespørgsler hos industrien, men også på de fleste universitetslæreres erfaring, at de yngre studerende har visse vanskeligheder ved at assimilere kurser i materialevidenskab. Kurser i materialeteknologi assimileres naturligvis bedre end kurser i materialevidenskab, fordi de er af mere beskrivende art, og de kan derfor introduceres på et tidligere tidspunkt i studiet. Men det må ikke glemmes, at sådanne kurser ofte er uden videnskabelig baggrund og derfor ikke fremmer de bedste studerendes interesse for faget. Disse problemer kendes også fra undervisningen i bygningsmaterialelære. Der savnes lærebøger i bygningsmaterialelære, som integrerer den teoretiske baggrund og de praktiske anvendelsesaspekter. Man bør søge at udarbejde sådanne lærebøger.

Hvad angår de mange byggematerialer, der er komplicerede sammensatte materialer, bør det bemærkes, at der stadig er et svælg mellem materialevidenskab og -teknologi. Dette er et af de dårligst belyste, men også et af de vanskeligste områder i materialelæren og et af de områder, som man med fordel kunne satse væsentlige større ressourcer på at studere.

Der er ingen tvivl om, at materialelære må accepteres og fremmes som en tværvidenskabelig faggruppe på undervisningsanstalterne. OECD mener, at dette bedst kan gennemføres ved europæiske universiteter gennem et samarbejde mellem allerede eksisterende afdelinger snarere end ved at etablere specielle materialevidenskabelige (Materials Science) afdelinger, som det er gjort ved mange amerikanske universiteter.

Kurser i materialelære kan kun vinde ved medvirken af lærere fra industrien. Det må naturligvis forblive universitetets opgave at opretholde niveauet for undervisningen ved et fornuftigt valg af lærere og ved en fornuftig tilrettelæggelse af kurserne.

Ingeniøruddannelser

Modulordningen

Studiestrukturen på DtH og DIA er under omlægning. De nye ideer i undervisningsmønstret ved DtH og DIA imødeses med interesse af BMF-udvalget. Ved omlægningen af studiestrukturen brydes den traditionelle opdeling i bygnings-, elektro-, kemi- og maskiningeniørretning. Det bliver muligt for de studerende at vælge en langt mere nuanceret uddannelse, som kan tilgodese den enkelte studerendes interesser. Dette sker gennem tilbuds-

kurser i form af moduler,¹⁾ der med visse tvangsbindinger kan sammensættes til ingeniøruddannelser med individuel tilpasning. Der er dog udarbejdet et større antal studieforløb.

BMF-udvalget anbefaler, at tendensen til dannelse af tilbudskurser stimuleres, idet dette allerede i grunduddannelsen kan få betydning for undervisning og forskning på materialeområdet. Samtidig må en sådan buket af kurser søges gjort så attraktiv, at kurserne indholdsmæssigt inspirerer de studerende og motiverer erhvervslivet til at vise sin interesse for den nyetablerede undervisningsform.

Kontakt mellem undervisning og industri bør etableres på så tidligt et stadium som muligt. BMF-udvalget vil således pege på ønskeligheden af, at der tages initiativ til:

1. Orienterende møder med deltagere fra industriens forsknings- og udviklingsafdelinger og studerende, der står over for valg af tilbudskurser.
2. Kontaktmøder mellem industriens forsknings- og udviklingsafdelinger og studerende, som har valgt tilbudskurser i tilknytning til byggeriets materialeudvikling.

Udvalget er af den opfattelse, at modulopbyggede byggematerialeingeniøruddannelser i alt væsentlig kan baseres på allerede eksisterende fag. Af eksisterende fag ved DtH, der – udover grundfagene matematik, fysik og elementær kemi – skønnes relevante i denne sammenhæng, skal bl. a. nævnes:

Atom- og kernefysik	Fysisk kemi
Betonteknologi	Fysisk materialelære
Bituminøse belægninger	Geologi
Bygningsmaterialelære (teoretisk og anvendt)	Grænsefalde- og kolloidkemi
Bærende konstruktioner	Husbygning
Computer simulering af materialers egenskaber og opførsel	Højeffektformgivning
Elasticitetsteori	Kemisk anvendelse af radioaktive isotoper
Faststoffysik	Kemisk fysik
Fiberteknologi	Kemiske enhedsoperationer
Frakturer	Konstruktionsmaterialer i kemisk industri

¹⁾ En modulopbygget uddannelse er karakteriseret ved, at den samlede arbejdsindsats er delt op i begrænsede enheder. Disse enheder udformes således, at den tid en studerende arbejder med en enhed, skal være ens for alle enheder. En sådan arbejdsenhed kaldes et modul.

Korrosionslære
 Kontinuumsmekanik
 Krystallografi
 Krystaloptiske undersøgelsesmetoder
 Krystallografiske analysemetoder
 Kvantemekanik
 Ledelse og organisation
 Luftforurening
 Matematisk fysik
 Materialevalg
 Mekaniske materialeprocesser
 Metallære
 Molekylspektroskopi
 Måleteknik
 Organisk kemi
 Plasticitetsteori
 Polymerers struktur og viskoelastiske egenskaber
 Polymerkemi
 Polymerteknologi

Porous Solids: Structure and Characteristics
 Produktionsstyring
 Programmering
 Reaktionskinetik og -mekanismer
 Regnskabslære og driftøkonomi
 Reologi
 Sandsynlighedsregning
 Silikat kemi
 Silikatteknologi
 Statistik
 Statistisk termodynamik
 Styrkelære
 Støberiteknik
 Svejsning
 Teknisk Økonomi
 Termiske materialeprocesser
 Træteknologi
 Uorganisk kemi
 Varme- og fugtisolering
 Varmetransmission

Videregående ingeniøruddannelse

Ved Danmarks tekniske Højskole er der udført få licentiatarbejder med direkte tilknytning til byggematerialeområdet, medens der er udført et større antal med relation til området.

I perioden 1929–71 er der tildelt ca. 25 doktorgrader med relation til byggematerialeområdet. Emnerne for disse doktorarbejder er vist i Appendiks 4.

DtH's udbygning af fag og forskning med tilknytning til byggematerialeområdet har åbnet udmærkede muligheder for at fremme specialuddannelser kombineret med såvel grundlæggende som industrielt orienteret forskning og tilpasset evner og interesser hos de individuelle studerende. Både industriens og den offentlige forskning bør gøre sig disse muligheder klart og fremføre deres ønsker for lærerne ved de højere læreanstalter.

BMF-udvalget skønner, at det virkelige behov for højt uddannede materialeteknologer og forskere er væsentligt større end det fremgår af behovsanalysen og anbefaler læreanstalterne, at stimulere et rimeligt antal dygtige

studerende til at videreudanne sig indenfor området. De dertil nødvendige økonomiske midler må afsættes.

Specialuddannede kandidater (cand. mag. og cand. scient.) fra universiteternes naturvidenskabelige fakulteter har i de senere år i højere grad end tidligere opnået beskæftigelse i byggematerialeindustriens forsknings- og udviklingsvirksomhed. Kombinerede universitets- og højskolestudier, baseret på fælles modulordninger, licentiatstudier etc. er af interesse fremover. Samarbejde mellem danske og udenlandske læreanstalter kan også komme på tale i denne forbindelse.

Et forholdsvis sjældent fænomen i dansk byggematerialeforskning er licentiat- og dr. techn.-studier udført i industrien. Sammenfattende fremlæggninger og offentlig bedømmelse af industriel forskningsindsats på disse niveauer har samfundsmæssig interesse og er af stor værdi i dansk forsknings vekselvirkning med andre landes industri- og forskningsorganisationer.

5.3 Uddannelse på teknika

Uddannelsen af teknikumingeniører foregår på 9 forskellige teknika, der traditionelt har en betydelig frihed med hensyn til den vægt, der tillægges de enkelte discipliner inden for de forskellige fag.

De officielle retningslinier for undervisningen for den byggetekniske studieretning er angivet i Undervisningsministeriets cirkulære nr. 208 af 5. oktober 1967. For undervisningen i "materiallære og teknologi", der udgør ca. 2 1/2% af det samlede timeantal, er følgende retningslinier angivet:

"Materiallære og teknologi.

Formålet med undervisningen er at give de studerende indsigt i materialernes forekomst, sammensætning og struktur samt at give de studerende kendskab til materialernes tekniske egenskaber. Materialernes tildannelse eller fremstilling, handelsformer, bearbejdelighed og muligheder for indpasning i konstruktioner gennemgås. De studerende indføres i de metoder, der anvendes ved afprøvning af materialer og gennemfører laboratorieøvelser til undersøgelse af styrke, deformationsforhold og holdbarhed.

Undervisningen baseres i øvrigt på forelæsninger med efterfølgende eksaminatorier, skriftlige opgaver, demonstrationer og ekskursioner.

Hovedindhold

Følgende emner gennemgås: Natursten, mursten, mørtel, træ, stål, beton, betonproportionering, tagdækningsmaterialer, plade- og beklædningsmaterialer, isoleringsmaterialer, fugematerialer og lim, vejbygningsmaterialer, installationsmaterialer, plastmaterialer, metoder ved afprøvning af materia-

ler. Endvidere en summarisk gennemgang af materialernes vigtigste handelsformer baseret på brochuremateriale."

De studerende modtager også undervisning vedrørende materialer i forskellige andre fag som f. eks. konstruktionslære, installationsteknik, husbygning og bygningsstatik og bærende konstruktioner.

Udover den obligatoriske undervisning giver cirkulæret mulighed for en udvidet undervisning vedrørende byggematerialer i et såkaldt "udvidet hovedfag", der udgør ca. 4 1/2% af det samlede timeantal. Den tidligere omtalte undersøgelse af behovet for byggemateriale specialister (se 5. 1) viser, at der i de kommende år vil være behov for et forholdsvis stort antal kandidater med en udvidet uddannelse vedr. byggematerialer.

5.4 Uddannelse på statens arkitektskoler i Århus og København

Selv om arkitekter næppe i større udstrækning kan tænkes at deltage i selve byggematerialeforskningen, må de — som en af hovedforbrugerne af byggematerialer — spille en vigtig rolle ved formulering og løsning af problemer i tilknytning til materialeforskningen. (Se i øvrigt afsnit 4. 2. 1 om arkitekters og rådgivende ingeniørers rolle i materialeudviklingen.)

Uddannelsen især på arkitektskolen i København er karakteriseret ved, at den studerende kan planlægge sit studium ud fra egne intensioner og selv give studiet det sigte og de mål, han ønsker. Den studerende har således principielt mulighed for f.eks. at give uddannelsen på materialeområdet en central placering.

Studieplanen for 1971—72 for Kunstakademiets Arkitektskole giver følgende kortfattede beskrivelse af materialeafdelingens arbejdsområde og studieaktiviteter:

"Arbejdsområde:

Materiallæren beskæftiger sig med objektiv beskrivelse af stofflige komponenters adfærd, således at disse beskrivelser kan danne basis for at vurdere, hvorvidt konstruktioner kan fungere som fysiske helheder i overensstemmelse med givne formål. Faget samarbejder med Statsprøveanstalten og Teknologisk Institut.

Studieaktiviteter:

Undervisning gives gennem kursusvirksomhed og konsulentbistand. Faget medvirker — efter behov — ved videreuddannelse og efteruddannelse".

I øvrigt har afdelingen følgende studietilbud, der henvender sig til hele skolen, uanset deltagernes afdelingstilhør:

Grundkursus: Måleteori og måleteknik

Materialbeskrivelse I: Keramik (herunder tegl, glas, mørtel og beton)

Materialbeskrivelse II: Metaller (herunder jern og stål, aluminiumlegeringer samt kobber og kobberlegeringer)

Materialbeskrivelse III: Polymere (a) (herunder asfalt, tjære, træ, lim og limtræ)

Materialbeskrivelse IV: Polymere (b) (herunder malematerialer og plast).

5.5 Erhvervsforskeruddannelsen

I 1970 nedsatte Akademiet for de tekniske Videnskaber i samråd med Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd Erhvervsforskerudvalget til styring af den såkaldte erhvervsforskeruddannelse, der er en videreuddannelse af civil- og akademiingeniører samt tilsvarende kvalificerede.

Formålet med uddannelsen er at tilføre dansk erhvervsliv en kategori af medarbejdere, som gennem en videreuddannelse kvalificeres til at varetage forskning, udviklingsaktivitet og udnyttelse af forskning i erhvervsvirksomheder. Uddannelsen sigter primært mod praktisk forskning.

Uddannelsen tilrettelægges normalt som en 2-årig beskæftigelse på udviklingsafdelinger i erhvervsvirksomheder, erhvervsforskningsinstitutter eller andre teknisk-videnskabelige forskningsinstitutioner, kombineret med en samtidig, tilhørende studie- og kursusvirksomhed i relation til de discipliner, som indgår i planlægning, gennemførelse og udnyttelse af erhvervsmæssigt udviklingsarbejde.

Projekterne udvælges således, at den studerende i løbet af uddannelsesstiden såvel får anledning til at medvirke ved formuleringen af forskningsopgaven, som ved selve arbejdets udførelse, ved rapportering og ved udnyttelse af forskningsresultaterne i praksis. Det tilstræbes herved at give den studerende mulighed for at følge den totale udviklingsproces og få forståelse for og en positiv holdning til erhvervslivets udviklingsproblematik. Der lægges vægt på, at erhvervsvirksomheden har en virkelig seriøs interesse i projekterne, hvorfor disse kan behandles som konfidentielle.

Hvis erhvervsforskerstudiet anses for tilfredsstillende gennemført, indstiller Erhvervsforskerudvalget til Akademiet for de tekniske Videnskaber om tildeling af et diplom herfor.

Med hensyn til finansieringen af uddannelsen vil Danmarks teknisk-viden-

skabelige Forskningsråd – i det omfang, det er muligt at tilvejebringe midler – yde tilskud til godkendte uddannelsesarrangementer.

5.6 Ekstraordinær indsats for at øge antallet af materialespecialister

Dansk byggeri har i de sidste 10–15 år været præget af mekanisering og rationalisering samtidig med, at der er sket en kraftig udvikling på konstruktionsområdet. På materialeområdet har udviklingen været mere behersket.

Kravet om øget produktivitet og kvalitet af byggeriet vil i de kommende år stille store krav til forsknings- og udviklingsarbejdet på byggematerialeområdet. Dette medfører, at der snarest må uddannes flere materialespecialister, der er kvalificerede til at medvirke i den industrielle innovation inden for byggematerialeområdet.

I det foregående er der omtalt en række uddannelsesmuligheder ved de eksisterende undervisningsanstalter. BMF-udvalget er af den opfattelse, at undervisningsanstalterne allerede på nuværende tidspunkt vil være i stand til at tilbyde de uddannelser, der er behov for, men at de i de nærmeste år næppe alene vil kunne dække behovet.

For i rimeligt omfang at kunne dække behovet inden for de nærmest følgende år foreslås det, at der gøres en ekstraordinær indsats for at øge antallet af materialespecialister. I appendiks 4 er der omtalt flg. uddannelsesarrangementer, som vil kunne komme på tale her: Gæsteforskeruddannelsen, praktikantuddannelsen og videregående uddannelser på de højere læreanstalter. Erhvervsforskeruddannelsen er omtalt tidligere (se 5.5).

Udvalget er kommet til følgende skøn over det årlige behov i årene 1972/77:

Gæsteforskere	10 à 100.000 =	1.000.000 kr.
Erhvervsforskere	2 à 100.000 =	200.000 kr.
Praktikanter	10 à 0 =	0 kr.
Licentiater	5 à 70.000 =	350.000 kr.
M.Sc./Ph.D.	1 à 100.000 =	100.000 kr.
I alt		1.650.000 kr.

Det offentlige investering heri bør være ca. halvdelen, eller ca. 0,8 million kr. pr. år, og erhvervslivets indsats af samme størrelsesorden. Den offentlige indsats regnes at falde helt på undervisningsantalene.

De uddannede materialespecialister skønnes uden videre at kunne finde

beskæftigelse med byggematerialers forskning og udvikling, salg, produktion, service m.v. i offentlig og industriel virksomhed.

Efter 5 års forløb — og en investering på ca. 8 millioner kr. — bør problemet igen tages op til vurdering. Det vil være ønskeligt, at Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd i 5-års perioden følger udviklingen på området og stimulerer til tilgang til de nævnte forskellige uddannelser, evt. etablerer nye, samt i fornødent omfang yder tilskud til gennemførelse af de foreslåede arrangementer.

APPENDIKS 1

Omfanget af produktion, import og eksport af varer til husbygning

Der er foretaget en opgørelse over varer, der medregnes som husbygningsmaterialer. Opgørelsen er primært baseret på offentligt tilgængelige kilder (5), (6) og (7).

Flere af de nævnte varegrupper anvendes ikke udelukkende til husbygning. For disse varegruppers vedkommende har det været nødvendigt at skønne, hvor stor en del der enten anvendes direkte til husbyggeri eller til bygningsdele, som senere anvendes til husbyggeri. I tilfælde, hvor der er tale om større varegrupper, er dette skøn som regel foretaget af branchekendte folk.

De statistiske meddelelser indeholder ikke oplysninger om virksomheder med mindre end 6 ansatte. Det må derfor gælde for en del af de opgjorte varegrupper, at den virkelige produktion er større end angivet.

Med hensyn til import og eksport gælder det, at en del varer ikke er opført som selvstændige poster i de Handelsstatistiske meddelelser, hvorfor disse ikke er medtaget i opgørelsen. Dette medfører, at den virkelige import og eksport er en del større end angivet.

(5) Handelsstatistiske Meddelelser. Månedstatistik over Udenrigshandelen. December 1968, Danmarks Statistik 1969.

(6) Statistiske Meddelelser. Varestatistik for industrien 1., 2., 3., og 4. kvartal 1968. Danmarks Statistik 1969.

(7) Statistiske Meddelelser. Industriel produktionsstatistik 1961. Det statistiske Departement 1963.

VARE	1961		1968					
	Produktion		Import		Produktion		Eksport	
	Millioner 1961 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.	
	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer
Varenr. Brux.								
<i>Sten, kalk og cement</i>								
2514 Marmor, skifer,								
2515 granit, sandsten, gneis								
2516 (groft forarb.)	1	1	11	6	3	2	1	1
25179020 Skærver	—	25 ^{x)}	9	5	—	65 ^{x)}	16	9
25179010 Grus, singels og småsten	15	15	0	0	24	24	3	3
2522 Kalk (brændt, læsket, hydrat)	13	13	—	—	14	14	—	—
38195900 Mørtel	13	13	—	—	14	14	—	—
2523 Portland cement og specialcementer	147	112	2	2	231	175 ^{x)}	29	22
SUM		166		13		280		35
<i>Asfalt- og tjæreprodukter</i>								
2716003 Tagbelægningsmaterialer af tjære og asfalt	4	4	—	—	9	9	—	—
2716004 Fugemasser, klæbemasser, støbeasfalt til gulvbelægn. o. l.	4	4	—	—	8	8	—	—
SUM		8		—		17		—
<i>Maling, lakker m. m.</i>								
3209 Maling, lakker m. m.	192	80	44	19	327	135 ^{x)}	80	34
3212 Kit, spartelmasse m. m.	5	5	—	—	14	14	—	—
38117010 Træimpr. midler u/bindemiddel	—	2	—	—	4	2	—	—
SUM		87		19		151		34
<i>Plast og gummi</i>								
39 m. f. Plast + varer af plast	264	53	—	170	816	165 ^{x)}	—	88
40 Gummivarer	—	7	—	—	—	8 ^{x)}	—	—
SUM		60		170		173		88

— oplysninger foreligger ikke.

x) skønnet af branchekendte folk.

ad 39. Det er fra branchekendt side skønnet, at 20 – 30 % af plastproduktionen i 1968 anvendtes i byggeriet. Der er her regnet med 20 %, da der i enkelte af de øvrige varer også indgår plast. For 1961 er der også her regnet med 20 %, hvilket formodentligt er for højt.

VARE	1961		1968					
	Produktion		Import		Produktion		Eksport	
	Millioner 1961 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.	
	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer	To- tal	Skon- net anv. som hus- bygn. mate- rialer
Varenr. Brux.								
<i>Træ og kork</i>								
4404 Tommer, planker, brædder,								
4405 lægter, plader etc.	55	40	378	305	123	65	69	8
44131000 Parketstave, usammensatte								
44232000 og sammensatte	33	33	—	—	73	73	—	—
441320 Træ, høvlet, plojet, falsat								
90 el. lign.	1	1	51	51	1	1	0	0
44152008 Krydsfiner	18	15	54	43	31	25	14	11
44153011 Møbelplader	12	6	—	—	7	4	—	—
4418 Kunstigt træ fremstillet af spåner m. m.	18	12	23	16	54	38	6	4
44190009 Lister	10	7	—	—	16	10	—	—
44233000 Døre, dørkarne, vinduer								
4000 vinduesrammer, skabe og								
9010 køkkenborde til indbygg.	99	99	—	—	189	189	—	—
94031031 Køkkenelementer og køkkenskabe								
44239092 Laminerede trækonstruktioner	—	—	—	—	18	18	—	—
44239091 Andre bygningsartikler af træ	40	40	—	—	21	21	—	—
99	12	10	5	4	5	4	1	1
4504 Preskork og varer deraf								
SUM		263		419		448		24
<i>Papir og pap</i>								
48071101 Tjære- og								
02 asfaltpap	25	25	5	5	39	36 ^{x)}	3	3
4809 Træfiberplader	3	2	41	35	1	1	0	0
48110001 Tapet	27	27	—	—	32	32	—	—
4812 Gulvbelægningsmateriale på basis af papir og pap med el. uden belægn. af linoleumsmasse	3	3	—	—	1	1	—	—
SUM		57		40		70		3

— oplysninger foreligger ikke.

x) skønnet af branchekendte folk.

ad 44. Alle tal vedr. træ og træbaserede varer har været fremlagt til vurdering i Træbranchens Fælles-Sekretariat.

VARE	1961		1968					
	Produktion		Import		Produktion		Eksport	
	Millioner 1961 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.	
	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer
Varenr. Brux.								
5801	<i>Textile gulvbelægninger</i>							
02	81	81	94	94	268	268	122	122
	SUM		81		94		268	
	<i>Varer af sten, gips, cement, asbestcement o. l.</i>							
6802	Bearbejdede monuments- og bygningssten af kalksten, skifer m. m.							
03	3	2	3	2	5	3	1	1
68071000	25	25			72 ^{x)}	60 ^{x)}		
68079010	—	20 ^{x)}	4	4	41 ^{x)}	41	29	29
68080010	Plader samt andre varer af asfalt o. l.				6	6		
90	—	—						
6809	Varer af plantefibre agglomereret med cement m. m.							
	14	14	0	0	10	10	1	1
6810	Varer af gips							
	—	10	21	21	—	19	0	0
68110518	Blokke, mursten, byggelementer, ydervægelementer, skillemurlementer, søjler, spær, tagplader m. m. af beton:							
68110798	Damphardt letbeton		42		60 ^{x)}		60 ^{x)}	
	Klinker- og slaggebeton		42		32 ^{x)}		32 ^{x)}	
	Grovbeton		3		268		268	
68110908	Færdigblandet beton		28		109		109	
68119901	Kalksandsten		3		15		15	
6812	Varer af asbestcement, cellulosecement m. m.							
	57	52	3	3	132 ^{x)}	112 ^{x)}	14	14
	SUM		253		32		735	
	<i>Keramiske produkter</i>							
6901	Molersten							
	6	1 ^{x)}	0	0	16	3 ^{x)}	12	0 ^{x)}
6902	Ildfaste sten, blokke og fliser							
	—	1	—	—	8	1 ^{x)}	—	—
6904	Mursten, etageadskillelsesblokke, vægelementer af mursten m. m.							
	119	119	0	0	154	154	11	11
6905	Tagsten, roghætter m. m.							
	5	5	3	3	12	12	1	1
6907	Uglaserede sten og fliser til gulvbelgn., brolæg., vægbekl.							
	—	7	11	11	9	9	2	2
6908	Glaserede sten og fliser til gulvbelgn., brolæg., vægbekl.							
	7	7	26	26	11	11	2	2
6910	Sanitetsporcelæn							
	—	0	44	44	0	0	0	0
	SUM		140		84		190	

— oplysninger foreligger ikke.
x) skønnet af branchekendte folk.

VARE	1961		1968					
	Produktion		Import		Produktion		Eksport	
	Millioner 1961 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.		Millioner 1968 kr.	
	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer	Total	Skønnet anv. som husbygn. materialer
Varenr. Brux.								
	<i>Varer af glas</i>							
7005	Planglas		10		16		16 ^{x)}	
7006	Isolationsruder		10		25		25	
70073000	Mursten m. m. af glas		0		0		0	
7016	Glasuld		5		24 ^{x)}		24 ^{x)}	
70201000	SUM		15		—		65	
	<i>Jern og stål</i>							
	Ribbestål og profiler m. m.							
7317	Rør, fittings m. m.		30		—		100 ^{x)}	
18			—		—		—	
19			224		170 ^{x)}		62	
20			27		31 ^{x)}		32	
7331	Som, spiger m. m.		—		—		—	
7332	Skruer, bolte m. m.		22		58		29	
73212200	Vinduer, vinduesrammer, døre og dørrammer		9		9		13	
73212900	Bygningskonstruktioner		—		—		54	
73220001	Tanke og kar, herunder olie- og benzintanke og varmtvandsbeholdere		32		32		—	
73409001	Radiatorer		32		—		46	
73372018			41		41		—	
28			—		—		85	
98			—		—		85	
73385	Sanitetsartikler		14		14		10	
73386			10		10		28	
73389			30		30		—	
83025008	Bygningsbeslag		30		—		36	
	SUM		205		209		429	
	<i>Andre metaller</i>							
76023000	Stænger, profiler, plader og bånd af aluminium		5		83		60 ^{x)}	
76030008	Radiatorer af aluminium		—		—		2	
76169002	Isolerede elektriske ledninger, tråde, kabler m.m.		7		11		9	
8523	Kobberrør og sanitetsartikler af "metal"		—		—		—	
	Byggevarer af zink og bly		—		—		—	
	SUM		85 ^{x)}		60		152	

— oplysninger foreligger ikke.
x) skønnet af branchekendte folk.

	1961	1968		
	Produktion Anvendt som husbygnings- materialer	Import Anvendt som husbygnings- materialer	Produktion Anvendt som husbygnings- materialer	Eksport Anvendt som husbygnings- materialer
	Millioner 1961 kr.	Millioner 1968 kr.	Millioner 1968 kr.	Millioner 1968 kr.
Sten, kalk og cement	166	13	280	35
Asfalt- og tjæreprodukter	8	—	17	—
Maling, lakker m.m.	87	19	151	34
Plast og gummi	60	170	173	88
Træ og kork o.lign.	263	419	448	24
Papir og pap o.lign.	57	40	70	3
Textile gulvbelægn.	81	94	268	122
Varer af sten, gips, cement, asbestcement o.lign.	253	32	735	50
Keramiske produkter	140	84	190	16
Varer af glas	15	—	65	—
Jern og stål	205	209	429	23
Andre metaller	85	60	152	10
	1420	1140	2978	405

Personale til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i institutioner og erhvervsvirksomheder

	Antal personer, der har været beskæftiget med de ovenfor nævnte aktiviteter i 1969	Antal årsværk i 1969					Forventede antal årsværk om 5 år (1974) til ovenfor nævnte aktiviteter i alt
		Årsværk i alt til ovenfor nævnte aktiviteter i 1969	Deraf medgået til				
			Grundforskning	Anvendt forskning	Udviklingsarbejde	Konsultation og rådgivning	
Ansatte uddannede ved universiteterne og de højere læreanstalter	89	38	8	11	5	14	71
Teknikere, herunder laboranter	57	25	4	9	3	9	49
Kontorpersonale	19	6	2	2	0	2	9
Anden medhjælp (fag- og ufaglærte arbejdere m.m.)	16	5	2	1	1	1	9
I alt	181	74	16	23	9	26	138

Tabel A2-1. Personale til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i institutionerne.

	Antal personer, der har været beskæftiget med de ovenfor nævnte aktiviteter i 1969	Antal årsværker i 1969					Forventede antal årsværk om 5 år (1974) til ovenfor nævnte aktiviteter i alt
		Årsværk i alt til ovenfor nævnte aktiviteter i 1969	Deraf medgået til				
			Grundforskning	Anvendt forskning	Udviklingsarbejde	Konsultation og rådgivning	
Ansatte uddannede ved universiteterne og de højere læreanstalter	180	128	4	22	66	36	198
Teknikere, herunder laboranter	207	155	6	17	85	47	223
Kontorpersonale	58	47	2	7	23	15	65
Anden medhjælp (fag- og ufaglærte arbejdere m.m.)	79	56	1	7	38	10	91
I alt	524	386	13	53	212	108	577

Tabel A2-2 Personale til forskning, udviklingsarbejde og konsultativt arbejde på byggematerialeområdet i de private erhvervsvirksomheder

APPENDIKS 3

Antallet af byggematerialspecialister i 72 institutioner og erhvervsvirksomheder i 1969 og behovet for tilgang i perioden 1969-74

	Teknikumingeniører	Civil- og akademiingeniører	Licentiat	Doktorer	Andre
DtH, DIA og Risø	0	17	3	5	1
ATV, SBI og Statsprøveanstalten	1	10	0	0	0
Teknologiske Institutter	3	13	0	0	10
I alt	4	40	3	5	11

Tabel A3-1. Antal byggematerialspecialister i 34 institutioner i 1969.

	Teknikumingeniører	Civil- og akademiingeniører	Licentiat	Doktorer	Andre
DtH, DIA og Risø	3	4	1	4	0
ATV, SBI og Statsprøveanstalten	2	5	0	0	0
Teknologiske Institutter	19	13	0	0	1
I alt	24	22	1	4	1

Tabel A3-2. Anslåede behov for tilgang af byggematerialspecialister i institutioner i løbet af perioden 1969-74.

Teknikum-ingeniører	Civil- og akademiingeniører	Licentiat	Doktorer	Andre
52	81	1	1	10

Tabel A3-3. Antal byggematerialspecialister i 38 erhvervsvirksomheder i 1969.

Teknikum-ingeniører	Civil- og akademiingeniører	Licentiat	Doktorer	Andre
30	38	4	1	3

Tabel A3-4. Anslåede behov for tilgang af byggematerialspecialister i 38 virksomheder i løbet af perioden 1969-74.

APPENDIKS 4

Gæsteforsker- og praktikantarrangementer, doktordisputatser m. v.

Gæsteforskere

I et vist omfang har der i de senere år været arrangeret uddannelsesophold på byggematerialeforskningslaboratorier à 1/2-1 års varighed for yngre ingeniører ansat i byggeproducerende erhvervsvirksomheder eller i maskinindustrier med byggeri som markedsområde.

Hovedtrækkene i disse arrangementer har været, at gæsteforskeren forbliver ansat i sin basisvirksomhed under opholdet, men arbejder under dagligt ansvar over for forskningslaboratoriet med en eller flere forskningsopgaver, som laboratoriet og virksomheden enes om (dvs., at der oftest vælges et problemområde inden for virksomhedens interessefelt). Ved opholdets begyndelse træffes de fornødne formelle aftaler, herunder aftaler om begrænset eller fri ret til publikation af forskningsresultaterne. Gæsteforskeren får i øvrigt en tilsluttende uddannelse i dokumentationsservice, anvendelse af litteratur, rapportudarbejdning etc. samt i anvendelse af moderne hjælpeinstrumenter, EDB etc.

De fleste gæsteforskerarrangementer af den nævnte type har været finansieret af den interesserede virksomhed og forskningslaboratoriet i fællesskab; i enkelte tilfælde har arrangementerne modtaget offentlig støtte (STVF).

Et godt udbytte af gæsteforskeropholdet opnås erfaringsmæssigt ved, at der lægges vægt på opgaveplanlægningen og kritisk personlig udvælgelse af gæsteforskere. Det er betydningsfuldt, at den producerende virksomhed og forskningslaboratoriet etablerer en kontaktgruppe, som følger og vurderer arbejdets gang. Hovedvægten på arrangementerne kan dels lægges på uddannelsen af de pågældende gæsteforskere og dels lægges på løsningen af konkrete innovationsopgaver.

Den deltagende virksomhed opnår gennem arrangementet en umiddelbar forbedring af kontakten med forskningen, og forskningslaboratoriet opnår en generel forbedring af sit samarbejde med praksis, dvs. forbedrede muligheder for planlægning af forskningen.

Med mere bredde i arrangementer af denne art kan disse bidrage til den almene erhvervsudvikling på området.

Som eksempler på emner for gæsteforskerprojekter viser tabel A4 - 1 forskningsprojekter udført af gæsteforskere på Betonforskningslaboratoriet, Karlstrup, i perioden 1961-1972.

År	Forskningsprojekt
1971/72	Studier af fiberarmering
1971/72	Studier af betons komprimering
1970/71	Studier af modelbeton
1970	Mineralstruktur af β -di-calciumsilikat
1969/71	Røntgendiffraktometri som metode til kontrol af cements mineralsammensætning
1969	Vibrering af betonelementer
1968	Varmehærdnings indvirkning på vedhæftningen mellem tilslag og cementpasta
1967/68	Effekt af mekanisk vibrering på mørtels flydeegenskaber
	Overførsel af mekaniske påvirkninger til frisk beton under vibreringskomprimering
1965/67	Betonkontrol i industriel produktion
1965/66	Varmehærdning af beton
1964/65	Varmehærdning af beton
1962	Bedømmelse af lers indflydelse på mørtels egenskaber
1961/62	Luftindholdsbestemmelse i frisk beton

Tabel A4-1. Forskningsprojekter udført af gæsteforskere på Betonforskningslaboratoriet, Karlstrup, i perioden 1961-1972.

Praktikantophold

Ved etableringen af Danmarks Ingeniørakademi i 1957 blev der for de studerende på B-retningen indført et 4-måneders praktikantophold i studiets 3. år. Selv om der overvejende blev tale om studieophold på entreprenørarbejdspladser, viste Ingeniørakademiets ledelse forståelse for, at studerende med særlig interesse for forskning kunne arbejde i forskningsinstitutter i praktikanttiden.

I de senere år har praktikanter fra DIA's K-retning også beskæftiget sig med byggematerialeforskning.

Tabel A4-2 viser antallet af praktikantopgaver udført i et industrielt byggematerialeforskningslaboratorium.

I en del tilfælde er de pågældende praktikanter blevet beskæftiget med forskning og udviklingsarbejde i byggeriets erhvervsvirksomheder efter studiets afslutning, og i alle tilfælde er kontakten med forskning utvivlsomt af stor betydning i et så koncentreret ingeniørstudium som DIA's.

Udover det specifikke arbejde med en forskningsopgave får den studerende indsigt i forsknings-innovations metodik, EDB-anvendelse m.v. I nogle tilfælde vil praktikanten på dette område kunne tilføre forskningslaboratoriet viden, afhængigt af, hvor avanceret uddannelsen placerer sig.

Eksamensprojekter - DtH

På DtH er der udført en lang række eksamensprojekter vedr. byggematerialer. En del af disse projekter er udført i industriens forskningslaboratorier. Tabel A4-2 viser antallet af projekter udført i et industrielt byggematerialeforskningslaboratorium.

Videregående uddannelser på de højere læreanstalter

Ved DtH er der udført få licentiatarbejder med direkte tilknytning til byggematerialeområdet, medens der er udført et større antal med relation til området.

I perioden 1929-71 er der på Danmarks Tekniske Højskole tildelt ca. 25 doktorgrader med relation til byggematerialeområdet. Endvidere er der i de sidste ca. 10 år forsvaret ca. 5 doktordisputater i udlandet af byggematerialeforskere, der arbejder i Danmark. Emnerne for de omtalte doktordisputater er vist i tabel A4-3 og A4-4.

De særlige muligheder for at kombinere et DIA-studium, der i USA anerkendes som B. Sc. kvalificerende, med et amerikansk M. Sc. eller Ph. D. studium har endnu ikke været udnyttet inden for byggematerialeområdet.

Uddannelseskategori	1961	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	I alt
Praktikanter DIA-B		1	1	1		1	1					5
Praktikanter DIA-K									1		1	2
Eksamensprojekter DtH-K				2			2	1	1			6
Eksamensprojekter DtH-E											1	1

Tabel A4-2. Antallet af praktikantopgaver under Danmarks Ingeniørakademi og eksamensprojekter under Danmarks tekniske Højskole udført på Betonforskningslaboratoriet, Karlstrup, i perioden 1961-1971.

År	Afhandling
1971	Aggregate Stresses in Concrete
1971	Dispersion – Strengthened Aluminium Products
1968	Undersøgelse over peptiseringsforholdene hos nogle industrielt anvendte kaoliner
1967	Durability of Concrete Structures in Denmark
1967	An Investigation of the Quench Ageing Process in Iron
1966	A Theory of Plasticity for Ideal Frictionless Materials
1966	Metalindtrængning i formsand
1964	Fibre Reinforcement
1964	Asfaltemulsioners brydning
1963	Kontrollerede atmosfærers anvendelse i nogle keramiske industrier
1954	Ageing Properties of Low Sulphur Rubber Vulcanisates
1953	Earth Pressure Calculation
1953	Undersøgelser vedrørende flyveaske og flyveaskeudskillere i forbindelse med ristefyrs kedler
1953	Korttidsmetoder til metallografisk elektroplering ved stuetemperatur
1952	Some Experiments with Sleeve Bearing Metals
1951	Studies on the Mechanical Properties of Cellulose Fibers in Relation to the Internal Structure
1951	Studier over træbrand med særlig henblik på eksperimentelle undersøgelser vedr. forbrænding af fyrretræ
1951	Fremstilling af gule og røde jernoxydfarver
1945	Particle Size Distribution of Products Ground In Tube Mill
1943	Brudlinieteorier
1940	Studies on Particle – Size Distribution
1937	The Accelerated Vulcanisation of Rubber
1934	Undersøgelser over cellebetons volumenændringer samt over en række faktorerers indflydelse på cementmørtels volumenændringer
1929	Zur Kenntnis des Mahlgutes

Tabel A4-3. Doktordisputatser med relation til byggematerialeområdet forsvaret ved Dth.

År	Afhandling
1969	Anelastic Behaviour of Hardened Cement Paste (Stanford University, California)
1968	A Thermodynamic Study of the System Hardened Cement Paste and Water and its Dynamic Mechanical Response as a Function of Temperature (Stanford University, California)
1965	Non-linear Mechanical Behaviour of Wood in Longitudinal Tension (State University of New York, Syracuse, N. Y.)
1964	Thoria Dispersion Strengthened Nickel-Base Alloys Produced by Selective Oxide Reduction (Massachusetts Institute of Technology)
1963	On Rheology of Concrete (KTH, Stockholm)

Tabel A4-4. Doktordisputatser forsvaret i udlandet af byggematerialeforskere, der arbejder i Danmark.

Litteraturliste

- (1) Betænkning fra udvalget vedrørende byggematerialeforskning. Afgivet til Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd. København, februar 1966.
- (2) Koordinering af forskningen indenfor byggeområdet. Betænkning afgivet i april 1971 af et udvalg nedsat af Danmarks teknisk-videnskabelige Forskningsråd.
- (3) Betænkningen om Statsprøveanstaltens fremtidige udvikling. Afgivet til Handelsministeriet den 29. januar 1971 af Statens Materialeprøveråd.
- (4) Materials Science, OECD, The Emergence of Materials Science and Materials Engineering. Directorate for Scientific Affairs. Material Research Group. Education Sub-Group. Final report to be issued 1972.
- (5) Handelsstatistiske Meddelelser. Månedstatistik over udenrigshandelen. December 1968. Danmarks Statistik.
- (6) Statistiske Meddelelser. Varestatistik for industrien 1., 2., 3. og 4. kvartal 1968. Danmarks Statistik 1969
- (7) Statistiske Meddelelser. Industriel produktionsstatistik 1961. Det statistiske Departement. 1963.
- (8) Interne foreløbige meddelelser fra Danmarks Statistik vedr. værditilvæksten i 1967.
- (9) Erik Maaløe, Teknologisk fremtidsforskning, orientering og styring Byggeindustrien nr. 1, 1970 (SBI – særtryk 204).
- (10) Steen Jacobson, Bygga för framtiden – framtiden för byggare, Byggnadsindustrin 18, 1969. (Sverige).
- (11) N. Rowland, Reston Low-income Housing. Demonstration Program, april 1969, PB 18968, Clearing House for Scientific and Technical Information, Springfield Va. 22151.
- (12) Ny bostadspolitik, Hyregästernes Centralförbund, Stockholm 1971.
- (13) Directorate for Scientific Affairs. The Measurement Of Scientific And Technical Activities: Proposed Standard Practice For Surveys Of Research And Development (Working Document), OECD, Paris 20.10. 1969.
- (14) Forskningsvirksomhet i Norden i 1967, Utgifter og Personale, Nordforsk, Oslo 1970.