DBF

DANSK BETONDAG 1978

PUBLIKATION 3: 1978
DANSK BETONFORENING

Dansk Betonforening

DANSK BETONDAG 1978

Afholdt på Munkebjerg Hotel ved Vejle den 14. september 1978

Dansk Betonforening lykønsker
Dansk Selskab for Bygningsstatik
med selskabets 50 års jubilæum i år.
Denne publikation sendes som gave til
selskabets medlemmer.

København, september 1978

INDHOLD Side

DANSK BETONFORENING

Landsforeningen
Dansk Beton Industri
Bertel Bruunsvej 5
7000 Fredericia

BETONUDDANNELSERNE NU OG I FREMTIDEN
inden for arbejder- og formandsområdet.

af

Ingeniør H. Lyholm Pedersen

August 1978

Som indleder af indlægsrækken om Betonuddannelserne er det naturligt for ingeniøren at starte ved bunden - eller fundamentet - og ud fra dette at opbygge pyramiden, også selv om man her skal tale om uddannelse.
De områder - eller uddannelsestrin - jeg skal forelægge, er arbejder- og formandsområdet.
Jeg vil give en kort historisk oversigt angående betonuddannelsen af vore arbejdere. Hvad der ligger forud for den 18. maj 1960 kender jeg ikke noget til, men denne dato vedtog Folketinget en lov nr. 194 om "Erhvervsmæssig uddannelse af specialarbejdere m.fl. og omskoling".
Denne lov gav grundlag for at flere brancher gik i gang med at nedsætte brancheudvalg.
Betonuddannelsen hører hjemme under "Brancheudvalget for Bygge og Anlæg for uddannelse af specialarbejdere", som har følgende uddannelser under sig: Bygning, anlæg, maskinfører- og betonkurser.
Til at varetage og udbygge betonkurserne er der nedsat et underudvalg, hvoraf der er 4 repræsentanter fra arbejderne og 5 fra arbejdsgiverne.
Underudvalget har valgt at påbegynde opbygningen af betonuddannelsen helt fra bunden, og man har derfor startet på at få lavet et 2-ugers grundkursus.
Hvor de tidligere betonkurser inden for specialarbejderuddannelsen har lagt vægt på at give eleverne en indlæring i at anvende forskellige maskintyper (dette har været gældende inden for betonvarebranchen) og undervise i den retning at opnå et smukt færdigt vareemne, har man helt glemt at give eleverne en følelse af, hvad materialet "beton" er, ja dette er vel givet for os alle, at vi ikke har gjort os helt klart, hvad materialet "beton" er, hvordan det kan anvendes, og hvilke konsekvenser det får, når det misbruges, hvad det gøres alt for tit i dagligdagen.
Der er det meningen - ved de 2-ugers betonkurser- allerede ved begyndelsen, hvor man bliver præsenteret for materialet "beton", at man skal få en indgroet respekt for betonens mulighed. Kurset bygger på, at eleverne får lejlighed til gen-

nem såvel teori som praksis, at finde frem til de egenskaber som betonmaterialet har ved den rigtige sammensætning og behandling. Ligeledes vil der ved hjælp af forsøg blive gjort eleverne opmærksom på, at der ved en uheldig og dårlig behandling af betonen, opstår forskellige dårlige egenskaber. Som eks. kan nævnes, at man udfører en blanding beton og udstøber 3 stk. cylindere. Herefter lader man resten af blandingen ligge, og efter 3-4 timer genbearbejder man betonen og udstøber igen 3 stk. cylindere (et eksempel der ikke er ualmindeligt, at man får betonen på et forkert tidspunkt, men alligevel bearbejder det). Ved afformningen - altså på udseendet kan intet ses, men hvis man undersøger styrken, vil der vise sig et stort udslag. Af andre eksempler kan man nævne, at det ikke er mange år siden, hvor en beton blev bedre af for meget vand, og der er også lagring af beton, herunder vejrligets indflydelse.

Disse 2-ugers betonkurser vil blive tilbudt på næsten samtlige specialarbejderskoler i hele Danmark. Dette giver mulighed for at mange flere kan få interesse for at arbejde med beton, herunder de mange unge, som for tiden deltager på specialarbejderkurserne, for derigennem at finde frem til hvilken erhversgren de skal tilslutte sig.
Faglærerne som skal tage sig af undervisningen har gennem et 3-ugers kursus på Statens Kursusskole Hoverdal, som CtO har været tilrettelægger af, dygtiggjort sig.
Underudvalgets nærmeste opgave er at få tilvejebragt en række specialkurser, og p.t. er man enige om at opdele disse i 4 hovedgrupper:
Elementfremstilling, Byggepladsbeton, og betonvarer, idet betonblandemesterkurset allerede er udarbejdet. Det er fremkommet på grund af de krav man igennem Dansk Fabrikskontrolforening stiller til uddannelse af blandemestre. Kurset er af 1 uges varighed, og afholdes på Statens Kursusskole Hoverdal med medvirken fra CtO, som kommer med indslag og foredrag, en form som betonvarebranchen har hilst med glæde.

Man har da også fået tilegnet blandemesterkurset de tørre betoner, således at kurset dækker både færdigblandet beton og betonvarer.
Det er meningen, at betonvarebranchen ved disse specialkurser vil følge ideen op fra 2-ugers begyndelseskurset med at få tilvejebragt et kursus, som bygger videre på, hvorledes man skal behandle betonen rigtig og hvor nemt det kan gøres forkert.
Som andet afsnit af mit indlæg skal jeg komme ind på betonud dannelsen inden for formandsområdet. Dette indlæg vil blive en del præget af, hvad man har gjort inden for DBI.
Der er udarbejdet en række grundmodulkurser inden for "Beton teknologi".
Grundmodulkursus, som er adgangsgivende for de mere fraktions prægede kurser, som omhandler følgende:
Rørmodul, Flisemodul og Blokstensmodulkursus. Derudover er der er statistisk kvalitetskursus, som er fælles for alle.
Grundmodulkurset omhandler almindelig betonteknologi og anvender CtO's betonteknologibog som undervisningsmateriale.
Det skal også understreges, at alle DBI's betonteknologiske hovedsageligt kun anvender CtO's personale. Alle kurser er opbygget i samarbejde mellem CtO og DBI. Et arbejde DBI er CtO meget taknemmelig for.
Grundmodulkurset giver indsigt i betonsammensætning, herunder undersøgelse af grusmaterialer og opbygning af gruskornkurver, proportionering af beton med henblik på anvendelse i betonvaremaskiner, samt udstøbning på forskellige maskiner.
Fraktionsbetonteknologikurserne tager fat på en mere dybgåen de behandling af betonens anvendelse inden for fraktionsområderne, ligeledes er der lejlighed til at få foredrag fra vore maskinleverandører, om hvad nyt der er undervejs.
Kurserne tager også fat på de krav som DS4oo stiller til betonvareprodukterne, og hvordan man kan leve op til disse, samt at man på de emner, som er fremstillet dagen før, foretager en statistisk kvalitetsvurdering på. Der er også et stort afsnit om, hvorledes man får de bedste lægningsforhold under hensyntagen til vejrliget.

Det statistiske kvalitetskontrol-kursus tager sigte på at give virksomhederne mulighed for at få indført kvalitetskontrol. Jeg ved, at der på Statens Kursusskole Hoverdal har været afholdt formandskurser angående beton, med CtO som initiativtager, ligeledes afholdes der kurser i Dansk Fabriksbetonforening i samarbejde med CtO. Det er kurser i betonteknologi - i Aalborg.

Som afslutning på mit indlæg vil jeg gerne udtrykke, at undervisningen inden for beton bør aktiviteres mere, idet der for tiden fremkommer mange skræmmende eksempler på forkert behandling af det ellers så udmærkede materiale "beton", der fra den ene dag er i flydende form, og dagen derpå fremtræder i hård form, men derfor er det ikke allerede et produkt der kan foretages alverdens mishandlinger med.

DANSK BETONFORENING

Lab. for Bygningsmaterialer, DtH.

Danmarks Ingeniørakademi,
Bygningsafdelingen.

UDDANNELSERNE PÅ INGENIØROMRÅDET

af

Carl le Sage de Fontenay og

Anders Nielsen.

August 1978

UDDANNELSERNE PÅ INGENIØROMRÅDET

Carl le Sage de Fontenay, Lab. for Bygningsmaterialer,DtH
Anders Nielsen, Danmarks Ingeniørakademi, Bygningsafdelingen

I denne artikel gives en kortfattet oversigt over opbygningen af bygningsingeniøruddannelserne ved ingeniørskolerne i Danmark specielt med henblik på betonundervisningen. Teknikumingeniøruddannelsen ved Ingeniørskolen i Horsens beskrives, akademiingeniøruddannelsen ved DIA-B i København og ved Ålborg Universitetscenter (AUC) og civilingeniøruddannelsen ved DtH i København og AUC beskrives. Mulighederne for uddannelse for den "færdige" ingeniør (efteruddannelse) indenfor betonområdet gennemgås.

I artiklen er betonundervisningen delt op i de rent betonteknologiske emner inklusive udførelsesmetoder og de rent betonkonstruktive emner.

Baggrund for undersøgelsen.

Beton er, taget på volumenbasis, det mest anvendte byggemateriale i Danmark, og det er samtidig det byggemateriale, hvis fremstilling ingeniøren har størst indflydelse på. Der forekommer skader på betonbygværker, som kunne være undgået, hvis den eksisterende viden var blevet udnyttet. Den viden, vi har i dag på betonområdet, er således ikke i tilstrækkeligt omfang formidlet videre fra forskerne til brugerne.
Et af Dansk Betonforenings (DBF) formål er at øge og sprede kendskabet til betons egenskaber, fremstilling og anvendelse.
Dansk Ingeniørforening (DIF) har barslet med en rapport om DIF's efteruddannelsespolitik, og Byggeriets Udviklingsråd (BUR) har udgivet en rapport om efteruddannelse.
Dette er baggrunden for, at DBF ønsker at skaffe sig overblik over uddannelserne på betonområdet. Som konsekvens af dette har DBF reorganiseret og udvidet sit uddannelsesudvalg. Uddannelsesudvalgets formål er bl.a., at "kortlægge de eksisterende uddannelsestilbud" og "behovene for undervisning

hos firmaerne " og "formidle nye emner og former i uddannelsen" for arbejdere, mellemteknikere, ingeniører og arkitekter.

Det påstås, at uddannelsesaktiviteten på betonområdet er for lav. Ansvaret for denne lave aktivitet behøver dog ikke alene at ligge på de kursusudbydendes side. Også de potentielle kursusmodtagere må lastes; således kan det nævnes, at DIEU og 3D har måttet aflyse efteruddannelseskurser p.g.a. svigtende tilmelding.

Uddannelserne på ingeniørområdet.

I den følgende oversigt er alle angivelser af antal studerende, timetal, kursusudbud m.m. et kvalificeret skøn over gennemsnittet for de sidste 3 år.

Vi har foretaget en arbitrær afgrænsning af de kurser fra ingeniørskolerne, der beskrives, idet kun kurser, som indeholder betonteknologi eller betonkonstruktioner som en væsentlig bestanddel (ɔ: mere end en fjerdedel), er medtaget i skemaer og diagrammer.

I kursets omfang (antal timer) er indregnet al den tid, der medgår til direkte klasseundervisning eller forelæsninger samt øvelses-og opgaveregningstimer. D.v.s. alle lærerdækkede timer. Hjemmearbejde er således ikke indregnet. I skemaer og diagrammer er antallet af timer omregnet til timer á 60 minutter.

Teknikumingeniøruddannelsen.

Formålsparagraf for teknika:

Ved teknika uddannes ingeniører, der kan omsætte naturvidenskabens og de tekniske videnskabers forskningsresultater til praktisk anvendelse.

Ingeniøren skal kunne:

a. Udføre forekommende ingeniørmæssige rutiner indenfor valgte studieområder.

b. Udnytte naturvidenskabelig, økonomisk og teknologisk viden, udvise færdigheder i matematiske metoder, problemløsningsteknik og andre systematiske arbejdsmetoder og kritisk tilegne sig ny viden til integreret anvendelse i forbindelse med løsning af udviklingsopgaver indenfor valgte studieområder.
c. Planlægge eget arbejde og redegøre for anvendelsen af principperne for organisation, planlægning, tilrettelægning og styring af arbejdsprocesser under hensyn til arbejdsforhold, herunder miljøtekniske, sociale og sikkerhedsmæssige forhold.
d. Kommunikere klart i skrift, tale og andre udtrykksformer, såvel indenfor tekniske arbejdsområder som tilgrænsende områder.
e. Gøre rede for den indvirkning, tekniske løsninger kan have på samfundet og samfundsgrupper, herunder biologiske, fysiologiske, kulturelle, sociale og økonomiske virkninger.

Uddannelsen til teknikumingeniør (bygningsingeniør) tilbydes i dag ved 6 teknika, beliggende i Esbjerg, Haslev, Horsens, København, Odense og Århus. I Horsens tilbydes 3 linjer: anlægslinjen, husbygningslinjen og agro-anlægslinjen. I København og Odense kan de studerende vælge anlægslinjen eller husbygningslinjen. I Haslev og Esbjerg uddannes anlægsingeniører og i Århus husbygningsingeniører.

Teknikumingeniøruddannelsen er normeret til 3 år. Adgangskriterier er for det første matematisk studentereksamen eller dermed ligestillet eksamen (adgangskursus, HF) indenfor det matematisk naturvidenskabelige fagområde. For det andet kræves en praktisk uddannelse, som kan være uddannelse til bygningshåndværker. Alternativt kan den praktiske uddannelse omfatte uddannelse til teknisk assistent eller et halvt år på en byggeteknisk værkstedsskole, i begge tilfælde suppleret med et halvt års praksis hos en håndværksmester eller hos en tilsynsførende arkitekt eller ingeniør.

Det skal nævnes, at der i år i en forsøgsordning optages studerende med studentereksamen eller HF-eksamen uden forpraktik.

Teknikumingeniøruddannelsen er ved at blive ombygget fra skemafast klasseundervisning til en modulordning, der til dels ligner systemet på DTH og DIA.

I det følgende beskrives uddannelsen, som den hidtil har forløbet. Beskrivelsen er ganske kortfattet, da uddannelsesforløbet om ikke alt for længe er historisk.

Dimittendtallene ser således ud (tallene er som tidligere nævnt gennemsnit for de sidste 3 år):

	anlæg	husbygning	agro-anlæg
Esbjerg	21	-	-
Haslev	31	-	-
Horsens	60	8	10
København	38	26	-
Odense	19	15	-
Århus	-	30	-

Undervisningen er klasseundervisning (15-20 studerende pr. klasse).

Som eksempel på teknikumingeniøruddannelsen ser vi på Ingeniørskolen i Horsens.

Studiet er delt i 3 dele af hvert 1 års varighed. Der undervises i 40 uger hvert år.

1. og 2. del er fælles for alle 3 bygningsingeniørlinjer: anlæg, husbygning og agro-anlæg. På 1. del gennemgås primært grundfag samt statik og materiallære. På 2. del når man til de mere "ingeniørmæssige" fag herunder armeret beton og stål-og trækonstruktioner. Undervisningen i armeret beton på 3. del omfatter for alle 3 linjer 6 timer pr. uge, men de valgte emner er forskellige. Tabel 1 viser fagene med betonteknologiske og betonkonstruktive emner.

Agro-anlægslinjen og husbygningslinjen har et afgangsprojekt, som løber over hele 3. del, af en størrelse svarende til

ialt ca 5 ugers arbejde. Omkring 20 studerende udfører projektet med betonkonstruktive emner.

Akademiingeniøruddannelsen i København.

"Danmarks Ingeniørakademi er en højere Læreanstalt, der har til opgave at meddele højere teknisk undervisning og herunder fremme den praktiske anvendelse af de tekniske videnskaber. Undervisningens mål er at uddanne ingeniører med sådanne praktiske og teoretiske kundskaber, at de kan anvende tidens tekniske viden og kunnen til løsning af erhvervs- og samfundsmæssige opgaver og blive egnede til at have teknisk og ledelsesmæssigt ansvar for udnyttelse af den teknisk-videnskabelige forsknings resultater".

På DIAB i København optages hvert efterår 70 og hvert forår 20 nye studerende til uddannelsen til akademiingeniør af bygningsretningen, heraf gennemfører ca 2/3 studiet. Gennemsnittet har for de sidste 3 år ligget på 46 akademiingeniører pr. år.

De studerende har matematisk studentereksamen eller dermed ligestillet eksamen (gymnasiale suppleringskurser, HF) indenfor det matematisk-naturvidenskabelige fagområde.

Studiet på DIAB varer ifølge studieplanen 3½ år opdelt på 7 halvår, der med hensyn til varighed og opdeling i store træk er ens. På 1. til 4. halvår løber teoriundervisningen over 16 uger direkte efterfulgt af 2½ uges eksamensperiode. Halvåret afsluttes med heldagsaktiviteter af en til fire ugers varighed. I 5. halvår er de studerende ude i ingeniørpraktik, d.v.s. beskæftiget på en ingeniørvirksomhed fortrinsvis indenfor entreprenørområdet i 15½ uge. På 6. og 7. halvår er teorikurserne kun af 14 ugers varighed, men heldagsaktiviteterne varer 2 uger længere. 7. halvår afsluttes med en større selvstændig opgave, et afgangsprojekt af et omfang svarende til 12 ugers arbejde.

Kurserne på 1. til 4. halvår samt ingeniørpraktikken på 5. halvår er alle obligatoriske. På 6. og 7. halvår er 2 kurser obligatoriske, mens de resterende 7 kurser hver svarende til ca 3 ugers arbejde er valgfri.

Modulprincippet, der er fælles for DTH og DIA, er baseret på en opdeling af studiet i kursusmoduler af samme tidsmæssige omfang. Dette giver en stor fleksibilitet i studiets sammensætning. Et kursusmodul omfatter hver uge 2 dobbelttimer hver på 2 x 35 minutter. Dertil kommer to opgave-eller øvelsestimer hver anden uge.
Undervisningen foregår som klasseundervisning (max. 24 studerende).

Tabel 2 giver en oversigt over de kurser ved DIAB, der omhandler betonteknologiske og betonkonstruktive emner.

Hvert år vælger 2 studerende afgangsprojekt med betonteknologiske emner og 15 studerende betonkonstruktive emner.

En række kurser berører i mindre omfang emner indenfor betonteknologi og betonkonstruktioner:

bygningskonstruktioner (Kl 62)
elementær kontinuumsmekanik (RAM32)
bygningsfysik (HB41) og
bygningsbrandteknik. (HB73)

Akademiingeniør-og civilingeniøruddannelserne i Ålborg.

"Akademiingeniøruddannelsens formål er at uddanne ingeniører, der kan omsætte tekniske forskningsresultater og teknisk viden til praktisk anvendelse ved løsning af tekniske problemer. De skal selvstændigt udføre forekommende ingeniørmæssige arbejdsopgaver og udvise færdighed i planlægning af eget arbejde og kunne indgå i samarbejde med ingeniører og andre samt være i stand til kritisk at tilegne sig ny viden. De skal være i stand til at analysere og vurdere løsningers forskellige indvirkninger på samfundets forskellige grupper, herunder

være i stand til i samarbejde med andre at inddrage samfundsmæssig viden i løsningen af tekniske problemer".

1. september 1974 blev akademiingeniør-og civilingeniøruddannelserne oprettet ved Ålborg Universitetscenter (AUC). Optagelseskriterierne er som på DIA i København.

Undervisningen ved AUC er projekt-organiseret og problemorienteret og lavet under nøgleordene: tværfaglighed-samfundsrelatering-problemorientering-gruppearbejde-medindflydelse. Studerende, der følger den et-årige teknisk-naturvidenskabelige basisuddannelse, vælger efter basisåret uddannelse til ingeniør, landinspektør eller cand.scient. med matematik som hovedfag. Eksempelvis kan vælges anlægs-eller byggesektoren, hvor den studerende uddannes til bygningsingeniør med en studietid inkl. basisåret på enten 3½ år (akademiingeniør) eller 5 år (civilingeniør).

Disse uddannelser er på grund af den struktur, der ligger til grund for studierne ved AUC ikke direkte sammenlignelige med de eksisterende uddannelser af samme navn.

Uddannelserne indenfor byggesektoren opdeles i:

a. Bygningskonstruktionsteknik (BK), der peger mod projektering, udførelse og drift af bygningskonstruktioner, udvikling af konstruktionssystemer og-komponenter.
b. Bygningsinstallationsteknik (BI), der peger mod projektering, udførelse, drift og vedligeholdelse af bygningsinstallationer, udvikling af systemer og komponenter til klimaanlæg, forsyningsanlæg og transportanlæg.
c. Bygningsproduktionsteknik (BP), der peger mod udførelse af bygninger og bebyggelser, byggeprocessens administrative, produktionstekniske og økonomiske styring, samt bygningsteknisk produktionsplanlægning.

3., 4. og 5. semester er fælles for byggesektorens studerende (ca 22 pr. år), herefter deles de studerende på de 3 linjer:

BK(ca 8 pr. år),BI(ca 6 pr.år) og BP(ca 8 pr.år).

På 3., 4. og 5. semester benyttes gennemsnitlig 20% af studietiden til grundfag (matematik, statistik, termodynamik, grundlæggende statik og styrkelære m.m.), 30% af studietiden til de mere ingeniørmæssige kurser (installationsteknik, betonkonstruktioner, bygningsfundering m.m.), og de resterende 50% af studietiden benyttes til projekt (delvis svarende til DTH's kursusarbejder). Næsten samme opdeling mellem grundfag, ingeniørmæssige fag og projekt findes på 6. semester for de tre linjer. Tabel 3a viser en oversigt over undervisningen med betonteknologiske og betonkonstruktive emner.

I slutningen af 6. semester vælger den studerende mellem akademiingeniøruddannelsen med afgangsprojekt på 7. semester og civilingeniøruddannelsen med yderligere 2 års studium. Afgangsprojekter ved B-sektoren forventes ofte at være en jernbetonkonstruktion; endnu er 7. semester kun gennemgået en gang.

11 studerende fra byggesektoren fortsatte sidste efterår efter 6.semester på civilingeniøruddannelsens konstruktionslinje.

Anlægssektoren omfatter uddannelsestilbud, der beskæftiger sig med planlægning og udførelse af større offentlige anlæg, såsom havne-og vandbygningskonstruktioner, trafikanlæg, rensningsanlæg, med bymodningsopgaver og med anlæggenes miljø-og ressourcemæssige konsekvenser.

Der er 4 anbefalede studieforløb indenfor anlægssektoren: kommunalteknik, miljøteknik, anlægsteknik og konstruktionsteknik. 3. og tildels 4. semester er fælles for anlægssektorens studerende (ca 32 pr.år); 5. - 7. semester er linjedelt. Kurser og projekter indenfor bærende konstruktioner fortsætter kun for de studerende (ca 11 pr.år), der følger linjerne anlægsteknik og konstruktionsteknik.

Som på byggesektoren er den studietidsmæssige opdeling på 3.-6. semester mellem grundfag, ingeniørmæssige fag og projekt: 20%, 30% og 50%. Tabel 3b viser anlægssektorens undervisning indenfor betonteknologi og betonkonstruktioner.

Civilingeniøruddannelsen ved AUC beskrives ikke yderligere, da der endnu ikke er studerende, der har fuldført den.

Civilingeniøruddannelsen i København.

> "Danmarks Tekniske Højskole beskæftiger sig med udviklingen af alle såkaldt tekniske sider af samfundet ud fra den naturvidenskabelige erkendelse. Teknikken er på godt og ondt af voksende betydning for helheden. Ingeniøruddannelsen må derfor omhandle både de konstruktive løsninger af tekniske problemer og løsningernes indvirkning på omgivelserne. Målet for civilingeniøruddannelserne er at uddanne ingeniører og forskere, som kan deltage i ledelsen af den tekniske udvikling, som er kompetente til at løse komplicerede tekniske problemer, og som er i stand til at betragte tekniske problemer i et bredt samfundsperspektiv".

På DTH i København optages hvert efterår 600 og hvert forår 100 ny studerende til uddannelsen til civilingeniør. Omkring 105 studerende afslutter hvert år studiet med specialbetegnelsen: bygningsingeniør.
Optagelseskriterierne er som på DIA.Som omtalt under beskrivelsen af DIA benyttes også på DTH modulsystemet. Hvert kursus har i 14 uger 2 ugentlige dobbeltforelæsninger á 2 x 35 minutter samt varierende mængde opgaveregning og øvelser.

Studieforløbet er i høj grad præget af valgfrihed, idet der dog er 7 kurser, som er obligatoriske på grund af deres fundamentale karakter. Udover de obligatoriske kurser skal de studerende vælge mindst 6 kurser blandt en gruppe supplerende grundfag. Det er desuden krævet, at alle studerende udfører et eksamensarbejde strækkende sig over mindst et halvt år.

Det er således i høj grad op til den enkelte studerende, at bestemme den rækkefølge, hvori de valgte kurser eller grupper af kurser tages, samt til at variere den hastighed, hvormed studiet gennemføres.

Bygningsingeniørstudiet er normeret til 5 år. For at gennemføre studiet på 5 år, skal der i 9 halvår i gennemsnit pr. halvår vælges 5 kurser samt et kursusarbejde af varighed 3 uger. Det 10. halvår udføres eksamensarbejde.

Der er 6 linjer indenfor bygningsingeniørens område:

almen bygningsteknik
anvendt mekanik
husbygning
teknisk hygiejne
trafik-og byplanlægning og
vandbygning og fundering.

Såfremt en yderligere specialisering ønskes, kan følges supplerende studielinjer indenfor anlægsteknik, materiallære, operationsanalyse, planlægningsmetoder og vejbygning.

Linjerne er søgt opbygget således, at der, efter at linjens krav er opfyldt, er en stor del af studiet tilbage, hvilket giver mulighed for at vælge studieforløb, der tilgodeser forskellige interesser.

Forelæsningsperioden varer 14 uger direkte efterfulgt af en eksamensperiode på 3 uger. Halvåret afsluttes med en kursusarbejdsperiode på 3 uger.

Tabel 4 viser DTH's kurser med betonteknologiske henholdsvis betonkonstruktive emner.

Herudover berøres emner indenfor betonområdet i kurserne:

6711 vejbefæstelser
6802 anlægsteknik (produktionsmetoder og materiel)
3525 faststofkemi
3535 keramiske processer og materialer
6506 bygningsbrandteknik
6510 konstruktion, teknologi og bygningskunst.

1-2 studerende pr. år udfører eksamensprojekt med betonteknologiske emner og 20-25 studerende med betonkonstruktive emner. Licentiatstudiet, der er en overbygning på civilinge-

niøruddannelsen, varer 2½ år og omfatter dels gennemførelsen af et forskningsprojekt dels en videre uddannelse. Der er på DTH løbende 5 licentiatstuderende beskæftiget med projekter omhandlende betonkonstruktive emner og 3 licentiatstuderende med betonteknologiske emner.

Efteruddannelse.

Efteruddannelsen omfatter primært kurser, som løber over 2 til 3 dage enten som internat-eller externatkurser. I det følgende omtales de kurser, som har været afholdt de senere år (tabel 5). Dansk Betoninstitut (DABI) omtales ikke, dels fordi instituttet endnu ikke har afholdt kurser, dels fordi instituttet omtales i det efterfølgende foredrag.

Teknologisk Institut (TI) og Jydsk Teknologisk Institut (JTI) kører 2-3 gange årligt et to-dages kursus (16 timer) i reparation af betonkonstruktioner; kurset følges af 20 ingeniører pr. gang.

Vej-EU afholder 2-3 gange pr. år et 3-dages kursus (30 timer) i reparation af betonbygværker; ca. halvdelen af kurset omhandler betonteknologiske emner. Knap 20 ingeniører deltager i kurset pr. gang.

Eftersyn og vedligeholdelse af broer er ligeledes et kursus fra Vej-EU; kurset er et 2 dages internat-kursus, der har været afholdt 2 gange årligt med omkring 16 deltagere pr. gang.

DIEU(Danske ingeniørers efteruddannelse) tilbyder efter behov en række kurser med betonteknologiske og betonkonstruktive emner:

Kvalitetskontrol

Kurset er et to-dages kursus (20 timer) med 20 deltagere pr. år. Kurset omhandler planlægning og vurdering af kontrol af fabriksbeton, betonvarer, armering m.v.

Institutions- og industrigulve

Kurset er et to-dages kursus (15 timer) og har samlet omkring 15 deltagere pr. år. Kursusindholdet er primært udførelse af betongulve.

Beregning af jernbeton efter den nye norm

Kurset er et to-dages kursus (20 timer) med 30 deltagere pr. år. Kurset indeholder beregningsopgaver vedrørende bjælker, søjler og vægge.

Jernbetonsøjler

Kurset er et 3-dages kursus (25 timer) med ca. 35 deltagere pr. år. Kursets indhold er udførsel af beregninger af mere komplicerede jernbetonsøjler end omtalt i betonnormen.

Beton i husbygning

Kurset er et korrespondancekursus med telefonkontakt med studietid anslået til ca 60 timer. Kurset har ca 40 deltagere pr. år og spænder fra rå arkitektskitse til statiske beregninger og færdige tegninger.

Det bør nævnes, at såvel DIEU-kurser som 3D-kurser gentagne gange har måttet aflyses p.g.a. svigtende tilmelding.

I-S Bygningsteknisk Gruppe, Dansk Selskab for Bygningsstatik, DIF's bygningsingeniørgruppe og DBF tilrettelægger til stadighed foredrag, heldagsarrangementer, ekskursioner, arbejdsgrupper og studiekredse med betonteknologiske og betonkonstruktive emner. Eksempelvis kan det nævnes, at DBF afholder omkring 15 foredrag pr. år med gennemsnitlig 80 deltagere pr. møde. Denne store tilslutning opfatter vi som en indikator på, at ingeniører, udover kollegialt samvær, er interesseret i orientering (efteruddannelse), indenfor emner der omfatter aktuelle problemer og områder, hvor forskning og udvikling har ført til væsentlige fremskridt. Det kan også bemærkes, at de "jordnære" emner, hvor folk får noget med hjem med det samme, generelt samler flest tilhørere.

Efteruddannelsesmulighederne for den færdige ingeniør er ikke udtømt med det ovenfor beskrevne, idet mange ingeniører deltager i firmaarrangerede og-rekvirerede interne kurser. Endelig skal det nævnes, at alle DTH's og DIA's kurser kan følges som enkeltfagskurser.

Kursus-betegn.	Kursus	Deltagere pr. år	Omfang timer á 60 min
	Betonteknologi		
a	Materiallære (1. del)	78	60
	Betonkonstruktioner		
a	Armeret beton (2. del)	78	120
b	Armeret beton (3. del)	78	180
c	Statik	78	20

Tabel 1. Undervisning i betonteknologi og betonkonstruktioner ved Ingeniørskolen i Horsens.

Kursus-betegn.	Kursus	Deltagere pr. år	Omfang timer á 60 min.
	Betonteknologi		
ML11	Almen materiallære	70	13
ML21	Organiske byggematerialer	70	13
ML31	Silikatmaterialer	70	42
ML61	Byggemat. langtidsegensk.	8	33
LAB61	Videregående lab.praktik	4	60
	Betonkonstruktioner		
RAM31	Bjælker	70	40
RAM41	Søjler og rammer	70	27
RAM42	Skiver og plader	70	40
KL41	Konstruktionsteknik I, beton-,stål- og trækonstr.	70	20
KL60	Konstruktionsteknik II, spændbeton	12	47
KL61	Anlægskonstruktioner	15	33
KL63	Beholdere	10	33
HB61	Montagebyggeri I, boligbyggg.	20	33
HB62	Montagebyggeri II, erhvervs- og institutionsbyggeri	10	33
RAM65	Praktiske beregningsmetoder efter betonnormen	10	47
LAB61	Videregående lab.praktik	6	60

Tabel 2. Undervisning i betonteknologi og betonkonstruktioner ved DIAB i København.

Kursus-betegn.	Kursus	Deltagere pr. år	Omfang timer á 60 min.
	Betonteknologi		
a	Materiallære	22	18
b	Projekt (4.-6. sem.)	22	18
	Betonkonstruktioner		
a	Betonkonstruktioner (4. sem.)	22	45
b	Brudlinjeteori	22	18
c	Projekt (4. sem.)	22	180
d	Betonkonstruktioner (6. sem.)	8	18
e	Montagebyggeri	8	22
f	Projekt (6. sem.)	8	126

Tabel 3a. Undervisning i betonteknologi og betonkonstruktioner ved AUC's byggesektor.

Kursus-betegn.	Kursus	Deltagere pr. år	Omfang timer á 60 min.
	Betonteknologi		
a	Materialer	32	18
	Betonkonstruktioner		
a	Bærende konstruktioner (4. sem.)	32	36
b	Projekt (4. sem.)	32	95
c	Bærende konstruktioner (5.-6. sem.)	11	45
d	Projekt (5. sem.)	11	45
e	Projekt (6. sem.)	5-6	115

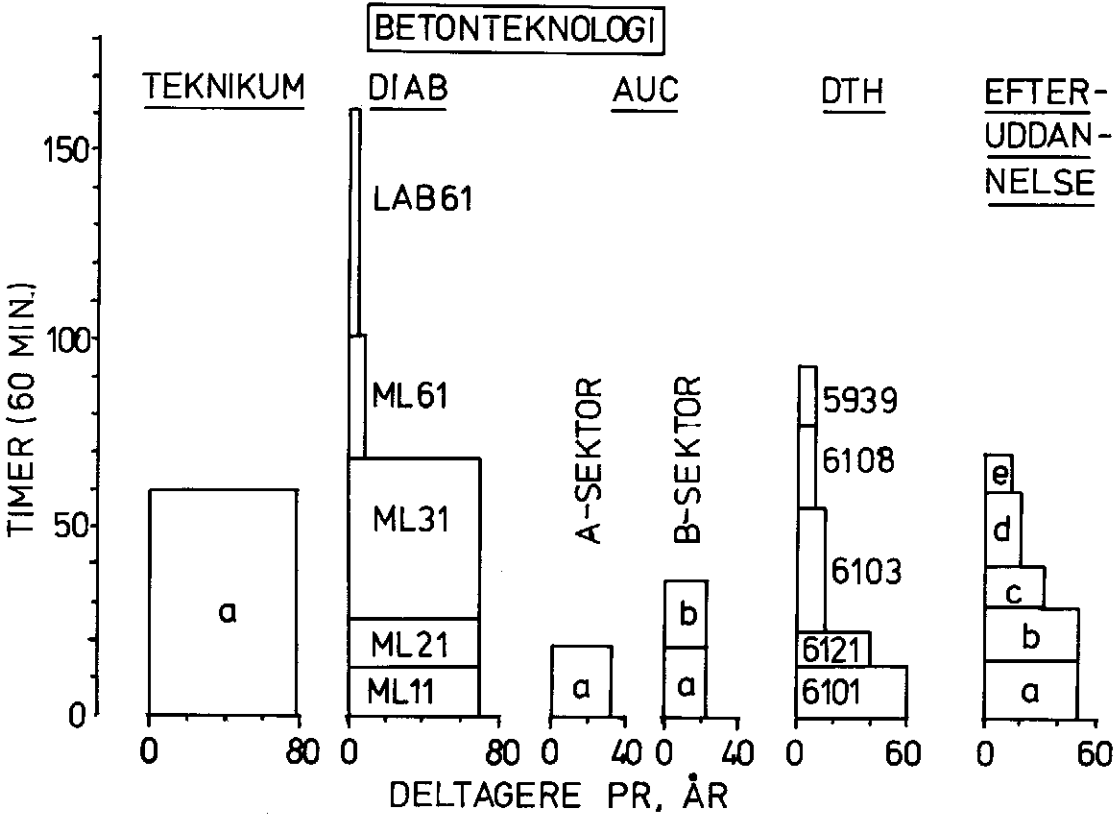
Tabel 3b. Undervisning i betonteknologi og betonkonstruktioner ved AUC's anlægssektor.

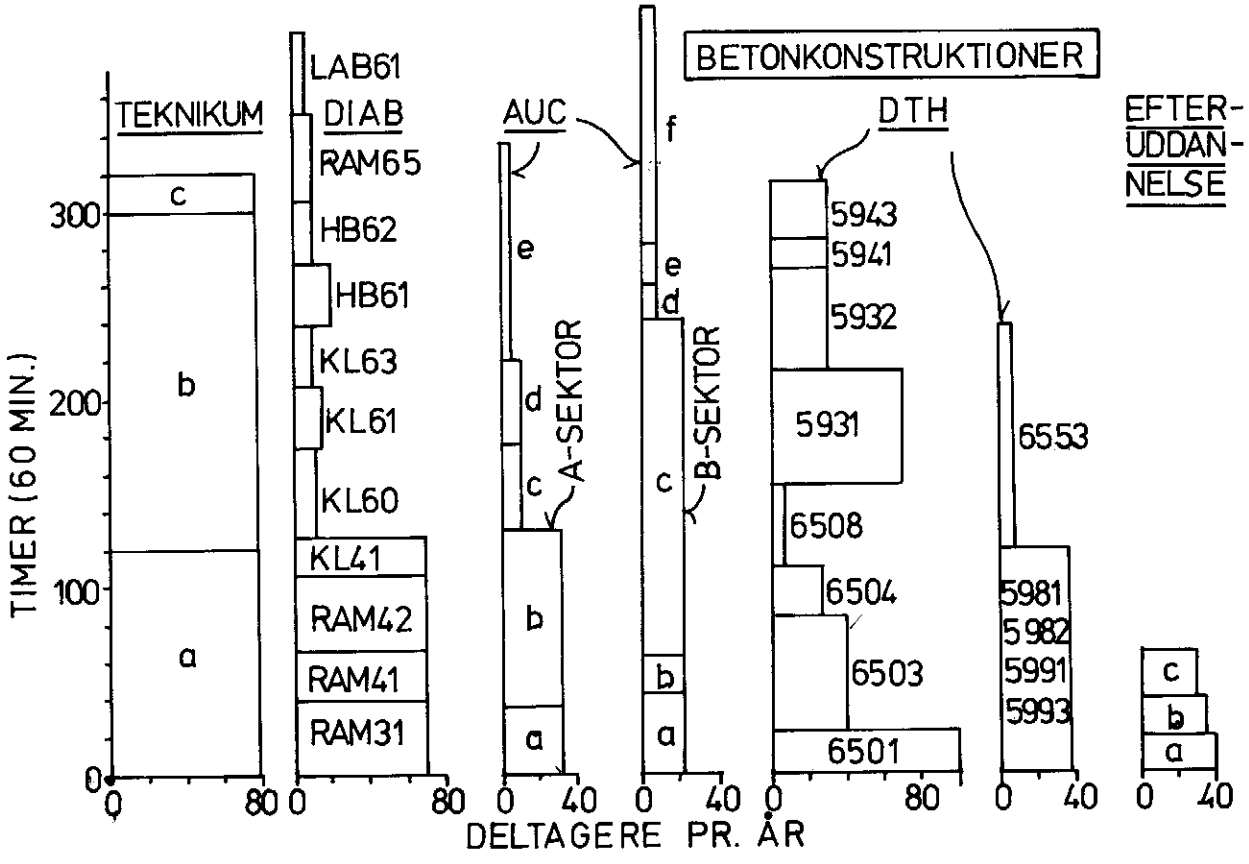
Kursus-betegn.	Kursus	Deltagere pr. år	Omfang timer á 60 min.
	Betonteknologi		
6101	Grundkursus i bygnings-materiallære	60	14
6103	Betonteknologi	15	33
6108	Porøse bygningsmaterialers struktur og egenskaber	10	22
6121	Lab.kursus i bygn.mat.lære	40	9
6123	Kursusarb. i betonteknologi	1	120
5939	Fiberarmerede materialer	10	16
	Betonkonstruktioner		
6501	Grundkursus i husbygning	100	22
6503	Præfabrikerede bygninger I	40	61
6504	Bygningsprojektering I	30	27
6508	Præfabrikerede bygninger II	7	44
6553	Kursusarb. i præfab.bygg. I	8	120
6558	Kursusarb. i præfab.bygg. II	1	60
5931	Betonkonstruktioner I	70	61
5932	Betonkonstruktioner II	30	54
5941	Bygningskonstruktionslære	30	16
5943	Brobygning	30	30
5981	Kurs.arb. betonkonstr. I	27	120
5982	Kurs.arb. betonkonstr. II	3	120
5991	Kurs.arb. bygn.konstr.lære	3	120
5993	Kurs.arb. brobygning	4	120

Tabel 4. Undervisning i betonteknologi og betonkonstruktioner ved DTH.

Kursus-betegn.	Kursus	Deltagere pr. år	Omfang timer á 60 min.
	Betonteknologi		
a	Rep. af betonkonstr.(TI/JTI)	50	16
b	Rep. af betonbygværker(Vej-EU)	50	15
c	Eftersyn og vedligeholdelse af broer (Vej-EU)	32	10
d	Kvalitetskontrol (DIEU)	20	20
e	Institutions- og industri-gulve (DIEU)	15	10
	Betonkonstruktioner		
a	Beton i husbygning (DIEU)	40	20
b	Jernbetonsøjler (DIEU)	35	25
c	Beregn. af jernb. eft. norm	30	25

Tabel 5. Undervisning i betonteknologi og betonkonstruktioner. Efteruddannelse.


BETONTEKNOLOGI
TEKNIKUM
DIAB
AUC
DTH
EFTER-
UDDAN-
NELSE
TIMER (60 MIN.)
150
100
50
0
LAB61
ML61
ML31
ML21
ML11
a
A-SEKTOR
B-SEKTOR
b
5939
6108
6103
6121
6101
c
d
e
0
80
40
60
DELTAGERE PR. ÅR


BETONKONSTRUKTIONER
TEKNIKUM
LAB61
DIAB
RAM65
HB62
HB61
KL63
KL61
KL60
KL41
RAM42
RAM41
RAM31
AUC
A-SEKTOR
B-SEKTOR
DTH
EFTER-
UDDAN-
NELSE
5943
5941
5932
5931
6508
6504
6503
6501
6553
5981
5982
5991
5993
TIMER (60 MIN.)
DELTAGERE PR. ÅR

DANSK BETONFORENING
Søren Rasmussen
Rådgivende civilingeniør

Dansk Beton Institut

af
Søren Rasmussen

Juli 1978

Med en donation på 500.000 kr, givet i erindring om ingeniør Knud Højgårds store betydning for dansk ingeniørvirksomhed gjorde Højgårds fond det muligt at skabe det videreuddannelsessted for betonteknik og betonteknologi, som der flere gange tidligere har været kræfter igang for at etablere.

Netop i denne forsamling sidder utvivlsomt personer som husker, at der var planer herom da Dansk Betonforening, - som dengang hed noget andet -, blev stiftet i slutningen af 40'erne, og endnu flere vil huske, at Saxildudvalgets betænkning fra 1960 også indeholdt planer for en sådan uddannelse.

Hvad der mislykkedes dengang, har nu fået mulighed for at komme til at fungere.

Som ved de tidligere forsøg er målsætningen at give ingeniører, altså en personkreds som allerede besidder den basale viden, en mulighed for at uddybe denne.

For straks at rydde en nærliggende misforståelse bort,der ligger ikke i initiativet nogen kritik af eksisterende uddannelser. De er, og må være tilrettelagt udfra hensynet til, at de på uddannelsesstedet er led i en større sammenhæng, og de kan ikke medtage den baggrund som ligger i, at have prøvet i praksis at være stillet overfor problemerne.

At højskolernes lærere, som jo oftest er agtede specialister på en række områder, har mere at give, end der er plads til under den normale undervisning, fremgår bl.a. af, at deres navne genfindes mellem institutets lærere.

Men det nye institut sigter især mod at tiltrække sig lærere, med stor praktisk baggrund. Ikke blot fra de projekterende og udøvende, men også fra institutioner som udøver prøvning, forskning og tilsvarende.

Der gøres hver dag iagttagelser og indhentes erfaringer, som opfordrer til drøftelse og debat med andre, som

"taler samme sprog". Gerne med folk som har specialviden på området. I et miljø hvor både lærere og elever har en sådan baggrund, kan erfaringsudvekslingen få særlig gode muligheder.

Vi er vant til at bruge vendingen, at Danmark er et råstoffattigt land, som må importere det væsentligste af, hvad vi f.eks. skal bygge med. Vi er undertiden tilbøjelige til at overse, at cementen nok er et industriprodukt, men at det eneste vi skal importere for at fremstille den er brændsel, og at det kun er en meget beskeden del af den endelige pris, som er betinget heraf.

Dansk cementindustri kom tidligt til at spille en betydelig rolle, - også som eksportindustri -, såvel for selve produktets vedkommende, som for metoder og anlæg.

Danske ingeniører, og teoretikere på det bygningsstatiske område, kom til at yde en pionerindsats i jernbetonens barndom i slutningen af 1800 tallet. Deres viden blev omgående nyttiggjort i ingeniøruddannelserne. Denne tidlige aktivitet, som gav danske ingeniører en grundig basal viden at arbejde med, har alle hovedmændene bag de for vort lille land så usædvanligt store entreprenørfirmaer, klart erkendt, skyldtes den undervisning de fik.

Parallelt med de store firmaers vækst, og ofte i samarbejde med dem, opretholdtes og videreudvikledes forskningen, både på det teoretiske, beregningsmæssige og på den praktiske udførelses områder. Danske forskere har spillet, og spiller stadig en stor rolle, både hvad angår nydannelser i beregningstekniken, og ved løsningen af de stadig flere betonteknologiske problemer.

Vi kan glæde os over, at f.eks. vore forskere er højt anerkendte ude i verden, og bruges stærkt der. Men måske samtidig undre os over, at deres sagkundskab hos os selv, kun er kendt i mindre kredse.

Dansk Beton Institut vil gerne ændre dette.

For initiativtagerne har det været vældig spændende og opmuntrende at konstatere, at næsten alle vi har været i kontakt med, før ideen bragtes til udførelse, både har tilsluttet sig tankerne, har tilbudt hjælp og bistand, og suppleret med emner.

Institutet har hverken tænkt sig at drive forskning eller uddanne forskere, og heller ikke at anskaffe sig faciliteter hertil. Men et nært samarbejde, ikke mindst med de eksisterende laboratorier, søges opnået. Vi tror ubeskedent, at dette også vil blive til gavn for disse.

Under hensyn til, at den kreds vi særlig henvender os til, både lærere og kursister, er folk som er i praksis, vil kurserne komme til at ligge mellem kl. 15 og kl. 18 om eftermiddagen, med 1 ugentlig mødedag. Hvert enkelt kursus får 15 mødedage.

Selvom en deltager måske kun har interesse i et enkelt kursus, vil undervisningen være lagt tilrette efter, at deltagerne stiler mod at følge en gruppe af kurser, dækkende et område.

Der vil blive givet et bevis for hvert gennemført kursus. Af større betydning vil imidlertid være, at en deltager som har gennemgået alle kurser for et område, f.eks. statik, udførelse eller betonteknologi, vil være berettiget til et særligt diplom for området.

Der har allerede været vist interesse for disse diplomer, både fra enkeltpersoner, firmaer og myndigheder. Der har åbenbart ligget et latent behov for dette, og der arbejdes da også med at opnå offentlig anerkendelse under en eller anden form af diplomerne.

De lokaler som institutet har lejet i Holte Midtpunkt, har kapacitet til 10 parallelt løbende kurser under de her nævnte forudsætninger, d.v.s. som eftermiddagskurser. Resten af dagen vil der så være mulighed for seminarer,

særkurser og tilsvarende, f.eks. når et firma rekvirerer et særkursus for sine medarbejdere.

Har vi behov for en diplomgivende videreuddannelse?

Vi kan ihvertfald konstatere, at en sådan allerede findes i hvert fald i England og i Frankrig. Begge med offentlig anerkendelse af diplomerne.

Vi har stadig en stor videnkapacitet på betonområdet. Der trækkes på den fra andre lande, og de samme personer vender hjem, med mulighed for at give viden tilbage her til.

Forhåndsinteressen før instituttets dannelse er især kommet fra de, som allerede befinder sig i praksis. Altså fra dem, som har problemerne tæt på livet til daglig, som ved at de findes, og som derfor er motiverede for og har forudsætningerne for, at modtage ny viden.

Der stilles stadig større krav til maksimal udnyttelse af vore konstruktionsmaterialer. Vi nærmer os derved oftere situationer, hvor ellers mindre påagtede egenskaber viser sig at skulle behandles mere indgående. Der registreres efterhånden ikke få, - og ofte kostbare -, skader på store betonbygværker. Måske også af den slags grunde. Vi skal både lære at undgå skaderne, og at kunne udbedre dem.

Alt dette stiller krav til alle parter i processen. Til den projekterende, til den udførende, til materialeproducenten og til forskerne og de afprøvende.

Dansk Beton Institut vil gerne være stedet, hvor alle med tilknytning til betons anvendelse får lejlighed til den grundigst mulige gensidige erfaringsudveksling.

ORIENTERING OM RAPPORTEN:

Efteruddannelse - et led i byggeriets udvikling

Den udsendte rapport henvender sig til arrangører, brugere og andre, som beskæftiger sig med den mere langsigtede udvikling af efteruddannelsen inden for byggeriet. Den belyser en række spørgsmål - som oplæg til de fortsatte drøftelser om retningslinier for udbygningen af efteruddannelsen:

- Hvad omfatter efteruddannelsen - og hvordan kan de enkelte aktiviteter tilrettelægges ?
- Hvor mange timer efteruddannes den enkelte medarbejder - og på hvilken måde ?
- Hvordan tegner fremtiden sig for efteruddannelsen - og hvilke organisationsprincipper bør tilstræbes ?
- Hvordan tilrettelægges basisorganiseret efteruddannelse?
- Hvorledes tilrettelægges efteruddannelsesprojekter ?
- Hvordan kan samarbejdet om efteruddannelse fremmes ?
- Hvilke opgaver trænger sig mest på for at udvikle efteruddannelsen ?

Rapporten er udarbejdet inden for en gruppe bestående af Benny Dylander, Morten Fangel, Flemming Frydendal, P. Damkjær Olesen, Ib Steen Olsen og C. Carsten Petersen. Arbejdet blev igangsat sommeren 1975 efter drøftelser med Dansk Ingeniørforening. I efteråret 1976 blev der udarbejdet en statusrapport, som indeholdt en kortlægning af den nuværende efteruddannelse inden for byggeriet - og skitserede et helhedsbillede af efteruddannelsens udvikling frem til 1990. Med udgangspunkt i statusrapporten afholdt BUR i foråret 1977 to høringer. Oplysninger og kommentarer herfra blev nyttiggjort ved udarbejdelse af den endelige rapport foråret 1978.

INDLEDNING OM BYGGERIETS EFTERUDDANNELSE

I 80'erne bliver der brug for efteruddannelsen som et mere vitalt led i byggeriets udvikling - sammenlignet med 70'ernes efteruddannelse. Det hænger sammen med de kommende års udfordringer inden for bygge- og anlægssektoren. Som eksempler kan nævnes byfornyelse, energibesparelse, nye bebyggelsesformer og internationalisering af byggeriet. Dertil kommer et almindeligt ønske om forbedring af efteruddannelsens effekt i forhold til det daglige arbejde på tegnestuer, i værksteder og på byggepladser.

Skal efteruddannelsen som helhed blive et effektfuldt led i sektorens stadige omstilling til nye udfordringer, synes det imidlertid nødvendigt med med en række ændringer i forhold til sektorens nuværende efteruddannelse.

Mulighederne for ændringer og forbedringer er belyst i rapporten *Efteruddannelse - et led i byggeriets udvikling*, som er udsendt af Byggeriets Udviklingsråd. Heri er givet et helhedsbillede af efteruddannelsens samlede udvikling frem til 1990.

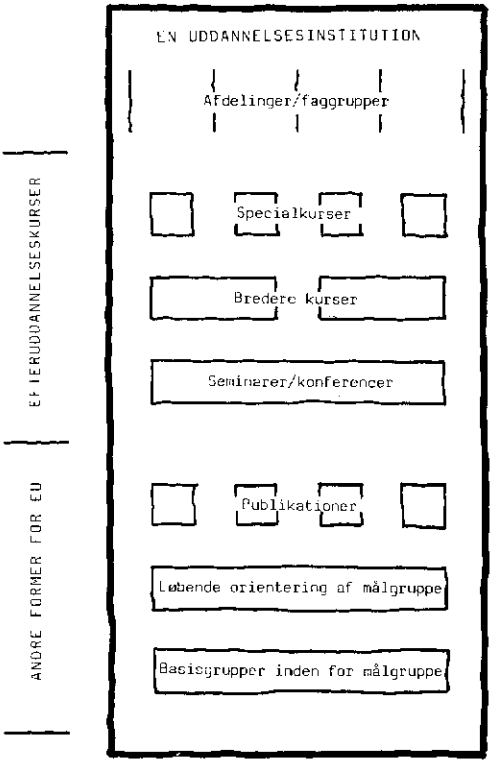
På baggrund af rapporten antydes i det følgende nogle udviklingsmuligheder omkring gennemførelse af efteruddannelse inden for betonområdet.

GENNEMFØRELSE AF BETONUDDANNELSERNE

Ved planlægning af de enkelte uddannelsesaktiviteter må udgangspunktet i stigende grad være den ønskede uddannelses-

BASISORGANISERET GENNEMFØRELSE

De enkelte aktiviteters størrelse i eksemplet på figuren afspejlet alene den emnemæssige bredde. Gengivet fra rapporten.



mæssige effekt. Hvem skal lære noget - og hvad skal de lære ? På det grundlag kan der tages stilling til den egnede uddannelsesform.

Et sådant udgangspunkt betyder, at efteruddannelse inden for betonområdet bliver opfattet meget bredt. Betonuddannelse drejer sig ikke blot om kursusdeltagelse. En række andre uddannelsesformer kan have samme effekt. Det gælder eksempelvis Betonforeningens møder og eventuelle studiegrupper. Andre eksempler er jobtræning og selvstudier.

Ved stillingtagen til uddannelsesform er der under ét brug for større åbenhed og opfindsomhed. Herved kan der bidrages væsentligt til forbedring af betonuddannelsernes effekt.

Et andet middel til bedre effekt vil være i stigende grad at planlægge betonuddannelsernes enkelte aktiviteter som led i sammenhængende bestanddele af efteruddannelse. Her peger rapporten på to muligheder, som er kaldt henholdsvis basisorganiseret og projektorganiseret efteruddannelse.

BASISORGANISERET GENNEMFØRELSE

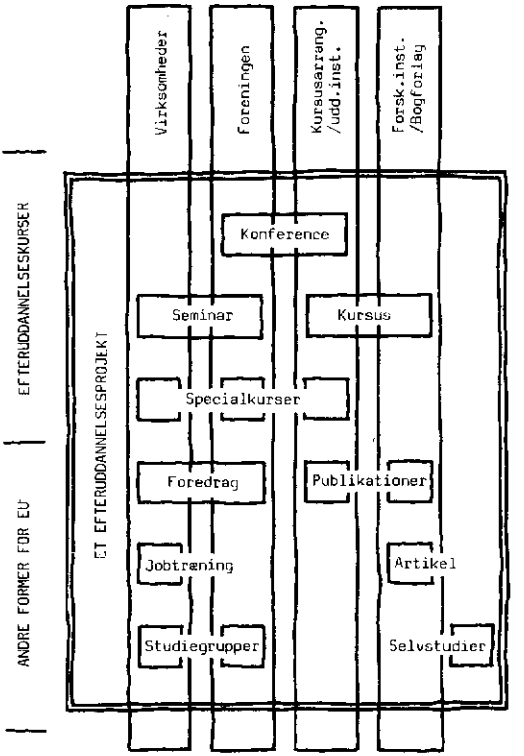
Basisorganiseret efteruddannelse gennemføres inden for rammerne af landets enkelte uddannelsesinstitutioner. På kortere sigt er udgangspunktet for planlægningen den uddannlsesmæssige basis inden for en institution. Herunder fagdiscipliner, undervisere og lokaleforhold. Omfanget af en basisorganiseret bestanddel vil normalt være over titusinde deltagertimer årligt - og typisk væsentligt mere.

Inden for den nuværende efteruddannelse synes de tekniske skolers aktiviteter for faglærte samt specialarbejderskolerne at være eksempler på basisorganiseret gennemførelse.

I de kommende år må der imidlertid tilstræbes en tættere sammenhæng mellem uddannelsesaktiviteterne på den enkelte institution. Det gælder aktiviteterne eksempelvis inden for

PROJEKTORGANISERET GENNEMFØRELSE

De enkelte aftiviteters størrelse i eksemplet på figuren afspejlet alene den emnemæssige bredde. Gengivet fra rapporten.



betonområdet - men også på tværs mellem institutionens forskellige fagområder. Desuden må den større åbenhed og opfindsomhed med hensyn til uddannelsesformer også komme til udtryk ved planlægning af efteruddannelse inden for den enkelte institution.

Det er endvidere et hovedsynspunkt i BUR-rapporten, at teknikernes grunduddannelsesinstitutioner i stigende grad bør bidrage med basisorganiseret efteruddannelse inden for byggeriet - herunder uddannelse inden for betonområdet. Eksempler i den forbindelse er de byggetekniske højskoler.

PROJEKTORGANISERET GENNEMFØRELSE

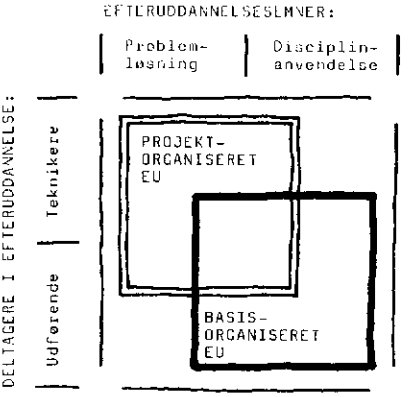
At lade uddannelsesaktiviteter indgå i et såkaldt efteruddannelsesprojekt er en anden mulighed for at skabe større sammenhæng. Et sådant projekt vil normalt blive planlagt med udgangspunkt i en aktuel uddannelsesopgave over for en større gruppe af medarbejdere inden for byggeriet. Det drejer sig principielt både om teknikere og udførende. Projektet gennemføres i et tidsbegrænset samarbejde på tværs af flere organisationer - herunder kursusarrangører, foreninger, virksomheder. Dertil kan komme en eller flere grunduddannelsesinstitutioner.

Organisationsformen er hidtil anvendt i en forenklet form inden for rammerne af en enkelt kursusarrangør. Fremover ligger udfordringen i at gennemføre efteruddannelsesprojekter i samarbejde mellem flere arrangører. Desuden må fremtidige projekter normalt omfatte både kurser og andre former for efteruddannelse.

Inden for betonområdet kan der i de kommende år tænkes igangsat efteruddannelsesprojekter med udgangspunkt i eksempelvis nye normer. Også fremkomsten af væsentlig ny viden om metoder for forebyggelse eller udbedring af skader på betonkonstruktioner kan til eksempel begrunde en samlet formidlingsindsats i form af et efteruddannelsesprojekt. I andre situationer kan der blive tale om at tage betonspørgsmål op som led i mere tværgående projekter eksempelvis vedrørende byfornyelse.

EFTERUDDANNELSENS FREMTIDIGE GENNEMFØRELSE

Figuren angiver groft en mulig opgavedeling mellem samlingen af henholdsvis basisorganiserede bestanddele og projekt-organiserede bestanddele. Gengivet fra rapporten.



Under alle omstændigheder er det væsentligt, at teknikernes og udførendes efteruddannelse gennem et efteruddannelsesprojekt bliver betragtet i sammenhæng.

AFSLUTNING OM EFTERUDDANNELSENS UDVIKLING

I BUR-rapporten konkluderes, at der inden for byggeriet frem til 1990 bør satses parallelt på en stigende anvendelse af basisorganiseret og projektorganiseret gennemførelse. Herved lægges grunden til både den drøjde og den smidighed, som er nødvendig for at gøre efteruddannelsen til det ønskede effektfulde led i byggeriets udvikling. Det synes også at gælde efteruddannelse inden for betonområdet.

I hæftet *Byggeriets efteruddannelse i 80'erne* er tegnet et sammenfattende billede af den foreslåede udvikling. Desuden er gengivet nogle udviklingsopgaver, som Byggeriets Udviklingsråd har igangsat med henblik på fremskaffe yderligere hjælpemidler for efteruddannelsens parter.

Efteruddannelsens faktiske udvikling i 80'erne synes imidlertid i første række at blive bestemt af initiativer blandt efteruddannelsens mange parter. Det gælder også Betonforeningen, der kan komme ind i billedet - både som arrangør af møder og andet - og måske også som formidler af samarbejde omkring gennemførelse af efteruddannelsesprojekter.

LITTERATUR

Efteruddannelse - et led i byggeriets udvikling
Byggeriets Udviklingsråd - København 1978
Distribution gennem Byggecentrums Bogsalg

Byggeriets efteruddannelse i 80'erne
Morten Fangel og Ib Steen Olsen
Gengivelse af artikel i Byggeindustrien
Byggeriets Udviklingsråd - København 1978

DANSK BETONFORENING

Cowiconsult
Rådgivende Ingeniører A/S
Teknikerbyen 45
2830 Virum

TEMPERATURPROBLEMER I MASSIVE KONSTRUKTIONER VED VEJLEFJORDBROEN

af

Civilingeniør H.H. Jacobsen

August 1978

TEMPERATURPROBLEMER I MASSIVE KONSTRUKTIONER VED VEJLEFJORDBROEN

Ved et projekt som Vejlefjordbroen, hvor der skal udstøbes 7o.ooo m^3 beton, vil man naturligvis komme ud for en del betonteknologiske problemer. Vi skal her beskæftige os med udførelsen af to af de konstruktioner, hvor vi har truffet særlige foranstaltninger til imødegåelse af skadelige virkninger hidrørende fra betonens varmeudvikling.

Det drejer sig om:

Fjordpillefundamenterne
Overbygningen udført ved fri frembygning

1. Fjordpillefundamenter

Konstruktiv udformning (figur 1)

De tolv fjordpiller er pælefunderede. I hvert fundament er der ca. 135 stk. sekskantede jernbeton pæle, længde 2o - 4o m.

Reaktionen fra pilleskaftet fordeles til pælene igennem et stort massivt jernbetonfundament. Fundamentsunderkant er i - 5.5 m og overkant i - 1.o m, d.v.s. fundamentet ligger under DV, grundfladen er 12,6 x 22.4 m.

Pilleskaftets nedre del fra - 1.o m til + 2.o m er massiv med et tværsnit 2.6 x 12 m.

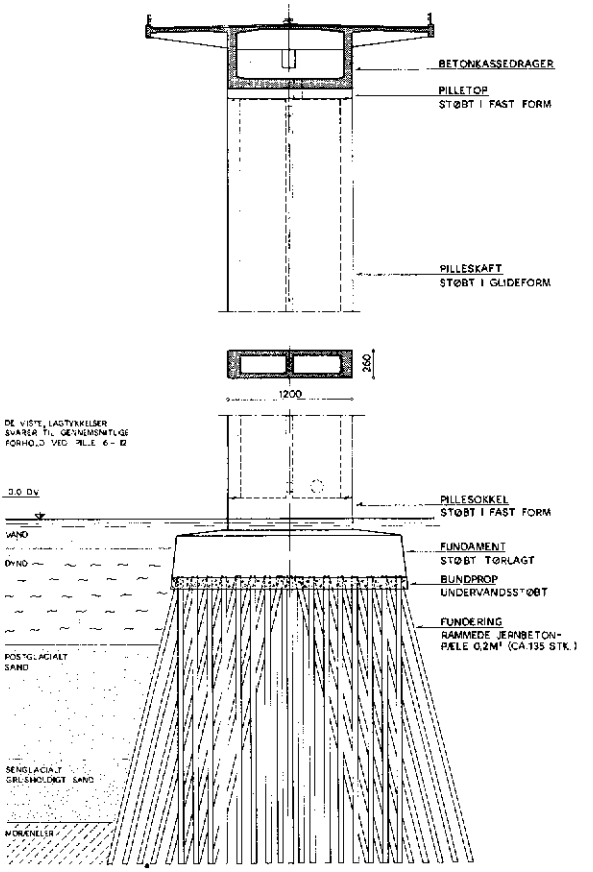


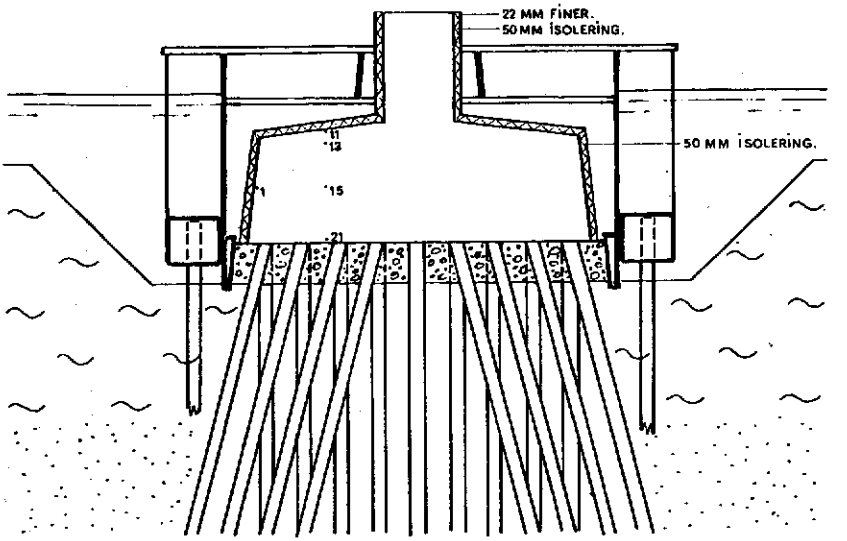
Fig. 1: Fjordpille funderet på rammede betonpæle

Udførelse (figur 2)

Efter afslutning af pælerammingen anbringes der en stålsænkekasse over fundamentsarealet. Sænkekassens underkant - skæret er i kote - 7.o m. Ved undervandsstøbning med rørmetoden udføres en 1.5 m tyk bundprop, hvorefter sænkekassen kan læns es, og fundament og pillesokkel kan udføres i tørlagt byggegrube.

De 114o m^3 i et fundament støbes i een kontinuerlig støbning, der strækker sig over ca. 3 døgn. Der støbes i o.3 m's lagtykkelse, og et omløb varer ca. 5 timer. Pillesoklen støbes en ugestid senere. Begge støbninger udføres med betonpumpe.

Efter afforskalling fyldes byggegruben med vand, sænkekassens ene gavl demonteres, og sænkekassen kan sejles hen til næste position.



Figur 2: Udførelse af fjordpillefundament

Betonsammensætning

Fundamentsbetonen skal være en klasse I, 25 MN/m^2 granitskærvebeton fremstillet med lavalkali sulfatbestandig cement.

Ved udarbejdelsen af beskrivelsen havde vi haft Dania-cementen i tankerne; men da den imidlertid ikke var disponibel, da fundamentsstøbningerne påbegyndtes, valgte vi i stedet den tyske Aquafirmcement, som vi havde haft gode erfaringer med ved udførelse af de borede pæle.

Betonsammensætningen er:

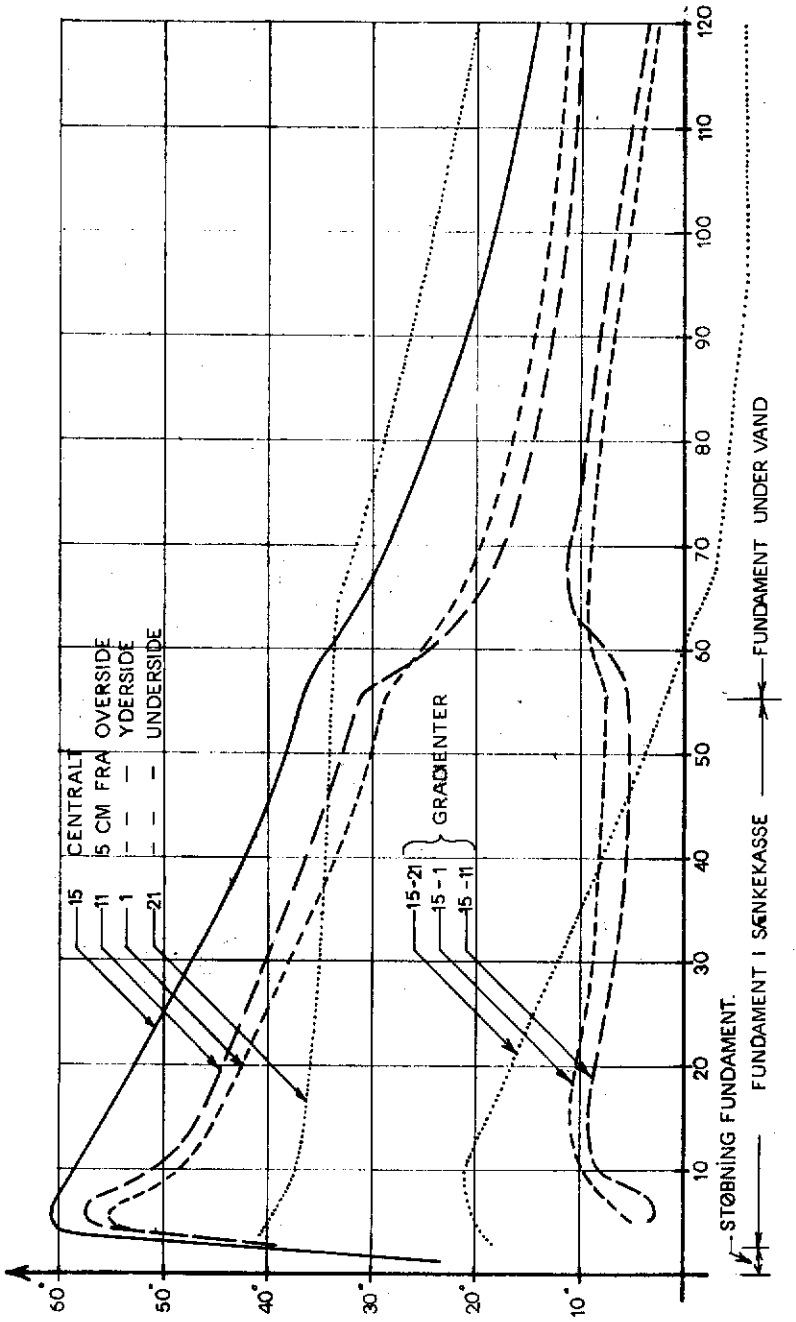
Cement	Aquafirm	290 kg/m^3
Bakkesand	Ørum	795 " "
Granitskærver	Rønne 5-18	650 " "
"	" 18-25	450 " "
Vand, effektivt		147 " "
Luftindblanding	MB-VR	150 cm^3/100 kg cement
Plastificering	LL748	300 " " " "
Retardering	Rheomac 716	1000 " " " "

Aquafirmcementen er en højovnscement fremstillet ved sammensætning af 30 o/o portlandklinke og 70 o/o højovnsslagge, der blandes inden formalingen.

		Standard Portland	Aquafirm
Varmeudvikling	cal/g	90	65
Blaine tal	cm^2/g	3200 - 4000	3800 - 4000
Afbinding start	hrs	2	3
slut	hrs	2 ½	4 ½
Styrker 7 dg	MN/m^2	35 - 40	30 - 33
28 dg	MN/m^2	47 - 52	45 - 50

Som det fremgår af skemaet, har Aquafirm sammenlignet med standard portland cement dels væsentlig mindre varmeudvikling dels langsommere afbinding. Begge egenskaber som i denne forbindelse er en fordel. Desuden er dens kemiske bestandighed god p.gr.a. det høje slaggeindhold.

For at sikre en god sammenvibrering af de enkelte lag er betonen kraftigt retarderet.



Figur 3. Temperaturudvikling i fjordpillefundamenter

Temperaturforskellen mellem det indre og fundamentets underside kommer op på ca. 2o°C. Her vil sammenvirkning med den underliggende undervandsbeton forhindre, at der optræder skadelige revnedannelser.

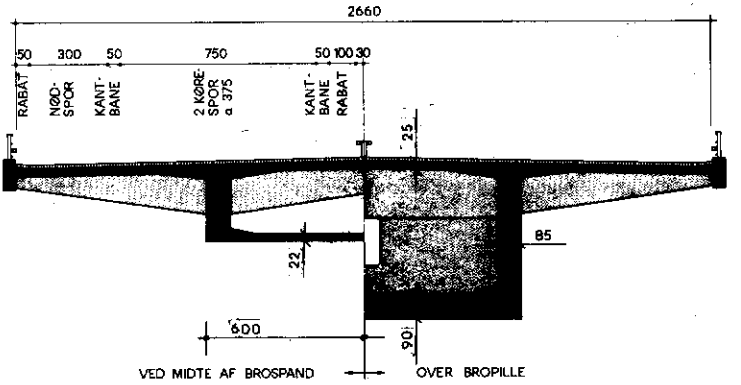
Overbygning

Konstruktiv udformning (figur 4)

Overbygningen er udformet som en forspændt betonkassedrager med en spændvidde på 11o m og en konstruktionshøjde varierende mellem 3 og 6 m.

Brodækkets samlede bredde er 26.6 m, og det er udkraget 7.3 m på hver side af den 12 m brede kassedrager. Det udkragede pladefelt understøttes af en tværdrager pr. 6.9 m.

Tværsnitsdimensionerne er 25 cm for brodækket, 85 cm for væggene og 22 - 9o cm for bundpladen.



Figur 4. Tværsnit i overbygningen

Udførelse

Overbygningen udføres ved fri frembygning med in-situ støbte sektioner med en længde på skiftevis 3.14 og 3.74 m. Hele tværsnittet udstøbes i een støbning.

Arbejdscyklus for den fri frembygning på en enkelt kragarm fremgår af figur 5

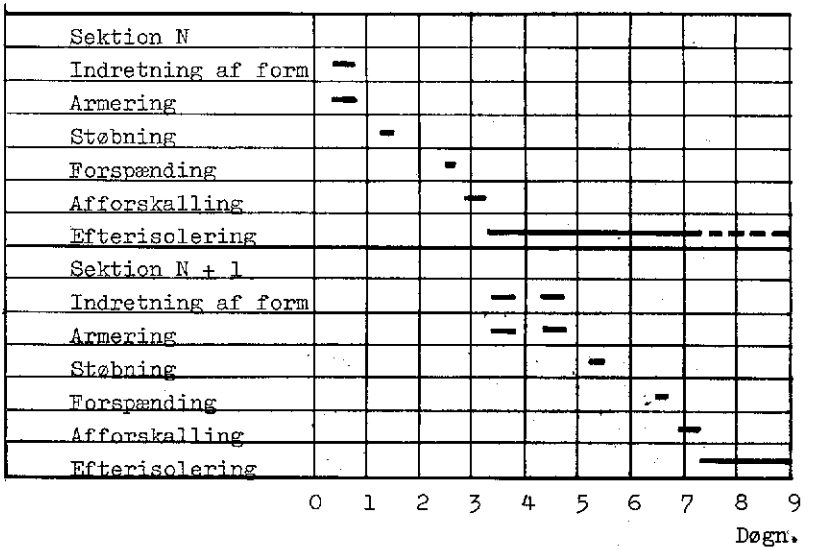


Fig. 5. Arbejdscyklus for fri frembygning.

Betonsammensætning

Betonen i overbygningen er en klasse I, 35 MN/m^2 granitskærvebeton. Betonsammensætningen er tildels bestemt af ønsket om en høj tidlig styrke a.h.t. opspændingen.

Cement	Standard portland	415 kg/m^3
Bakkesand	Ørum	635 " "
Granit skærver	Rønne 5/18 mm	660 " "
" "	" 18/25 "	440 " "
Effektiv vandindhold		170 " "
Luftindblanding	MB-VR	35 cm^3/100 kg cement
Plastificering	Pozzolith LL 748	175 cm^3/100 kg cement

Frisk betontemperaturen tilpasses årstid og tværsnitsdimensioner således, at styrkeudviklingen af de enkelte tværsnitselementer svarer til det i figur 5 viste arbejdsprogram.

Betonen har en middel 28 døgnsstyrke på ca. 5o MN/m^2, en spredning på 2 - 3 MN/m^2, hvilket giver en karakteristisk værdi på 45 MN/m^2.

Temperaturproblemet

Ved fri frembygning forøges de "normale" temperaturproblemer som følge af udførelsesmetoden og arbejdstakten.

Arbejdstakten forudsætter således, at betonen a.h.t. opspænding og afforskalling i løbet af 24 - 36 timer har opnået en styrke på ca. 3o MN/m^2. Dette krav kan kun imødekommes ved brug af tempereret beton i de udsatte områder. Ved tværdragernes forankringszoner er det ydermere påkrævet at tilføre varme ved hjælp af indstøbte varmekabler.

Vi har her tre typer temperatur problemer:

a. Lokale gradienter i massive elementer

b. Temperaturforskelle imellem de enkelte tværsnitselementer.

c. Temperaturforskelle over støbeskel mellem ny og gammel beton

ad a. Dette problem optræder i væggene og den tykke del af bundpladen. Problemet er særlig udtalt ved fri frembygning, idet vi dels af hensyn til styrkeudvikling anvender varm beton, dels fordi vi fjerner forskallingen netop på det tidspunkt, hvor betontemperaturen er højest. Gradienten kan komme op på 6o - 7o °C, hvilket medfører temperaturrevner i overfladen, revnerne lukkes ganske vist senere.

ad b. Dette problem optræder f.ex. ved de udkragede pladefelter, som køles hurtigt af i forhold til de massive vægge. Temperatur forskellen kan blive 4o °C. Disse termospændinger medfører f.ex. revner i brobanekanten vinkelret på denne.

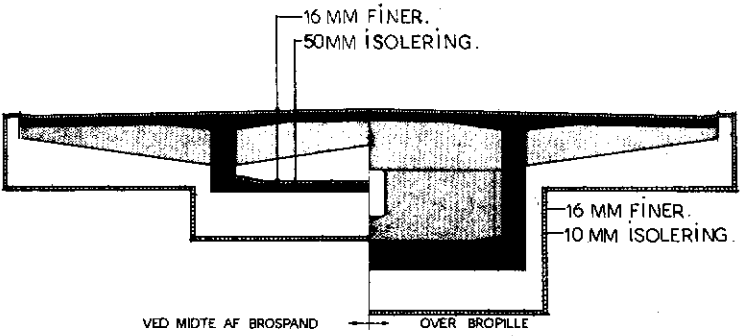
ad c. Dette problem bliver størst i de massive tværsnitselementer - vægge og tyk bundplade, hvor temperaturen under afbindingen bliver høj, men det eksisterer også i de tyndere dele som f.ex. brodækket.

Temperatur differencen kan blive ca. 6o ^{o} sv.t. en trækspænding på måske 6 MN/m^2.

Da der ikke er store muligheder for at forbedre disse forhold ved indgreb i arbejdsmetoden, har vi istedet måtte prøve at bøde på følgerne ved at efterisolere.

Vi kontaktede CBL - CTO for at få undersøgt værdien af en efterisolering. CBL - CTO gennemførte en række beregninger, hvor man dels varierede isoleringsgraden dels tidspunktet for isoleringens anbringelse.

På grundlag af disse beregninger har vi etableret en isolering, som dækker 1 ½ sektion bag formen, figur 6.



Figur 6. Efterisolering af overbygning

Under- og ydersider dækkes af en efterløber, nærmest udført som en kopi af forskallingsvognen. Efterløberen er koblet til vognen og følger med denne frem. Siderne består af 16 mm finer beklædt med 10 mm flamingo. Mellemrummet imellem isolering og betonoverfladen er 0,6 - 2.0 m. Da det er vanskeligt, at skabe 100 o/o tætning suppleres isoleringen ved indblæsning af varm luft i efterløberen. På oversiden af brodæk og bundplade isoleres med krydsfinerspaneler med 50 mm flamingo.

Ved brug af efterløberen er de lokale temperaturgradienter, som ellers ville optræde ved afforskalling af de massive tværsnitselementer, blevet reduceret væsentligt. Desuden medfører efterløberen en langsommere afkøling af den sidst udstøbte sektion, hvorved temperaturforskellen over støbeskellet mellem ny og gammel beton reduceres.

Temperaturmålinger er udført ved hjælp af indbyggede Nikkel-Chrom - Nikkel termoelementer.

På figur 6 er temperaturforholdene i væg, bundplade og brodæk optegnet.

I bundpladen, som i dette tilfælde er 35 cm tyk, er den lokale gradient maksimalt 5 °C. I væggen når gradienten op på 12°C.

Temperaturforskellene mellem de enkelte tværsnitselementer er maksimalt 10 - 15°C.

Temperaturforskellene imellem ny og gammel beton er reduceret til ca. 30°C.

DANSK BETONFORENING
Rådgivende ingeniører
LEMMING & ERIKSSON A/S, FRI
Lundtoftevej 1 F
2800 - Lyngby

SANDWICHELEMENTER OG BR 77.

af
Mogens Lund Anbro

August 1978.

Indhold

Side.

SANDWICHELEMENTER OG BR 77.

1. Indledning.

Når der i indlæggets titel er anført SANDWICHELEMENTER, er det en indlysende selvfølge - i denne forsamling - at der menes BETONSANDWICHELEMENTER, som ifølge snart gammel tradition består af en udvendig forplade af armeret beton, dernæst et isoleringslag og inderst af en bærende betonvæg af mere eller mindre armeret beton.

2. Ydeevnekrav i BR 77.

I "Byggelovens" § 1 er stillet det overordnede funktionskrav til bygninger, at de kort fortalt skal være sikre og formålstjenlige og ikke bruge unødigt meget energi.

Ved en hurtig gennemlæsning af "Byggeloven", som BR 77 er en del af, vil man lede forgæves efter ordet "sandwichfacade". Fornuftigvis er reglerne for udformning af ydervægge givet som nogle ret generelle krav til ydeevne med hensyn til de velkendte funktionskrav for en sådan konstruktion.

1. Vindtæthed.
2. Regntæthed.
3. Damptæthed.
4. Solbeskyttelse.
5. Lydisoleringsevne.
6. Brandsikkerhed.
7. Varmeisoleringsevne.
8. Styrke og holdbarhed.

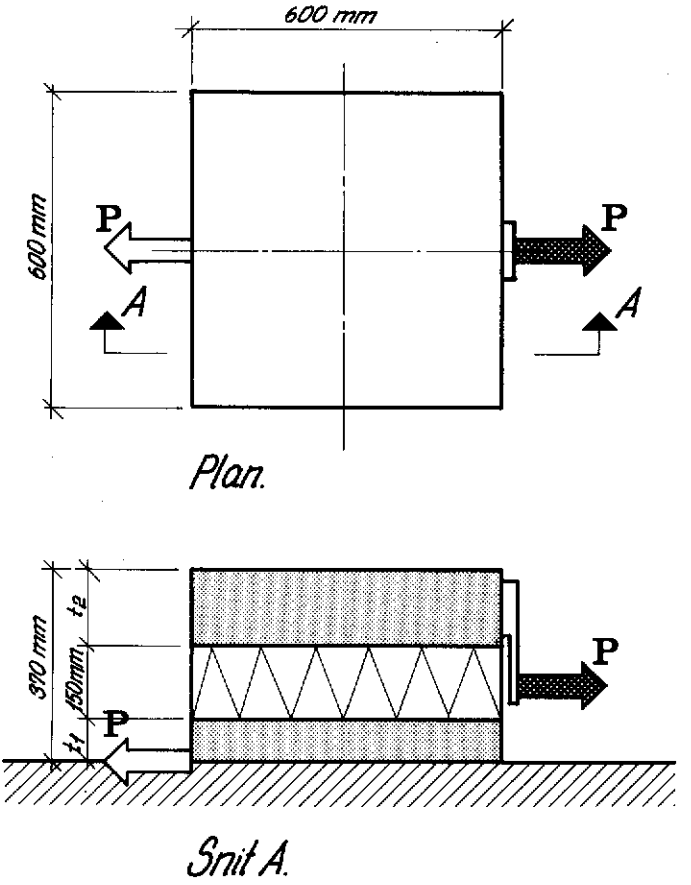


Fig. 1. Forskydningspåvirket forsøgsemne.

De 600x600 mm planudsnit var alle 370 mm høje og havde 150 mm isolering. Den forskydende kraft P påførtes således, at der tilstræbtes ren forskydning midt i isoleringen.

Førsøgsprogrammet fremgår af nedenstående tabel 2.

Forsøg nr.	Betonstøbninger		Isolering
	Nedre t_1 mm	Øvre t_2 mm	
11	70	150	2x75 mm Rockwool,batt nr. 1
12	70	150	150 mm Polystyren, 20 kg/m^3
21	150	70	2x75 mm Rockwool, batt nr. 1
22	150	70	150 mm Polystyren, 20 kg/m^3

Tabel 2, Forsøgsprogram.

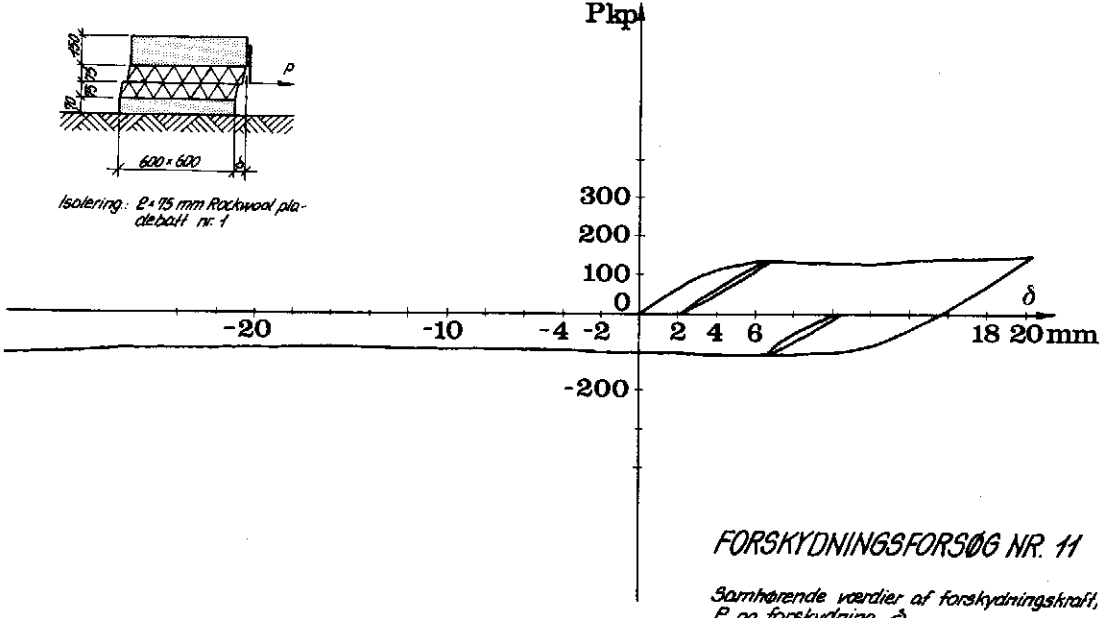
Fire forskydningsforsøg blev udført, to med mineraluldisolering og to med plastskumisolering. For hver isoleringstype var et forsøgsemne støbt med forpladen øverst og et med forpladen nederst for derved at variere isoleringsforspændingen. Mineraluldsisoleringen bestod af to lag 75 mm uden limning mellem lagene.

Ved forsøgene måltes samhørende værdier af forskydningskraften, P, og den indbyrdes vandrette forskydning, δ, mellem øvre og nedre betonplade.

De efterfølgende figurer 2, 3, 4 og 5 viser de fundne arbejdskurver. For begge isoleringstyper forløber arbejdslinierne tilnærmelsesvis retlinet fra begyndelsespunktet til en øvre brudværdi. For det mineraluldsisolerede emne holdt denne øvre brudværdi sig næsten konstant til forholdsvis store deformationer, idet der indtraf en glidning mellem de to lag mineraluld. For tilbagegående deformationer indtræffer glidningen for stadig lavere værdier.

FORSØG NR. 11

Isolering: 2 × 75 mm Rockwool pladebolt nr. 1



FORSKYDNINGSFORSØG NR. 11

Samhørende værdier af forskydningskraft, P og forskydning, δ

Fig. 2.

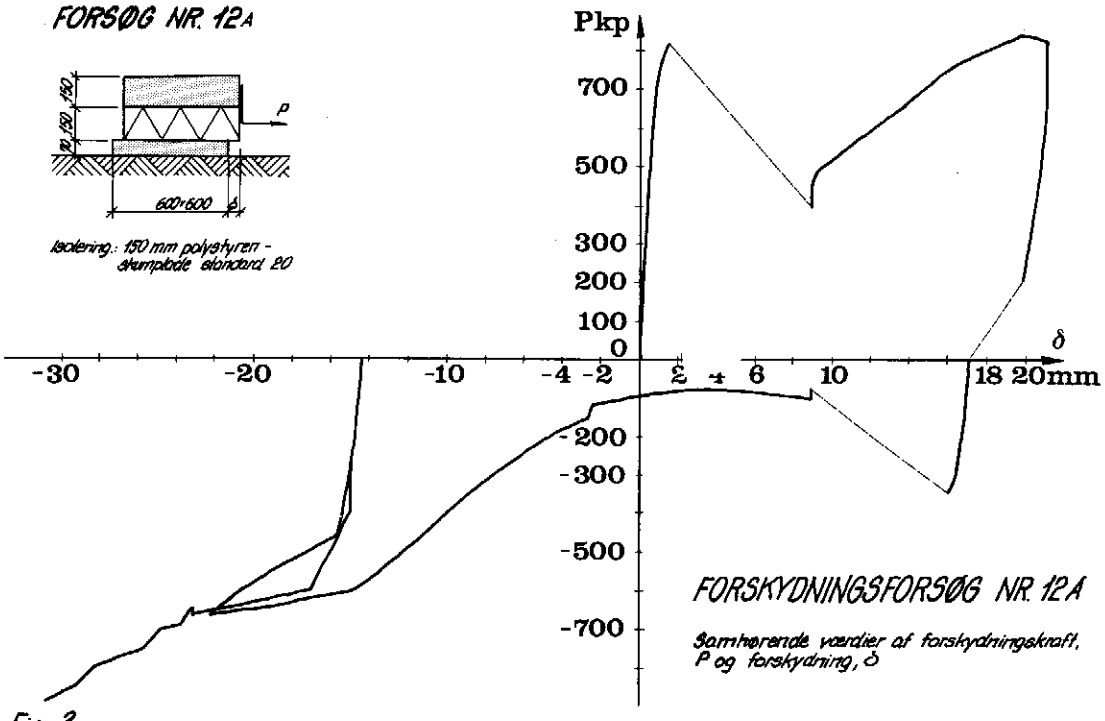
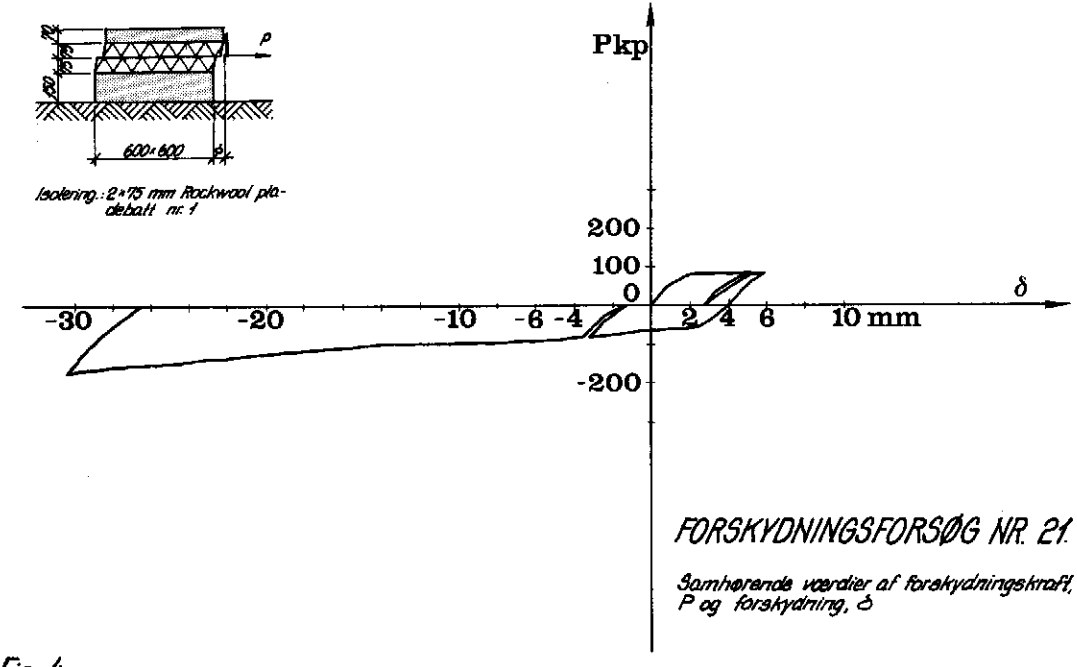

FORSØG NR. 12A
150
150
P
600×600
Isolering: 150 mm polystyren - skumplade elondard 20
Pkp
700
500
300
200
100
0
-200
-300
-500
-700
δ
-30
-20
-10
-4
-2
2
4
6
10
18
20mm
FORSKYDNINGSFORSØG NR. 12A
Samhørende værdier af forskydningskraft, P og forskydning, δ

Fig. 3.

FORSØG NR. 21

Isolering: 2×75 mm Rockwool plade batt nr: 1



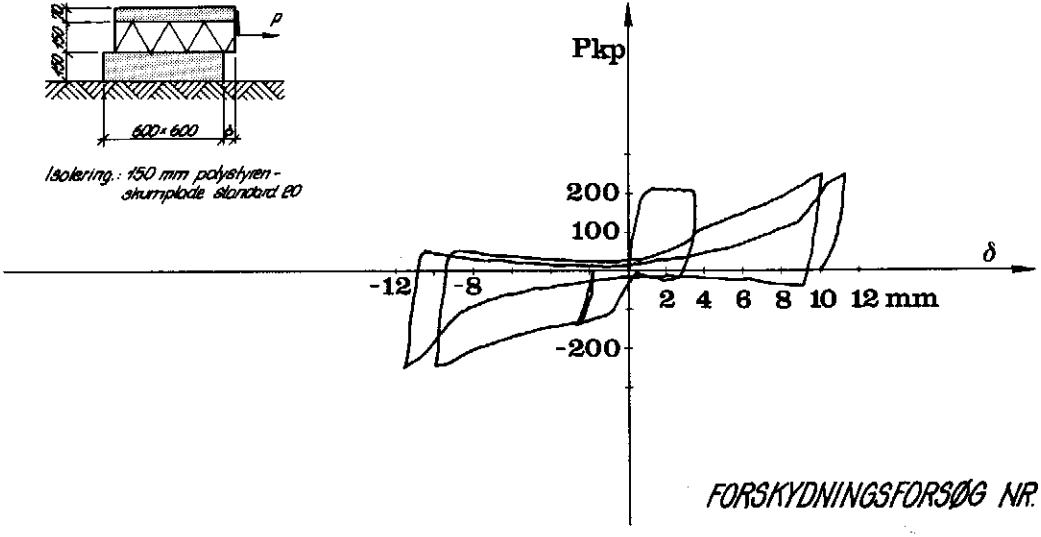
FORSKYDNINGSFORSØG NR. 21.

Samhørende værdier af forskydningskraft, P og forskydning, δ

Fig. 4.

FORSØG NR. 22

Isolering.: 150 mm polystyren-skumplade standard 20



FORSKYDNINGSFORSØG NR. 22.

Samhørende værdier af forskydningskraft, P og forskydning δ

Fig. 5.

Tabel 3.

Forsøg nr.	Isolering	Forbelastning på isolering		Brudbeliggenhed	Brudkraft		Brud-deformation	Forskydnings-modul for primær, af- og genbelastningsgrene	Friktionskoefficienter for gentagne glidninger i brudfladen			
		P_i kp	p_i kp/m^2		P_{br} kp	p_{br} kp/m^2	δ_{br} mm	G kp/cm^2	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
11	2x75 mm Rockwool-pladebatt nr. 1	129	358	isol./ isol.	130	361	5,7	1,2	1,0	0,8	-	-
12	150 mm Poly-styren	117	325	isol./ beton	820	2277	1,4	35	-	0,8	0,3	0,1
21	2x75 mm Rockwool-pladebatt nr. 1	60	167	isol./ isol.	85	236	4,7	1,7	1,3	1,0	-	-
22	150 mm Poly-styren	57	158	isol./ beton	210	583	1,1	17	0,4	0,4	0,3	0,3

De plastskumisolerede emners arbejdslinie adskiller sig fra de mineraluldsisoleredes derved, at der ved den øvre brudværdi indtræffer et deformationsspring samtidig med, at den forskydende kraft falder til et væsentligt lavere niveau. Springets størrelse er til dels betinget af den måde, hvorpå emnerne belastes, idet kraftpåføringen skete gennem et fjedermanometer, som målte kraftens størrelse. Men også for de plastskumisolerede emner indtraf tydelige glideniveauer for stadig lavere forskydningskraft ved gentagne belastningscykler.

I ovenstående tabel 3 er givet en oversigt over forsøgsresultaterne. For begge isoleringstyper vokser såvel brudkraft som bruddeformationen med voksende forbelastning af isoleringen. De observerede bruddeformationer ses at være af samme størrelsesorden som differensbevægelserne mellem for- og bagplade i et betonsandwichelement. Sættes disse bevægelser - afhængig af farven på den udvendige betonoverflade og dennes orientering - til 0,4 mm/m, fås de på tabel 4 anførte afstande, l_{br}, fra bevægelsesnulpunkt til punkter med forskydningsbrud.

Element HxB=7,2x2,4 m Type	l_{br} Afst. fra bevægelsesnulpunkt til forskydningsbrud i m.	Kraft i hængejern kp
11	14	1340
12	3,5	27180
21	12	1020
22	2,7	7540

Tabel 4.

Dernæst er beregnet den ekstrakraft, der introduceres i hængejernene for at overvinde den første øvre brudværdi i et 7,2 m højt og 2,4 m bredt betonsandwichelement, når hængejernene er placeret 1,0 m fra elementets top og under en vinkel på 30°

med lodret. Ekstrakræfterne er for de mineraluldsisolerede elementers vedkommende af en størrelse, som i bedste fald medfører en nedsat sikkerhed mod brud. I de plastskumisolerede elementer er ekstrakræfterne af en sådan størrelse, at de kan føre til gentagne flydninger og brud i hængejernene. Når dette så vidt vides endnu ikke er observeret, kan det skyldes flere forhold :

- at de indre forskydningskræfter i elementet ikke overføres gennem hængejernene, men udlignes gennem en krumning af elementet -

Sådanne krumninger er i flere tilfælde faktisk observeret.

- at forsøgsbetingelserne ikke er realistiske.

Yderst simple krybningsforsøg med isoleringsmaterialerne synes at vise, at forspændingen i isoleringsmaterialerne aftager meget hurtigt, når sammentrykningen fra vægten af øverste støbning holdes konstant. Dette kan betyde, at de indre kræfter er mindre end fundet ved disse få simple forsøg. Det menes dog med sikkerhed at kunne fastslås, at den hidtil gængse beregningsforudsætning om fri bevægelighed mellem for- og bagplade ikke er realistisk med mindre der sørges specielt herfor f. eks. ved indlæg af plastfolie mellem betonstøbning og isolering.

Endelig må anføres at den øgede isoleringstykkelse, som kræves i BR 77 i så godt som alle forhold stiller hængejern og bindere bedre end ved en mindre isoleringstykkelse. Denne giver mindre fri længde på de dele, der skal kunne følge med til differensbevægelserne mellem for- og bagplade. På et punkt skal man dog være opmærksom, nemlig ved en tidlig afformning af elementet. Den øgede isoleringstykkelse vil medføre øget fordeformation af isoleringen under støbning af øverste betonplade. Rejses elementet op for tidligt, vil det kunne føre til forankringssvigt i binderne. Forspændingskraften i binderne afhænger hovedsageligt af vægten af øverste støbning og må således antages at være så godt som uændret ved den øgede isoleringstykkelse. Men såfremt betonen er så frisk, at binderne ikke er tilstrækkeligt forankret for forspændingskraften, vil de med en øget isoleringstykkelse blive trukket tilsvarende længere ud af den friske beton med deraf følgende større sandsynlighed for total forankringssvigt.

DANSK BETONFORENING
AFDELINGEN FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER

EN NY BEREGNINGSMETODE FOR FORSKYDNINGS-ARMERING I JERNBETONBJÆLKER

Finn Bach M.W. Bræstrup M.P. Nielsen

AUGUST 1978

EN NY BEREGNINGSMETODE FOR FORSKYDNINGS-ARMERING I JERNBETONBJÆLKER

1. Indledning

Siden den udstrakte brug af beton som bygningsmateriale begyndte i forrige århundrede, er stort set alle problemer vedrørende bøjning af armerede betonbjælker blevet løst. I modsætning hertil hviler forskydningsberegningen på et utilfredsstillende teoretisk grundlag. Som følge heraf er de fleste normer meget konservative i deres krav til forskydningsarmering.

På Afdelingen for Bærende Konstruktioner er der i de senere år udviklet en rationel metode til dimensionering af forskydningsarmering i betonbjælker. I det følgende orienteres om metodens teoretiske baggrund, hvorefter der gives en procedure for dimensionering af forskydningsarmering efter denne metode.

En mere udførlig og præcis behandling af metoden og den teoretiske baggrund kan bl.a. findes i Nielsen et al [1], [2]. I [1] redegøres desuden for teoriens anvendelighed ved andre forskydningsproblemer (ikke forskydningsarmerede bjælker, fuger og støbeskel, gennemlokning af plader).

2. Statisk virkemåde

En bjælkes funktion er at føre en belastning fra dennes angrebspunkt til en understøtning. Denne overførelse forårsager diagonale trækrevner i betonen, og medmindre belastningen er tæt ved understøtningen, betyder dette, at længdearmeringen kommer til at bære lasten. Hvis ingen forholdsregler tages, rives armeringsjernene ud af betonen, hvilket medfører en

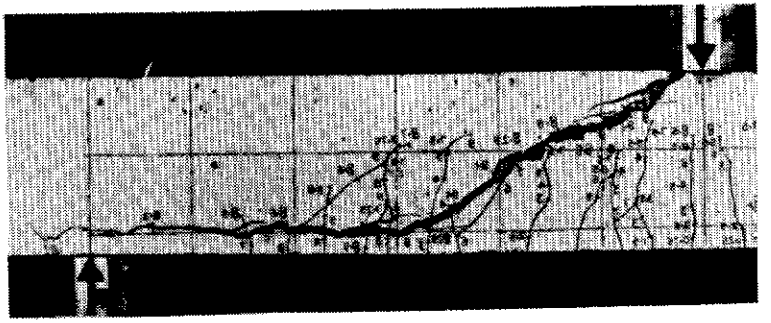


Fig. 1. Forskydningstrækbrud i jernbetonbjælke uden bøjlearmering

brudtype som vist på fig. 1. Denne brudtype benævnes almindeligvis som forskydningstrækbrud.

Det er nødvendigt at undgå forskydningstrækbrud af mindst to grunde. For det første kan det forekomme ved en belastning, som er betydelig mindre end bjælkens bøjningsstyrke. For det andet er bruddet helt uvarslet, hvilket kan medføre katastrofale sammenstyrtninger. For at forebygge dette brud tilføres derfor en forskydningsarmering, oftest udført som lodrette bøjler, hvori hovedarmeringen ophænges (se fig. 2). Bøjlerne forankres i bjælkens overside og forhindrer, at hovedarmeringen trykkes ud.

Virkemåden af en jernbetonbjælke med lodret bøjlearmering er illustreret i fig. 2. I kroppen optræder et diagonalt betontryk under vinklen θ med bjælkeaksen. Den vandrette komposant overføres ved forskydning til træk i hovedarmeringen, og den lodrette komposant bæres ved træk i bøjlerne. Bjælkens forskydningsbæreevne V er givet ved ligningen

$$V = s\,b\,h \cot\theta \qquad (1)$$

3. Forsøgsresultater

Sammenhængen mellem forskydningsstyrke og bøjlearmering kan illustreres i et koordinatsystem som vist på fig. 3. Som abscisse er benyttet forskydningsarmeringsgraden $\psi = s_y/f_c$, hvor f_c er betonens cylinderstyrke. Som ordinat er afsat τ/f_c, hvor $\tau = V/bh$ er den nominelle forskydningsspænding, og h i overensstemmelse med DS 411 er sat lig med den indre momentarm z.

På fig. 3 er afsat resultaterne af 198 bjælkeforsøg, hvor de 72 er udført på Afdelingen for Bærende Konstruktioner, mens resten er fra forskellige danske og udenlandske laboratorier. Til sammenligning er indtegnet bæreevnen beregnet efter DS 411. Den beskrives ved to rette linier med ligningerne

$$\tau/f_c = \psi + \tau_o/f_c \qquad (2a)$$

og

$$\tau/f_o = 0.25 \qquad (2b)$$

Ligning (2a) fremkommer af (1) med $\theta = 45^o$ og ved tilføjelse af et bidrag τ_o. Størrelsen τ_o, hvis beregning der er givet særlige regler for, er et udtryk for bæreevnen af en bjælke uden forskydningsarmering (jf. fig. 1). Når ligningen også benyttes for forskydningsarmerede bjælker, hvis statiske virkemåde er helt anderledes, er det en ren formalisme, som benævnes additionsprincippet. Ligning (2b) er en formel øvre grænse for den tilladelige forskydningsspænding, som tager højde for den begrænsede styrke af betonen i bjælkekroppen.

Ved afbildningen på fig. 3 er der ikke indført sikkerhedskoefficienter, og som materialekonstanter er benyttet middelstyrker og ikke karakteristiske styrker. Alligevel ses normudtrykket at være meget på den sikre side, op til 50% under de ved forsøg konstaterede bæreevner.

4. Trykbrudskriteriet

Hovedårsagen til, at normudtrykket er så meget på den sikre side, er, at betontrykket ikke nødvendigvis lægger sig under den forudsatte vinkel på 45°. Det er et alment princip inden

for mekanikken, at når en betonkonstruktion udsættes for en voksende belastning, så vil de indre kræfter indrette sig således, at den størst mulige belastning kan optages. I plasticitetsteorien er dette princip formaliseret som nedreværdisætningen. Det betyder, at som belastningen vokser, bliver betontrykhældningen mindre og mindre, i overensstemmelse med, hvad man konstaterer ved forsøg. Det er imidlertid begrænset, hvor fladt betontrykket kan blive, idet dets lodrette komposant stadig skal holde ligevægt med trækket i bøjlerne, samtidig med at størrelsen ikke overskrider betonstyrken. Denne kan sættes til $f_c^* = \nu f_c$, hvor ν er en effektivitetsfaktor, som udtrykker, at bjælkekroppen ikke er så velegnet til at modstå det skrå betontryk som de prøvecylindre, der benyttes til bestemmelse af f_c (se afsnit 7). Størrelsen af ν må fastlægges ud fra bjælkeforsøg.

Indsættes disse begrænsninger i ligning (1), fås et udtryk for den maksimale forskydningsbæreevne:

$$\tau/f_c = \sqrt{\psi(\nu-\psi)} \qquad \text{for} \quad \psi \leq \nu/2 \qquad (3a)$$

$$\tau/f_c = \nu/2 \qquad \text{for} \quad \psi \geq \nu/2 \qquad (3c)$$

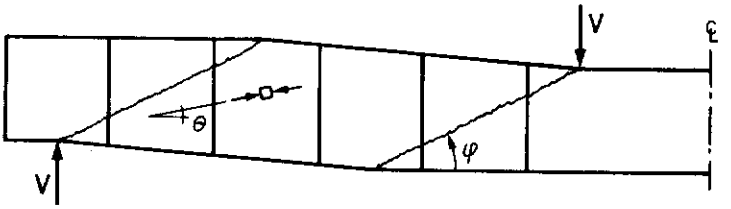
Den tilsvarende optimale trykhældning bliver

$$\cot\theta = \sqrt{\nu/\psi-1} \qquad \text{for} \quad \psi \leq \nu/2 \qquad (4a)$$

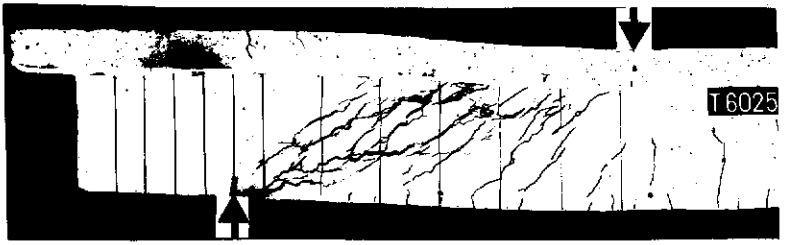
$$\cot\theta = 1 \qquad \text{for} \quad \psi \geq \nu/2 \qquad (4b)$$

Ligningerne (3) fremstiller en kvartcirkel og dennes vandrette tangent. På fig. 3 er disse indtegnet svarende til en effektivitetskoefficient $\nu = 0.74$. Som det ses, passerer kurven pænt igennem punkterne svarende til forsøgsresultaterne.

Formel (3) benævnes trykbrudskriteriet, idet den udtrykker, at bjælkens forskydningsbæreevne er udtømt, når - og først når - det skrå betontryk bliver så stort, at det overstiger bjælkekroppens styrke. Bemærk at ved tilstrækkelig kraftig bøjlearmering ($\psi > \nu/2$) er bjælken overarmeret, dvs. der kommer brud i betonen, før bøjlernes styrke er fuldt udnyttet.



a)



b)

Fig. 4. Forskydningsbrud i bøjlearmeret jernbetonbjælke
a) Idealiseret brudmekanisme
b) Fotografi af prøvebjælke efter brud

5. Brudmekanisme

Ovenfor er trykbrudskriteriet udledt ved nedreværdibetragtninger. Man kan også benytte et andet princip, som siger, at en konstruktions bæreevne er den mindste belastning som ville kunne fremkalde brud. I plasticitetsteorien er dette princip kendt som øvreværdisætningen, og under forudsætning af visse idealiserede materialeegenskaber, herunder bl.a. at betonen kan betragtes som et stift, idealplastisk materiale, kan man vise, at den mindste øvreværdi er lig med den største nedreværdi og følgelig en entydig løsning for konstruktionens bæreevne.

En øvreværdi findes ved at antage en brudmekanisme og sætte det arbejde, der udføres af de ydre kræfter, lig det indre arbejde i konstruktionen. En mulig brudmekanisme for en bjælke er vist på fig. 4a. Deformationerne udgøres af ren forskydning i en zone begrænset af de skrå linier under vinklen φ. Til sammenligning er på fig. 4b vist et fotografi af en prøvebjælke efter brud; det ses, at mekanismen er en rimelig idealisering af virkeligheden. Den mekanisme, der giver den mindste belastning, er karakteriseret ved vinklen $\varphi = 2\theta$, hvor θ er bestemt af ligningerne (4). Den tilsvarende mindste øvreværdi bliver netop udtrykt ved trykbrudskriteriet, formel (3).

6. Mindste trykhældning

Den forøgelse af forskydningsbæreevnen, som beskrives ved trykbrudkriteriet, kommer imidlertid ikke ganske gratis. Det fladere betontryk betyder, at en større vandret komposant skal optages ved træk i hovedarmeringen. Denne skal kunne optage en trækkraft

$$T = \frac{M}{h} + \frac{1}{2} V \cot \theta \qquad (5)$$

hvor M er bøjningsmomentet. Ved simpel understøtning betyder dette, at trækarmeringen skal forankres for en trækkraft

$$T_o = \frac{1}{2} R \cot \theta \qquad (6)$$

hvor R er reaktionen. Forankringskraften stiger altså for aftagende θ.

For svag forskydningsarmering er trykhældningen θ_F, bestemt ved trykbrudskriteriet, meget lille. Det er derfor uhensigtsmæssigt på grund af forøgelsen i trækstringerkraften af vælge $\theta = \theta_F$. Desuden vil spændingsfordelingen ved brud være meget forskellig fra spændingsfordelingen ved brugslasten, hvilket stiller urealistiske krav til betonens flydeevne. Af disse grunde er det tilrådeligt at foreskrive en mindste trykhældning θ_{min}. Det ses af fig. 3, at en rimelig nedre grænse kunne svare til $\cot \theta_{min} = 2.5$.

Forskydningsstyrken bestemmes da ved (1) med $\theta = \theta_{min}$ indtil forskydningsarmeringen er tilstrækkelig stærk til, at θ_F bestemt ved (4a) er større end θ_{min}. Trykbrudskriteriet, udtrykt ved (3a), bestemmer så forskydningsstyrken indtil grænsen bestemt ved (3b) nås. Fra det punkt kan forskydningsstyrken ikke forøges ved at forøge bøjlearmeringen.

7. Effektiv trykstyrke

Som allerede omtalt i afsnit 3 opnås en rimelig overensstemmelse mellem trykbrudskriteriet (3) og forsøgsresultater kun ved introduktion af en effektiv betontrykstyrke $f_c^* = \nu f_c$.

Der er to hovedårsager til, at ν må være mindre end 1. For det første kan man på grund af betonens begrænsede flydeevne og betonbruddets instabile natur ikke forvente en betonspænding lig maximumtrykstyrken på alle punkter af flydelinierne ved brud. For det andet er spændingstilstanden i kroppen ikke plan som forudsat. Bøjlekræfterne overføres til kroppens beton gennem længdearmeringsstængerne. Denne koncentration af lasten fører til brud, før gennemsnitsspændingen i kroppen når betonens enaksede trykstyrke.

For forsøgene plottet i fig. 3, hvor den bedste overensstemmelse med trykbrudskriteriet opnås med $\nu = 0.74$, er variationskoefficienten kun ca. 3%. Dette indikerer, at ν er ret konstant, når det, som ved disse forsøg, drejer sig om bjælker med et rimeligt armeringsarrangement. Der er imidlertid en tendens til, at ν falder med voksende betonstyrke. Af-

bildes de enkelte forsøgsseriers gennemsnitlige ν-værdier som en funktion af seriernes gennemsnitlige betonstyrke (se [1]) findes, at et rimeligt sikkert udtryk for denne afhængighed er

$$\nu = 0.7 - \frac{\sigma_c}{200} \qquad (\sigma_c \text{ i MPa}) \tag{7}$$

I praksis indsættes i denne formel karakteristiske værdier for betonstyrken.

Da ν som nævnt afhænger af betonens flydeevne, og da denne aftager med voksende betonstyrke, er den ovenfor påpegede afhængighed af betonstyrke ikke overraskende.

8. Generel dimensioneringsprocedure

Proceduren skitseret i afsnit 6 er gyldig for områder med konstant forskydningskraft. Hvis bjælken udsættes for en ensformig fordelt last med intensiteten p (pr. arealenhed af et vandret snit i kroppen), kan det vises (se [1]), at forskydningsarmeringen $\varphi_b f_y$ kan reduceres med størrelsen p, eller hvad der er ækvivalent hermed, at bøjlerne dimensioneres for en forskydningskraft $V' = V - b\,p\,h \cot\theta$. Dette resultat fører frem til en generel dimensioneringsprocedure for bjælker med vilkårlig last:

(1) Start ved understøtningen.

(2) Vælg en trykhældning og beregn forskydningskraften V' som

$$V' = V - b\,p\,h \cot\theta \tag{8}$$

i afstanden $\Delta x = h \cot\theta$.

(3) Bestem forskydningsarmeringen $\varphi_b f_y$ i intervallet Δx af formlen (jf. (1))

$$\varphi_b f_y = \frac{\tau'}{\cot\theta} \tag{9}$$

hvor $\tau' = \frac{V'}{bh}$.

(4) Verificer at den antagede trykhældning er større end minimumshældningen θ_F (givet ved (4a) ved indsættelse af $\varphi_b f_y + p$ i stedet for $\varphi_b f_y$):

$$\theta_F = \sqrt{\frac{\nu f_c - \varphi_b f_y - p}{\varphi_b f_y + p}} \qquad (10)$$

ν bestemmes af (7) og for p indsættes den gennemsnitlige last i intervallet.

(5) Proceduren gentages fra (2) indtil forskydningskraften skifter fortegn.

På denne måde bestemmes en konstant forskydningsarmering i intervaller af længden $h \cot \theta$. Hvis der er koncentrerede laster vælges trykhældningen, som ikke behøver at være konstant langs bjælken, på en sådan måde, at punktlaster er påført i et intervalpunkt.

Formlerne (9) og (10) gælder kun for lodrette bøjler. Med skrå bøjler anvendes i stedet for (9) den tilsvarende formel:

$$\varphi_b f_y = \frac{\tau'}{\sin^2\alpha(\cot\theta + \sin\alpha)} \qquad (11)$$

hvor α er bøjlehældning. Formel (10) kan på den sikre side også anvendes for skrå bøjler, idet den minimale trykhældning er mindre for skrå bøjler end for lodrette.

Trækstringerkraften er givet ved (5) for lodrette bøjler. Det tilsvarende udtryk for skrå bøjler er

$$T = \frac{M}{h} + \frac{1}{2} V (\cot\theta - \cot\alpha) \qquad (12)$$

Hovedarmeringen bestemmes således svarende til en momentkurve, som er forskudt afstanden $\frac{1}{2} h (\cot\theta - \cot\alpha)$ i retning af aftagende moment. Stringerkraften T_o

$$T_o = \frac{1}{2} V (\cot\theta - \cot\alpha) \qquad (13)$$

må forankres ved understøtningen.

9. CEB's normforslag

I de senere år er man i stigende grad blevet opmærksom på det uhensigtsmæssige i at regne med en fast trykhældning på 45° og benytte additionsprincippet. Det nyeste normforslag fra CEB (Comité Européen du Béton), som netop er udsendt,

tillader frit valg af trykhældning i intervallet $3/5 \leq \cot\theta \leq 5/3$ (det for forskydningsarmeringen meget uøkonomiske valg $\cot\theta = 3/5$ kan være begrundet i hensynet til andre påvirkninger, f.eks. vridning). Til gengæld tillades kun additionsbidrag ved meget små forskydningsarmeringsgrader.

10. Litteratur

[1] Nielsen, M.P., Bræstrup, M.W., Jensen, B.C. og Bach,F.: Concrete plasticity. Beam shear - Punching - Shear in joints.
Dansk Bygningsstatisk Selskab. Speciel publikation, under forberedelse. Foreløbigt manuskript, dec. 1976.

[2] Nielsen, M.P., Bræstrup, M.W. og Bach. F.: Rational analysis of shear in reinforced concrete. International Association for Bridge and Structural Engineering. Periodica No. 2, May 1978, pp. 18.

VIPRES A/S
Datavej 46
DK 3460 Birkerød

NYUDVIKLET PROCES TIL FREMSTILLING AF BETONELEMENTER

af

Civilingeniør O.V. Halken

AUGUST 1978

INDHOLD Side

NYUDVIKLET PROCES TIL FREMSTILLING AF BETONELEMENTER

Baggrund

Det nydannede firma VIPRES A/S er et datterselskab af Larsen og Nielsen og Pedershaab Maskinfabrik, med det primære formål at markedsføre komplette betonelementproceslinier, som bygger på den gennem de sidste 5 år udviklede komprimeringsteknik, vibrapresning.

Vibrapresning er en kraftig dobbeltsidig synkron vibration med samtidig styring af det statiske tryk, hvorved der opnås en tæt og homogen pakning af betonen. På skitsen fig. 1 ses fyldestationen - som kan bevæges op og ned hvorved tykkelsen af den udlagte beton og dermed elementtykkelsen kan bestemmes - og selve vibrapressen.

Udviklingsarbejdet er sket i det såkaldte BOP-projekt (Betonteknologi og Procesteknik). Den organisatoriske opbygning af projektet ses på fig. 2. For at minimere risikoen i udviklingsarbejdet er opbygningen af maskiner sket trinvis som vist på fig. 3. Udviklingsomkostningerne - godt 20 mill. kr. - er anvendt inden for aktivitetsområderne vist på fig. 4.

Procesudvikling

I dette foredrag skal redegøres for betonteknologiske undersøgelser inden for området procesudvikling omfattende:

1. Vibreringspåvirkning. Undersøgelse af forskellige påvirkningsformer under vibreringsprocessen.

2. Betonens komprimering, som funktion af tiden, hvilket bl.a. anvendes til styring af elementets tykkelse.

3. Frisk betonstabilitet, som anvendes ved direkte afformning af sidebegrænsningerne efter vibrapresningen.

4. Hærdeundersøgelser, specielt styrkeudvikling.

5. Råmaterialeundersøgelser og

6. Betonkvalitet, specielt styrkemålinger.

Hovedideen i processen bygger på de forhold, der kendes ved komprimering af bl.a. fliser og rør, hvor der ved komprimering opnås en stabilitet af det støbte element, således at det kan afformes direkte. Ligeledes er det kendt, at jo tættere et materiale pakkes, jo højere styrke kan der opnås (fig. 5).

Påvirkningsniveau

I projektets første år udførte vi nogle intensive undersøgelser vedr. styringen af svingningsbilledet under komprimeringsprocessen. Forsøgene blev udført på en forsøgsmaskine, som skitseret på fig 6, hvor det var muligt at styre formbordets svingning og modtrykket på overparten. Gennem udstøbning af ca. 300 emner fandt vi frem til at svingningsbilledet vist på fig. 7 gav den bedste komprimering d.v.s. den højeste rumvægt på den korteste tid.

Styring af elementtykkelse

Med de krav, der stilles til tykkelsesvariation hos betonelementer er det nødvendigt med en nøjagtig styring af elementets tykkelse. Som nævnt i indledningen styres elementtykkelsen af fyldestationen, idet denne kan bevæges op og ned, hvorved der udlægges beton i forskellige tykkelser. Under komprimeringen i VP-maskinen sammentrykkes betonen med et tidsforløb - en sætningskurve - vist på fig. 8.

Under de indledende komprimeringsundersøgelser undersøgtes sammenhængen mellem de forskellige betontyper, vandindhold, komprimeringspåvirkninger og sætningskurvens forløb. For én betontype og samme komprimeringspåvirkninger er det principielle forløb vist på fig. 8, hvor en tør beton har et langsomt sætningsforløb og en våd beton et hurtigt sætningsforløb.

Det ses af kurven med korrekt vandindhold at den største sætning forekommer inden for de første 30 sekunder svarende til 1.500 påvirkninger ved 50 Hz. Derefter foregår komprimeringen langsommere, asymptotisk mod en teoretisk slutværdi.

Med en styring af vandindholdet på mindre end ± 3 % kan betonen udstøbes og komprimeres, således at sætningsforløbet ligger inden for det skraverede område vist på fig. 9 d.v.s. at ved et 15 cm tykt element kan tykkelsen styres med en tolerance på ± 2 mm, med en vibreringstid på 90 sekunder.

Friskbetonstabilitet

Komprimeringsprocessen bevirker, at elementet får tilstrækkelig stabilitet til at formsiderne kan fjernes umiddelbart efter komprimeringen. I forundersøgelserne til udviklingsprojektet målte vi trykstyrken på nogle hårdt komprimerede små betonemner (ø 10 x 7 cm). Eksempelvis måltes trykstyrken fra 5 - 20 MN/m^2 og elasticitetsmoduler på 5 - 20 MN/m^2 ved

et dynamisk tryk på 1 - 3,5 MN/m^2, umiddelbart efter at prøverne var fremstillet.

Hærdningsundersøgelser

Et andet forhold, der skulle afklares under udviklingsprojektet var forholdene omkring hærdningen af denne hårdt komprimerede beton.

Pilot forsøg med små vibrapressede betonelementer med 200 kg RC/m^3 viste, at styrkeudviklingen var ca. dobbelt så hurtig som ved traditionelle blødstøbte elementer med 300 kg RC/m^3.

Tilsvarende forhold er fundet ved opscalering til de større forsøgsmaskiner, sidst ved modelmaskinen, hvorpå der kan fremstilles elementer på 260 x 360 cm.

Den teknik vi har anvendt ved måling af styrkeudviklingen, bygger på lok-styrken (1) og maturitycomputeren (2). Udtrækning af 20-30 stk. indstøbte lok-brikker starter efter 2-3 M_{20} timer - hvor M_{20} timer svarer til den alder betonen har ved hærdning ved 20^oC. - og fortsættes fordelt over det første døgn.

På fig. 10 er lok-styrken afbildet som funktion af betonens alder ved 20^0C for såvel VP-beton som en blødstøbt reference beton. Det ses at styrkeudviklingen for VP-beton er ca. dobbelt så hurtig som for blødstøbt beton. Eksempelvis nås styrkeværdien 10 kN efter ca. 10 M_{20} timer for VP-beton og ca. 20 M_{20} timer for blødstøbt beton.

Dette forhold medfører, at VP elementer kan afformes dobbelt så hurtigt som blødstøbte elementer, hvorved der kan spares et betragteligt antal forme i VP-processen.

Tilslag

I projektforløbet er tilslaget ændret inden for vide grænser

og det har vist sig, at der ikke stilles særlige krav til tilslaget, som kan være såvel naturligt forekommende som knust materiale.

Betonkvalitet

I BOP-projektets første år sigtede vi mod to mål:

1. Beton med høj trykstyrke med cementindhold på 300 kg RC/m^3.
2. Dagens styrkeniveau med lavt cementindhold på 150-200 kg RC/m^3.

Med de meget tørre betoner, der anvendes i processen er det ikke muligt på traditionel vis at fremstille ø 15 x 30 cm prøvecylindre. Vi måler derfor styrken enten direkte på de små prøveemner eller ved udboring af cylindre.

Da målsætningen indeholder en reference til styrke af traditionelt fremstillede betonelementer, var det nødvendigt at afklare: hvad forstås ved betonens styrke. Som bekendt måles der ikke den samme trykstyrke på en ø 15 x 30 cm cylinder og en udboret cylinder,selv om de to emner er ens komprimeret. Og bedre bliver det ikke når ø 15 x 30 cm cylinderen og den udborede cylinder er fremstillet efter to forskellige komprimeringsmetoder. På denne baggrund har vi udført referencestyrkemålinger mellem VP-beton og blødstøbt beton med 10 forkellige emnegeometrier og med forskelligt cementindhold.

I projektperioden er der udboret ca. 3.000 stk. cylindre til rumvægtsbestemmelse, styrkeprøvning og måling af elasticitetsmodul.

Ved betoner med 300 kg RC/m^3er der realiseret et styrkeniveau omregnet til ø 15 x 30 cm cylindre på 65 MN/m^2 og med 200 kg RC/m^3 opnås et styrkeniveau på 30 - 35 MN/m^2. I forbindelse med boligbyggeri har den sidste mulighed vist sig at være mest interessant hvorfor forsøgsarbejdet i de sidste

par år har været koncentreret omkring betontyper med 200 kg cement/m^3.

På fig. 11 ses en kvalitetssammenligning mellem en VP-beton og en blødstøbt referencebeton.

På grund af den kraftige komprimering findes en reduktion i slutsvindet, som er op til 50% af slutsvindet for blødstøbte referencebetoner.

Litteraturhenvisning:

1. Peter Kirkegaard-Hansen: Lok-strength, Nordisk Beton 3:1975.

2. P. Freisleben Hansen, Erik J. Pedersen: Måleinstrument til kontrol af betonhærdning. Nordisk Beton 1:1977.

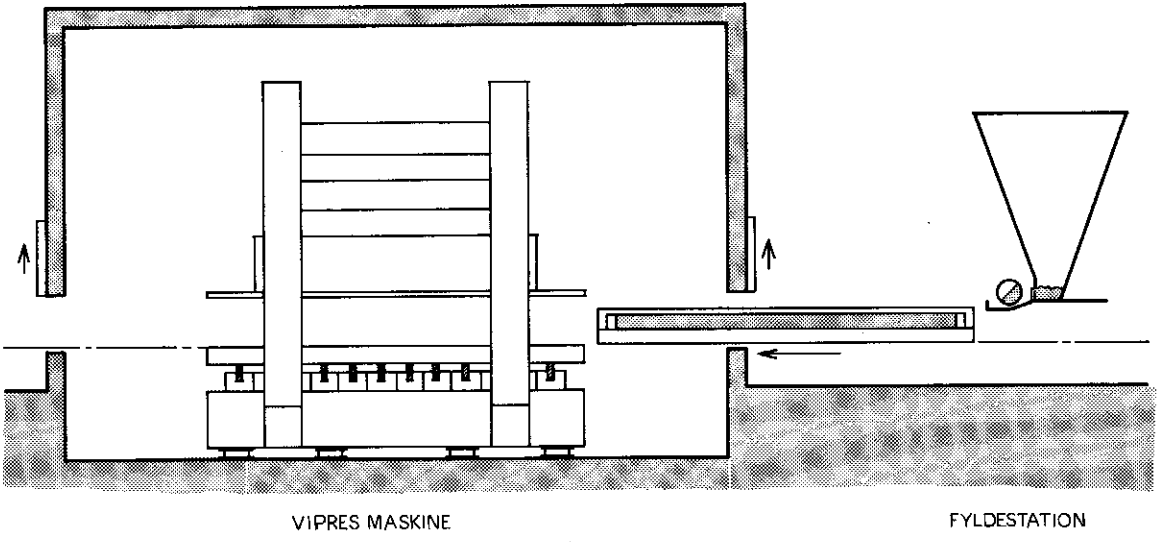
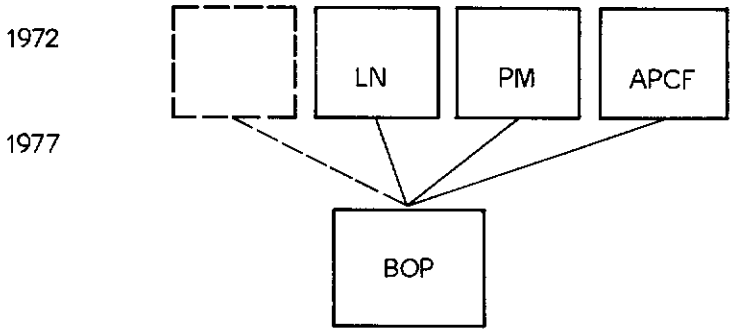


Fig. 1: Skitse af Vipresmaskine med støjskærm og fyldestation.

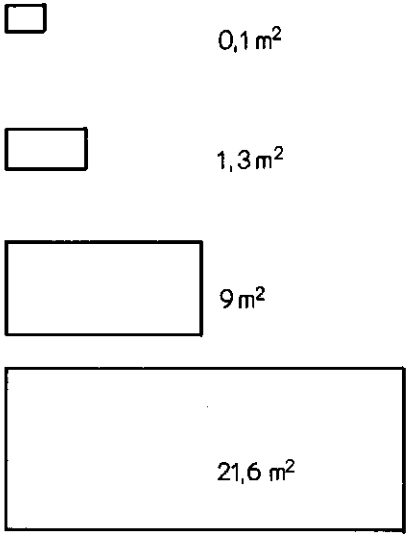
BOP : BETONTEKNOLOGI OG PROCESTEKNIK



MÅLSÆTNING:

UDNYTTELSE AF BETONTEKNOLOGISK OG PROCES-TEKNOLOGISK VIDEN MED HENBLIK PÅ ANVENDELSE I NYKONSTRUERET ANLÆG.

Fig. 2: Opbygning af BOP-projektet



0,1 m²	30 × 30 cm	FORSØGSMASKINE I
1,3 m²	80 × 160 cm	FORSØGSMASKINE II
9 m²	260 × 360 cm	MODELMASKINE
21,6 m²	300 × 720 cm	PROTOTYPE

Fig. 3: Opbygning af Vipres maskiner. Forsøgsmaskine I er fremstillet i 1973 og prototype i 1978.

ARBEJDS-OMRÅDE	DISCIPLINER OG ARBEJDSOPGAVER
PROCESUDVIKLING	BETONTEKNOLOGI HÆRDNING EFTERHÆRDNING
ANLÆGSUDVIKLING	HÅNDTERING TRANSPORT LAY-OUT HÆRDEKAMMER
MASKINUDVIKLING	STATIK HYDRAULIK DYNAMIK ELEKTRONIK MASKINKONSTRUKTION
RENTABILITET	BEDRIFTSØKONOMI
AFSÆTNING	MARKEDSFØRING

Fig. 4. Aktivitetsoversigt i BOP-projektet.

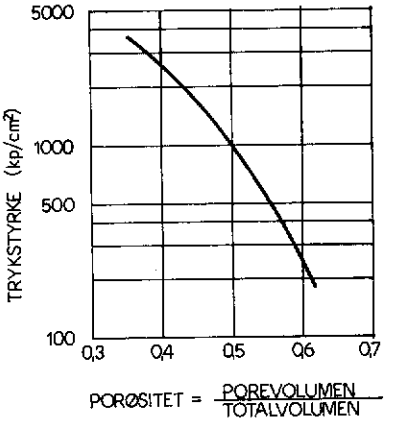
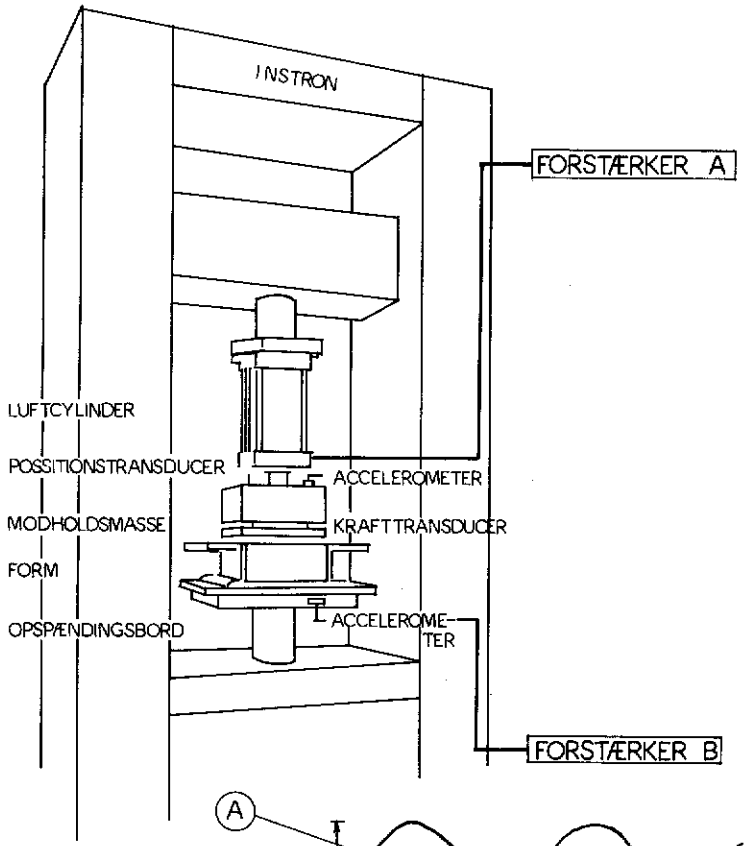


Fig 5: Afhængighed mellem trykstyrke og porøsitet for hærdnet cementpasta. Porøsitet i området 0,5-0,35 er opnået ved kraftig komprimering af små prøvelegemer (volumen 1 cm^3). Der refereres til porøsiteten af cementpulver efter komprimering forud for hydratisering. (H.H. Bache: The Processing of Fresh Concrete Rilem seminar 1973).



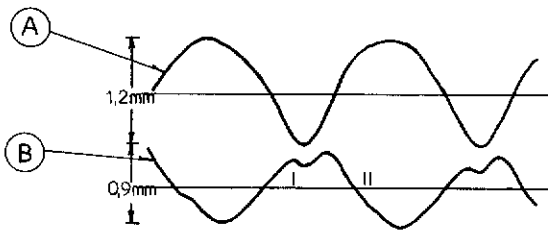


Fig. 6 (øverst): Forsøgs- og måleopstilling ved komprimeringsforsøg.

Fig. 7 (nederst): Svingningsbillede ved vibrapresning på ovenstående forsøgsmaskine ved 50 Hz.

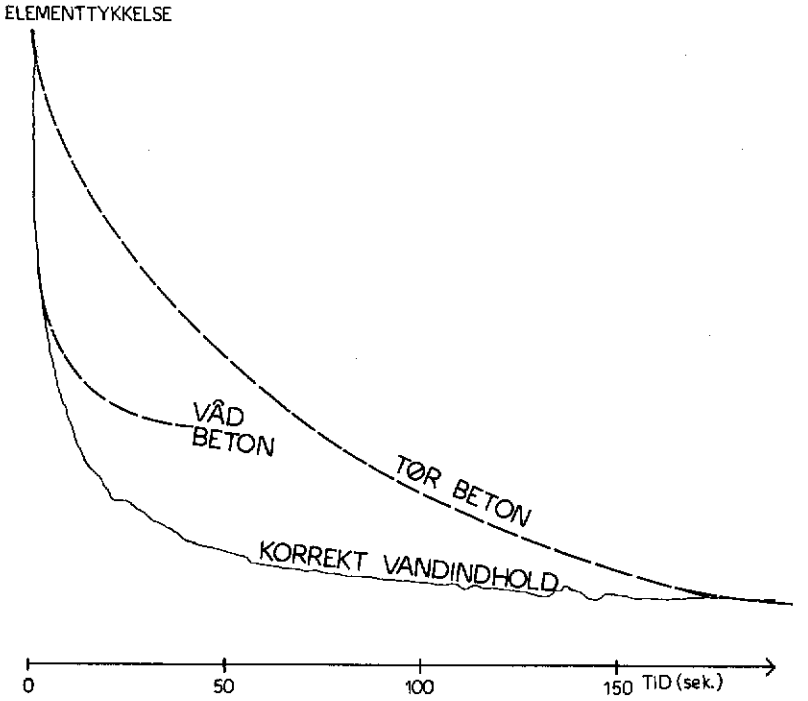


Fig. 8: Principielt komprimeringsforløb ved forskelligt vandindhold i betonen.

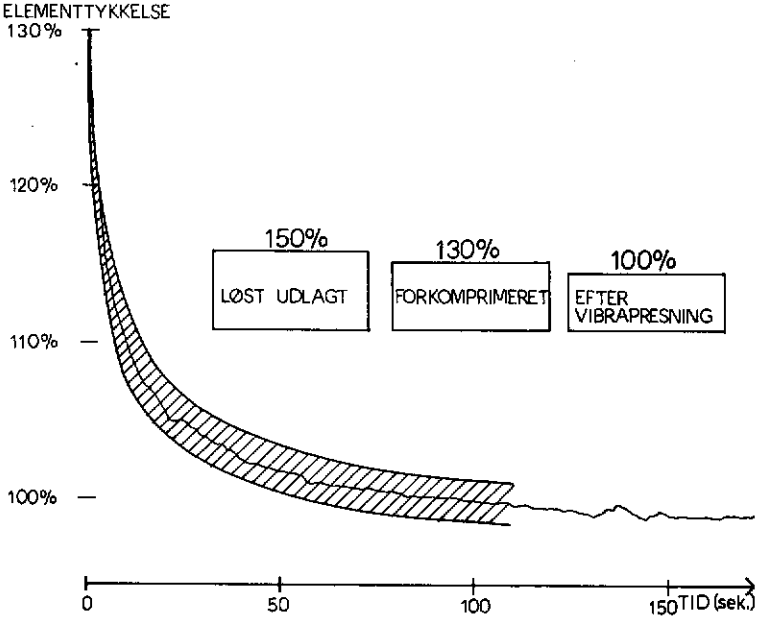


Fig. 9: Komprimeringsforløbet ved VP-processen med fyldestation. Forkomprimering fra 150% til 130% sker i fyldestationen. Slutkomprimeringen 130% til 100% sker i VP-maskinen med et komprimeringsforløb inden for det skraverede areal.

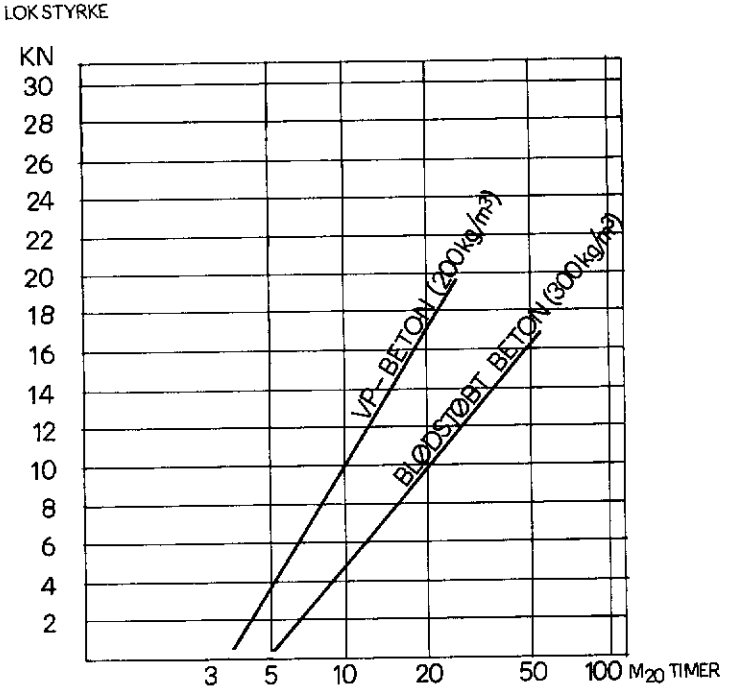


Fig. 10: Styrkeudvikling målt med lok-brikker og maturity-computer på vibrapresset beton og blødstøbt beton.

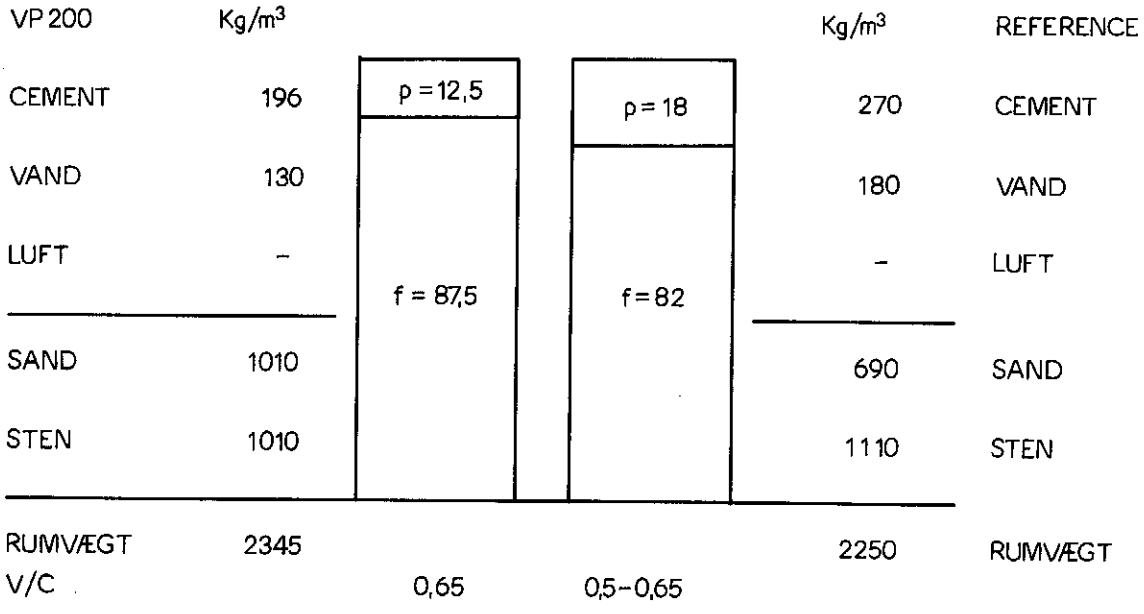


Fig. 11: Porøsitetssammenligning med vibrapresset beton og blødstøbt beton.

DANSK BETONFORENING

Danbond A/S

EPOXYINJICERING,
FORDELE OG ULEMPER

af
Mogens Heegaard

August 1978

Arkitekt Mogens Heegaards foredrag: Epoxyinjicering, fordele og ulemper.

Ordet Epoxy er for mange blevet et begreb, der fører tanken hen på styrke. Anledningen er vel den, at epoxy nu er så udbredt, at praktisk taget alle inden for industrien før eller senere møder den.

Man anvender epoxy på de mest forskellige steder og som regel har det løst et eller andet limningsproblem, overfladebeskyttelse, udstøbning eller injektion.

Man har bedt mig om, på den korte tid der er til rådighed, at fortælle om epoxyinjektion med dens fordele og ulemper.

Først om materialet epoxy, som besidder mange gode egenskaber som f.eks.

1) Meget stor vedhæftningsevne til de fleste materialer.
2) Meget stor trykstyrke.
3) Dimensionsstabilitet efter hærdning, idet epoxy-resinen er 100% ren uden opløsningsmidler eller fyldstoffer.
4) Lav viskositet, hvorved epoxyen kan trænge ind i selv de fineste revner og porøsiteter.
5) Resistent mod de fleste kemikalier.

I Amerika er udviklet en særlig epoxytype CONCRESIVE, der specielt er udviklet til byggeindustrien og som foruden de førnævnte egenskaber har:

6) Samme elasticitet og styrke som beton og
7) som kan anvendes på såvel tørre som våde betonkonstruktioner.

Denne epoxy-resin er specielt formuleret til injektion efter SCBP metoden, som jeg senere skal omtale.

Epoxyen, som det måske er bekendt, består af 2 komponenter, nemlig selve epoxy-resinen og en hærder. Disse to komponenter kan først hærde når disse blandes sammen.

Epoxyens geleringstid (Pot-life) er forholdsvis kort, alt efter udenomstemperaturen. Ved lavtryksinjektionen, som foregår med en håndpumpe, blander man først materialet, påfylder injektionssprøjten og først da påbegyndes injektionen. Allerede inden påfyldningen er geleringen påbegyndt.

Den mest effektive injektionsmetode er den omtalte SCBP metode, som er en højtryksinjektion, hvor epoxyen først blandes i selve injektionshovedet umiddelbart før injektionen af revnen.

Udstyret til højtryksinjektionen er transportabel, idet man skal kunne medbringe det overalt f.eks. på stilladser, i kældre o.s.v. - Da epoxyresin, som sagt, hærder på få minutter, når det er blandet sammen i større mængder, er injektionsmaskinen udstyret med 2 separate beholdere for de 2 komponenter.

To elektrisk drevne doceringspumper fører i rette forhold disse komponenter frem i 2 slanger til det såkaldte "mixinghead", hvor blandingen af de 2 komponenter foregår. På et manometer kan man aflæse injektionstrykket, der afhængig af revnens karakter kan stige til mere end 21 kg/cm2.

Ved at følge injektionstrykket kan man aflæse, om revnen "modtager" epoxy. I modsætning til lavtryksinjektionen, kan man på denne måde kontinuerligt fortsætte injektionen, således at selv meget dybtgående revner og porøsiteter, stenreder og lignende med sikkerhed bliver fuldt injiceret.

Fremgangsmåden er den, at revnen først påsmøres en midlertidig overfladeforsegling, der afhængig af revnens karakter som tør eller "våd" revne, revne med vandgennemsivning, foretages med polyester eller speciel hurtighærdende cement.

Inden forseglingen påføres sikrer man sig på forskellig måde, at man får en række injektionshuller i en afstand fra hinanden svarende til konstruktionens tykkelse. Det er ikke nødvendigt at bore i revnen og derved synsmæssigt ødelægge overfladen. Det er muligt at foretage injektionen direkte i revnen.

Når forseglingen er hærdet og injektionshullerne er gjort klar, sikrer føromtalte doceringspumper at fremføre de 2 komponenter i rette forhold til blandehovedet. Dette holdes nu til det første injektionshul eller ved våde revner til den første injektionsslange. Injektionen startes indtil overløb viser sig i følgende injektionshul.

På skitsen som følger denne artikel, er skematisk vist et injektionsforløb af en våd revne, idet 1) viser revnen, 2) slanger påsættes revnen med hurtighærdende cement, 3) hele revnen forsegles med hurtighærdende cement, 4) injektionen påbegyndes i nederste slange indtil overløb i følgende slange, 5) nederste slange er lukket, injektionen fortsættes i følgende slange.

Erfaringen har vist, at den rette afstand imellem injektionshullerne sikrer, at epoxymaterialet er trængt ind til fuld dybde i revnerne, når overløbet viser sig i det følgende injektionshul. Som omtalt ved skitsen, lukkes det første hul når overløb viser sig og man fortsætter injektionen i hul nr. 2. Samme procedure følges, indtil hele revnen eller gruben i betonen er fyldt.

Fremgangsmåden er den samme på horisontale som på vertikale konstruktionsdele. På vertikale konstruktionsdele påbegyndes injektionen dog på det laveste punkt og man fortsætter herefter opad.

Injektionsudstyret kan som nævnt udvikle et tryk på indtil 21 kg/cm2, men normalt har man sjældent brug for tryk højere end 7 - 10 kg/cm2.

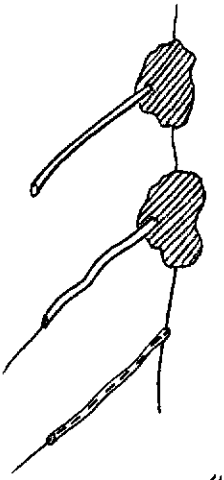
Når epoxymaterialet er hærdet, fjernes den midlertidige overfladeforsegling, hvorefter betonoverfladen fremtræder glat og hel. Den tidligere revne fremtræder nu kun som et 100% udfyldt spor.

Revnet beton kan være et stort problem, bl.a. fordi det kan betyde tab af styrke i en konstruktionsdel, der således er ude af stand til at overføre de belastninger, den oprindelig var beregnet til. Endvidere vil vandindtrængen forårsage korrosion i armering eller i forbindelse med frost give anledning til frostsprængninger og således forårsage ubodelig skade på konstruktionen, hvilket igen spolerer den arkitektoniske æstetik.

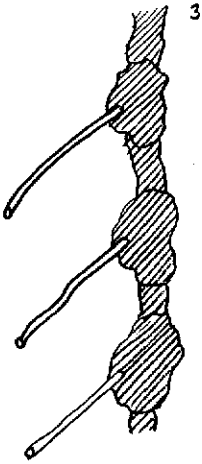
Lækager i betonrørsledninger, revnedannelser i svømmebassiner, siloer, vandtanke m.m. kan alle gøre stor skade på konstruktionen.

1

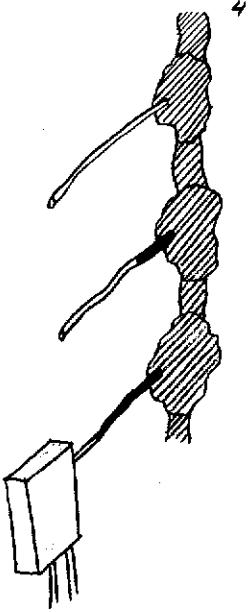
2



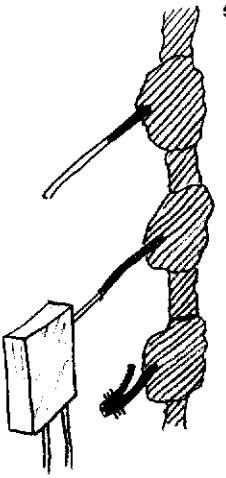
3



4



5



Ved injektionen med epoxy, kan man, på grund af epoxyens styrke og formulering i forhold til beton, gengive konstruktionerne deres oprindelige styrke og man kan sikre en fuldstændig tætning af vandgennemsivning, idet det, ved førnævnte metode, er muligt at injicere revner imod vandtryk.

Da det således er ønskeligt at reparere de fleste revnede betonkonstruktioner, bør man overveje, om selv den mest effektive reparationsmetode, nemlig højtryksinjektionen af epoxyresin, er mulig i alle tilfælde, idet denne metode absolut ikke er et universalmiddel. Revner er som regel et resultat af overbelastning af betonen eller varme- eller svindrevner. Hvis de kræfter, som forårsager revnedannelsen ikke er blevet fjernet eller er ophørt, vil en betonkonstruktionsdel, der "svejses" sammen, revne igen, som den gjorde, da den oprindelig blev f.eks. belastet over evne. Man må derfor, før man går igang med en reparation, forsøge så nøjagtigt som muligt at analysere årsagerne til revnedannelsen. Hvis årsagerne er blevet eller kan elimineres, er reparationen mulig at gennemføre.

Højtryksinjektionsmetoden er anvendelig til lukning af alle revner større end 0,02 mm, og i praksis har det vist sig, at revner mindre end 0,02 mm er injiceret med held med 100% gennemtrængning i dybder større end 1,50 m. Succesen med injektion i disse yderst små revner er dog udelukkende afhængig af de tilstedeværende specifikke forhold, idet det er muligt at træffe på så alvorlige sammenblandinger eller afsætninger, at en effektiv injektion ikke kan gennemføres.

Da injektionen af konstruktioner kan være meget speciel, udføres denne med omtalte apparatur af specielt uddannede folk, idet ikke alene injektionsmaskinerne skal behandles på særlig måde, men ligeledes selve reparationsarbejdets udførelse kræver stor erfaring, idet ikke to opgaver er ens. - Samtidig er det af stor vigtighed, at erfarne folk udfører arbejdet, idet man kun derved kan sikre sig, at injektionen er udført i fuld dybde.

DANSK BETONFORENING

DANMARKS INGENIØRAKADEMI
Bygningsafdelingen

REVNEDETEKTERING VED IMPRÆGNEREDE PLANSLIB

af

Karen Mønsted

AUGUST 1978

INDHOLD Side

REVNEDETEKTERING VED IMPRÆGNEREDE PLANSLIB

Den foreliggende metode er en kvalitativ metode til at indikere mængde, fordeling og orientering af revner og huller i støbte eller udborede betonemner.

Prøver af forskellige størrelser op til 100 × 300 mm poleres og imprægneres med fluorescerende epoxy.

Emnerne belyses gennem et primærfilter og iagttages med forstørrelser op til 10 gange gennem et sekundærfilter. Den fluorescerende epoxy får herved revner og huller til at fremstå stærkt gul på en rød baggrund.

Betonemner

Med diamantsav udskæres betonemnerne til de dimensioner man ønsker at arbejde med.

På DIAB har vi arbejdet med prøver, der har været op til 100 × 300 mm ∿ 300 cm^2, men så store prøver er ikke anbefalelsesværdige, idet de er vanskelige at polere. Det er meget hårdt at styre et så stort emne på polerskiven, og man kan derfor vanskeligt undgå at hulpolere dem. Yderligere kan det større grej, der er nødvendigt for at tildanne dem, være tilbøjeligt til at ødelægge dårlig beton.

Passende prøveemner vil være at størrelse 100 × 150 mm ∿ 150 cm^2 med en højde på 50-100 mm.

I nogle tilfælde har prøverne været så gennemrevnede, at vi har kunnet forudse problemer ved skæring og slibning, og i andre tilfælde har de været leveret i flere stumper. Disse

prøver er (før prøveudskæring) blevet støbt ind i PVC-afløbsrør med fluorescerende epoxy.

Emnerne afrettes i en Jacobsen planslibemaskine, groft på anlægsfladen og omhyggeligt på iagttagelsesfladen. Det kan betale sig at slibe iagttagelsesfladen omhyggeligt, så den er uden dybtgående slibestriber, som vanskeliggør poleringen.

Emnerne poleres med slibepulver af forskellig finhedsgrad. Til poleringen anvendes en Planopol med en omdrejningshastighed på 150/min, og emnerne belastes med et lod på 2 kg.

Slibepulveret opslemmes i glycerin, og der påføres før og under slibningen tilstrækkeligt slibeopslemning, så man ikke på noget tidspunkt sliber tørt. Ligeledes skal emne og slibeskive vaskes omhyggeligt med vand, når man går fra et grovere slibepulver til et finere.

Et godt resultat kan fx opnås ved at slibe med 3 finheder, 5 min. med nr. 120, 5 min. med nr. 320 og 5 min. med nr. 600.

Efter slibningen tørres emnet ca. 1 døgn ved 40°C for imprægnering med epoxy.

Der har været gjort forsøg med at imprægnere med vacuum på 1 atm. og med vacuum og derefter tryk på ca. 4 atm. I førstnævnte tilfælde var indtrængningen af epoxy i en tæt cementpasta ca. 1 mm og dybere i revner. Ved den kombinerede vacuum- og trykimprægnering bliver cementpastaen imprægneret i ca. 4 mm tykkelse. Som imprægneringsmiddel er anvendt en tyndtflydende epoxy, araldit Ly 554, hvori der er blandet ganske lidt natriumfluorescens i sprit. Det er natriumfluoresceinet, der gennem den gule fluorescens indikerer revner og huller; epoxyen skal kun fiksere farvestoffet i betonen. Overskydende epoxy skrabes af iagttagelsesfladen, så der efterlades et lag på 0,5-1 mm. Emnet med epoxy anbringes derefter ved 40°C i et varmeskab, hvor epoxyen hærder i løbet af et døgn.

Epoxylaget på iagttagelsesfladen slibes af på Planopol med slibepulver 320 og 600 eller blot med slibepulver 600.

Emnet er færdigpræpareret til undersøgelse, direkte visuelt eller gennem mikroskop; det pålægges med lys fra et eller to lysbilledapparater, hvor der i lysgangen er indsat primærfilter, og iagttages gennem sekundærfilter.

Man ser den fluorescerende epoxy i huller og revner på en rød bagrund af kompakte sand- og stenpartikler.

Hele prøvepræpareringen med fotografering tager, hvis man arbejder i serier, ca. 3 timer pr. prøve.

Interferensfluorescens

En speciel egenskab for en række farvestoffer er, at de ved belysning absorberer lys af en bølgelængde og udsender noget af dette lys som lys af en anden bølgelængde. Man kalder fænomenet fluorescens.

Ved interferensfluorescens anvendes to filtre. Primærfilteret tillader passage af de bølgelængder, der kan transformeres til fluoresceret lys samt et ganske smalt spektralbånd i det røde område.

Sekundærfilteret tilbageholder lys af kortere bølgelængder end gult og tillader derved kun passage af det fluorescerende lys og det røde spektralbånd.

Figur 1 viser princippet i lysgangen gennem primærfilter, emne samt sekundærfilter.

Ved undersøgelse af beton anvendes påfaldende lys, men det ændrer ikke princippet i teknikken.

Iagttagelse og diskussion

Emnet kan iagttages direkte uden forstørrelse eller gennem mikroskop, og man kan fotografere direkte på fotografiapparatet eller gennem mikroskop. Man ser, at revner, porer og huller er gule, eventuelt over i en gulgrøn farve, og sten

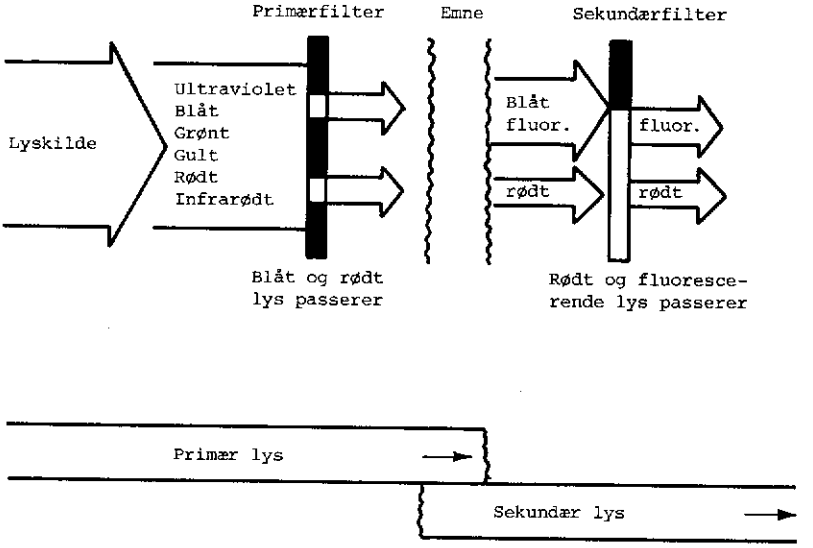


Fig. 1. Farvefluorescenssystem.
Efter Viggo A. Jensen og Verner Olsen: Colour Fluorescein Angiography of the Fundus. Acta Opthalmologica. Vol. 52, 1974 (litt.).

sand er røde; klare sten, der absorberer alt lys, kan fremstå mørkerøde til sorte. Cementpastaen fremtræder på nogle emner rød, i andre tilfælde rødorange. Vi har undersøgt, om denne forskel kan forklares udfra forskelle i polering og/eller imprægnering, men er kommet til det resultat, at forskellen må forklares som forskel i cementpastaens struktur.

Gennem gentagne slibninger og iagttagelser samt fotograferinger er det blevet undersøgt, at epoxyens indtrængning er tilstrækkelig til, at man får et rigtigt billede af revner og huller i betonen, ligesom der har været udført forsøg med gentagen imprægnering og bortslibning af det imprægnerede for at dokumentere, at prøverne fremtræder ens fra imprægnering til imprægnering.

Specielt har vi undersøgt, hvorvidt bortslibningen af epoxyfilmen kunne give mulighed for fejlfortolkning.

Epoxyfilmen kan med det blotte øje iagttages som en gullig film på betonoverfladen, og man har en klar visuel oplevelse af, hvornår denne film er bortslebet. Fra det tidspunkt sliber vi efter stopur yderligere 2 min. med slibepulver 600. Undersøgelser har godtgjort, at ved at slibe 3 min. på hver af finhederne 120, 320, 600, 800 og 1200 bortslibes 0,3 mm.

Med en indtrængning på mindst 1 mm er der således en stor sikkerhedsmargen for, at man ikke utilsigtet sliber for dybt i emnet, når man fjerner epoxyfilmen.

Det er muligt udfra en indfotograferet målestok at få et skøn over revnevidden, men et direkte mål vil man næppe kunne få, idet lyset reflekteres diffust fra farvestoffet, som om dette bestod af en mængde lyskilder.

Gennem fotograferingen kan man dokumentere sine iagttagelser, idet revner og huller fremstår helt klart på dia's og papirbilleder, men man skal have træning i at sammenligne og tolke billeder kopieret på forskelligt tidspunkt, idet fotoanstalterne ikke har det nødvendige erfaringsgrundlag, således at baggrundsfarven kan falde forskelligt ud.

Anvendelse

Metoden til at detektere revner har været anvendt til skadeundersøgelser af forskellige bygværker. Indtil nu har vi normalt kun arbejdet med forstørrelser på op til 10 gange, men de kig vi har haft i stereomikroskop til 100 gange og i mikroskoper, hvor vi har set imprægneret beton med forstørrelser op til 200-300 gange, tyder på, at med yderligere erfaringsgrundlag i at tolke detaljer, har vi et værktøj, der udsiger en del om betonens kvalitet.

Metoden er udviklet ved DIAB af Karen Mønsted og Torsten Thorsen og yderligere gennemprøvet af stud.ing. Lars Bo Petersen og stud.ing. Mette Skov Hansen.

DANSK BETONFORENING
Birch & Krogboe K/S

TILSYNET PÅ BYGGEPLADSEN
I DAMMAN, SAUDI ARABIEN

af
Flemming Holdt

TILSYNET PÅ 14 BETON-
ELEMENTFABRIKKER I HOLLAND

af
Per Dragsholt

August 1978

HIGH RISE APARTMENT BUILDINGS, DAMMAN.

Tilsynsarbejde med 700.000 m^2 elementbyggeri i Saudi Arabien af akademiingeniør Flemming Holdt, Birch & Krogboe .

Tilsynet på 14 betonelementfabrikker i Holland af akademiingeniør Per Dragsholt, Birch & Krogboe Overseas.

Resumé af foredrag på Dansk Betondag, 14. september 1978, Vejle.

Et stort boligprojekt omfattende 1.664 lejligheder til en værdi af 2 mill. Saudi Rialer (ca. 3,5 mia. d.kr.) er for øjeblikket under opførelse i Damman på østkysten af den arabiske halvø. Projektet vil medvirke til at mildne et af Saudi Arabiens store problemer: boligproblemet, der skyldes samfundets hastige forandring med en kraftig indvandring fra land til by og med en modernisering af livet i byerne.

Et lignende projekt på 2.000 lejligheder er under opførelse i Jeddah på halvøens vestkyst. Andre boligprojekter på ialt 30.000 lejligehder skal opføres i løbet af de næste 3-4 år i de hellige byer, i Al-Khafji, Al-Khobar, Al-Qatif og Riyadh.

Disse planer - sammen med et opsving i det private boligmarked, der muliggøres ved støtte fra the Real Estate Development Fund, - vil i løbet af nogle år lægge en effektiv bremse på inflationen i saudi araberens boligudgift.

Projektet i Damman er vel det mest spektakulære - ikke blot på grund af sin størrelse - 700.000 m^2 boliger og overdækket parkering - fordelt på 32 højhuse hver med en helikopterlandeplads på taget - men også på grund af at hele projektet med undtagelse af fundamenter og beskyttelsesrum - er præfabrikeret oversøisk, sejlet til Damman, monteret og færdiggjort på ialt 24 måneder.

Projektet er et totalentrepriseprojekt med den hollandske koncern O.G.E.M. BV som totalentreprenør, arkitekt er the Eggers Group, New York og konstruktionsingeniør er Severud-Sturm-Bandel-Perrone, New York.

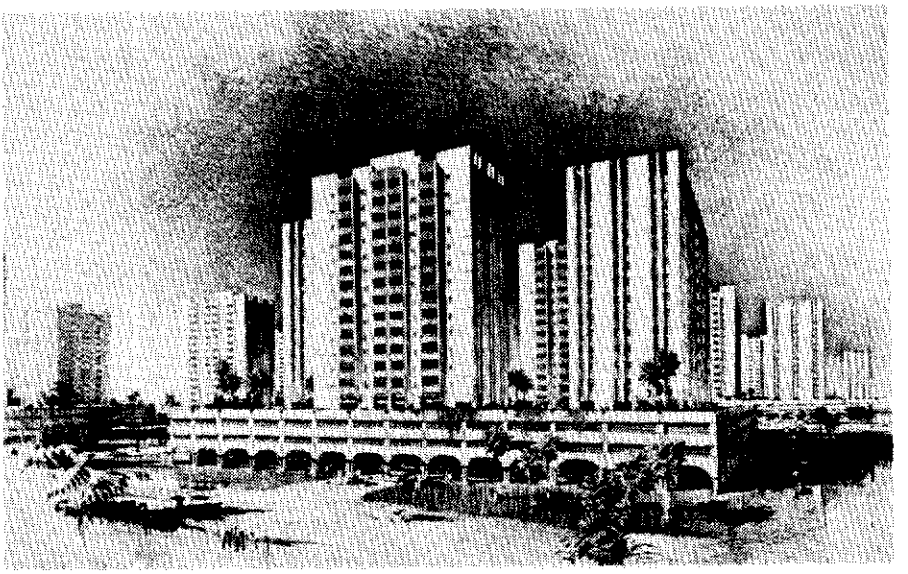
Tilsynsførende ingeniør på vegne af bygherren - det saudi arabiske Ministry of Public Works & Housing - er Birch & Krogboe Overseas, København og Riyadh.

Op til 14 betonelementfabrikker i Holland og Belgien har været engageret i produktionen af betonelementerne. Hver 7.-14. dag afgår fra Rotterdam havn 12000 tons betonelementer for ca. 20 dage senere at ankomme til Damman.

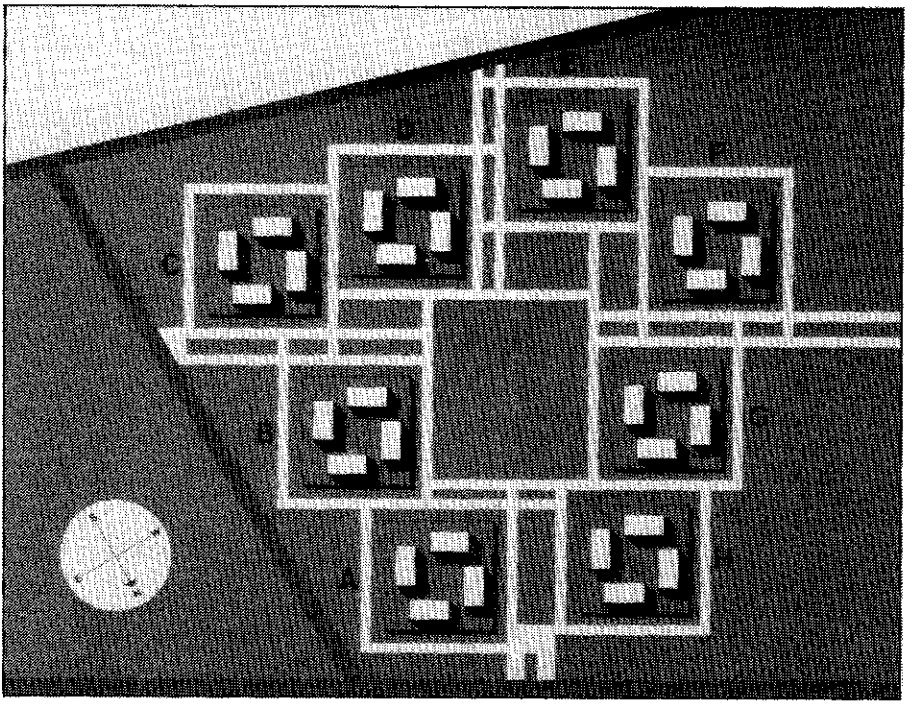
Flemming Holdt og Per Dragsholt, der har været engageret i tilsynsarbejdet i Damman og i Holland siden sommeren 1977 vil redegøre for:

1. Projektets konstruktive principper.
2. Tilsynsorganisationen i Damman og i Holland.
3. Betonproduktion og støbning i ørkenklima.
4. Varmeudvikling i massive betonkonstruktioner.
5. Sulfat og saltproblemer.
6. Kontrol af mørtelfugers kvalitet.
7. Koordinering af parallelløbende projektering og produktion.
8. Måltolerancer.
9. Organisation af standardfabrikskontrol.
10. Do's and don't's in Saudi Arabia.

Ministry of Public Works & Housing
Kingdom of Saudi Arabia



PRESENTATION OF
HIGH RISE APARTMENT PROJECT
DAMMAM



The Site

The site is located south-east of Dammam at the southern side of the Dammam – Al Khobar road.
The approximate size of the site is 350,000 sq.m.
The project consists of eight clusters A, B, C, D, E, F, G and H.
The clusters are grouped around a central common area, where a mosque and gardens will be provided. Eight air raid shelters are provided.

Description of the Project

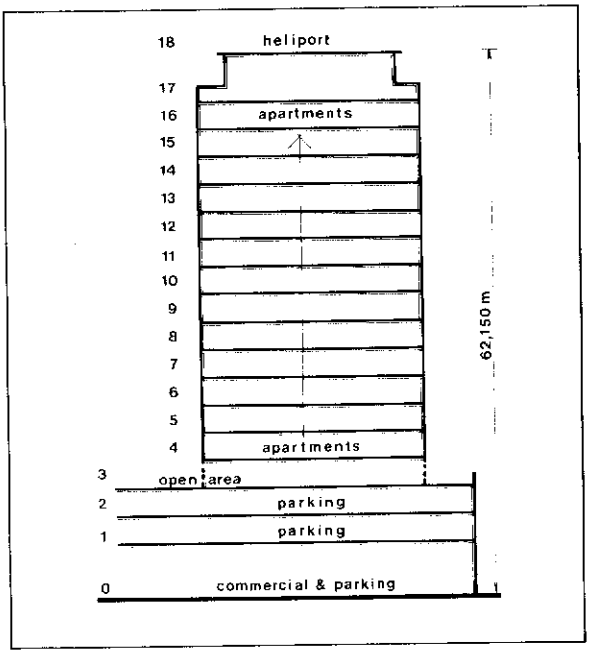
Apart from the foundations and the air raid shelters, the project is entirely pre-fabricated.
The precast concrete elements are manufactured at 12–14 factories in Holland. From the port of Rotterdam the concrete elements are shipped to the port of Dammam.
By May 1978 a fleet of vessels are engaged in this vast sea transport.
At the building site the elements are stored at a stockyard just east of the site ready for erection.
The construction sequence of the clusters is C–D–E–F–G–H–A–B.

Time Schedule

Construction work started June 1977.
May 1978 all the concrete elements of the first cluster were erected. The concrete elements of the last cluster will be erected early 1979.
June 1979 the total building project will be finished.

Total Building Programme

Total number of apartments	1,664 apartments
Total number of parking space	2,400 cars
Total commercial floor area	28,000 sq.m
Total floor area for 8 clusters	717,500 sq.m



The Clusters

Each of the eight clusters consists of four 14-storey towers and a 3-storey base structure, which surrounds and interconnects the towers.

The Tower

The ground floor contains commercial areas, accesses and parking spaces.
The 1st and 2nd floors contain parking and storage spaces, and the 3rd floor is an open plaza area.
The 4th–16th floors contain 52 apartments per tower grouped around a central access core with two staircases and two elevators.
At the top of the towers are rooms for water tanks and for elevator machinery.
At the roof of each of the towers is a helicopter landing pad.

Main design and structures

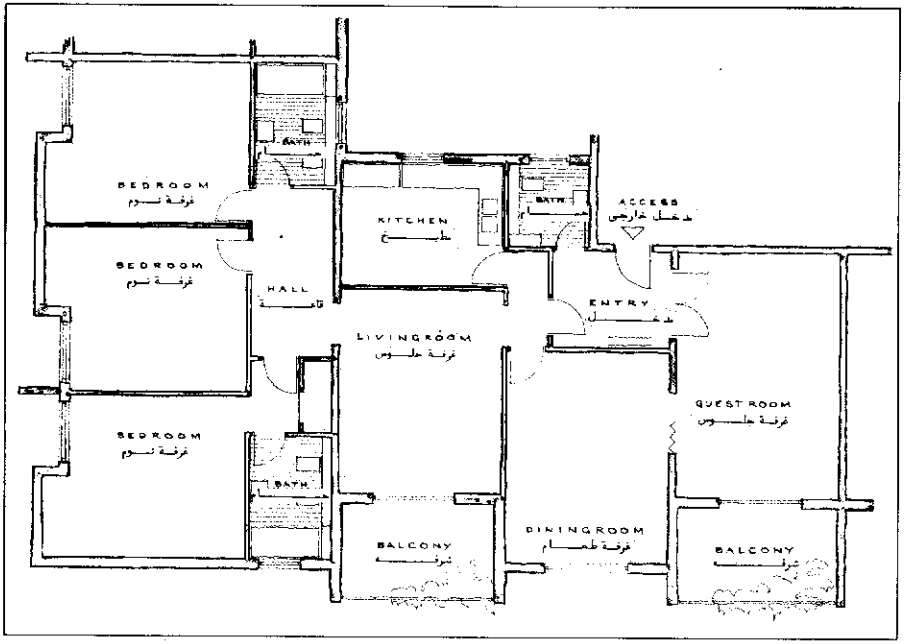
The main construction is precast concrete load bearing walls, hollow core slabs, beams and columns.
The architectural exterior will appear as precast concrete panels showing exposed aggregate surfaces. Aluminium is used for sliding and screened windows and external doors to balconies.

Furnishings

Bedrooms: 4 doors wardrobe unit.
Kitchen: Cupboard unit with stainless steel table top and double sink.
Bathrooms: Water closet, hand-wash basin, bidet, bath, shower, etc.
Heaters: 3 hot water heaters.
Air Conditioning: All rooms are equipped with wall mounted air condition units except in the kitchen and the bathrooms.

Finishings

Flooring in all rooms	– Terrazzo tiles
Flooring in Bathrooms	– Mosaic tiles
Walls and Ceilings	– Painted
Walls in Kitchen and Bathrooms	– Covered with glazed tiles
Windows and external doors	– Anodized aluminium
Internal doors	– Varnished natural hardwood



The Apartment

Each apartment has a gross area of 207 sq.m (excl. stairway and elevator space). Entrance hall, 7 sq.m, Guest room, 24 sq.m, Living room, 20 sq.m, Dining room, 21 sq.m, Bedrooms, each 18 sq.m, Bathrooms, each 6 sq.m, Kitchen, 12 sq.m, 4 small rooms, corridors, 34 sq.m.

Cluster D under construction, May 1978.

Owner of the Project:
Ministry of Public Works & Housing, Saudi Arabia

Consultant to the Ministry:
Birch & Krogboe-Overseas, Denmark

Turn-key Contractor:
OGEM B.V., Holland

Printed in Denmark by Mogens Rørfel