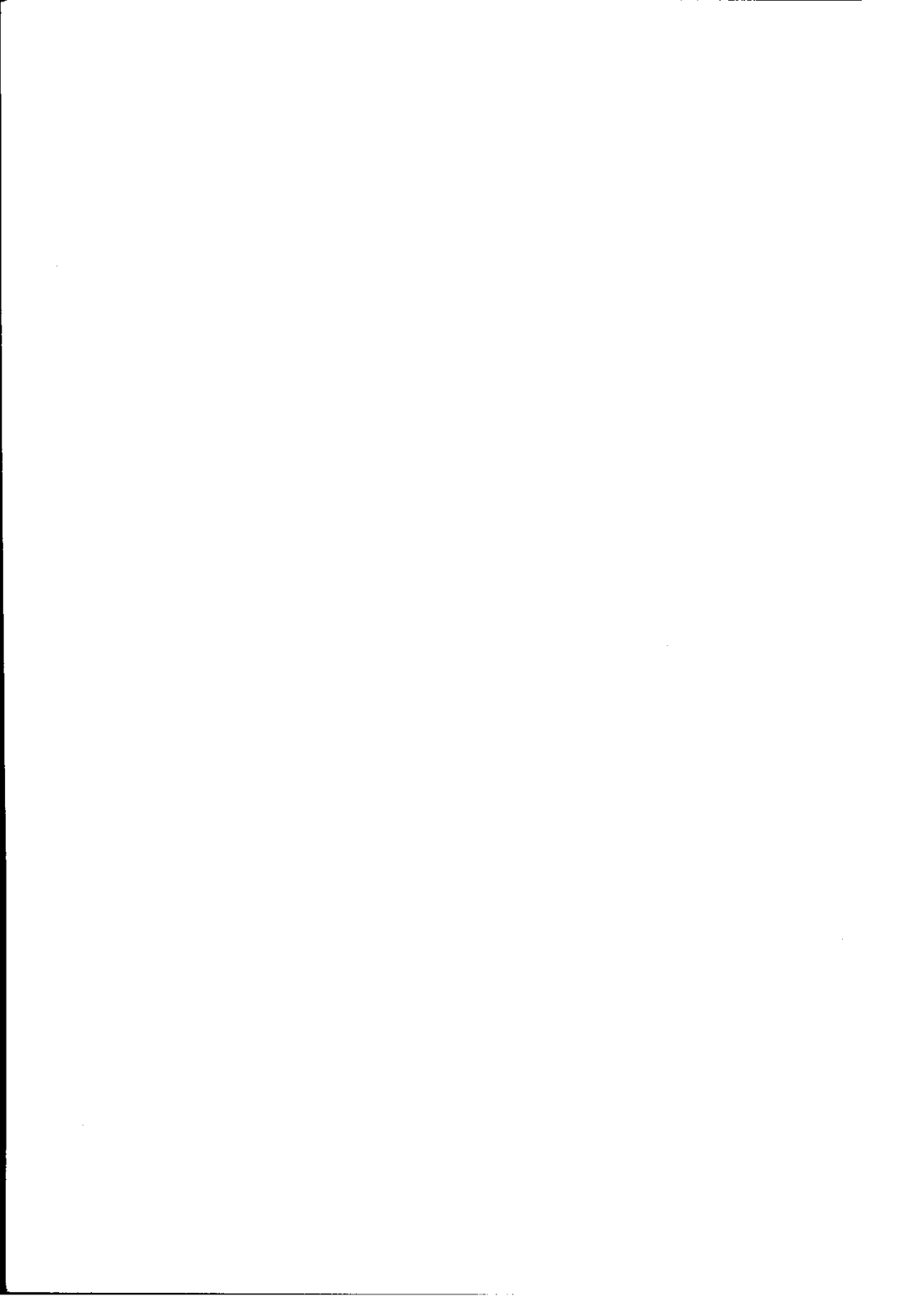


**DBF**

**LUFTINDBLANDING  
I BETON**

**PUBLIKATION 14:1981  
DANSK BETONFORENING**

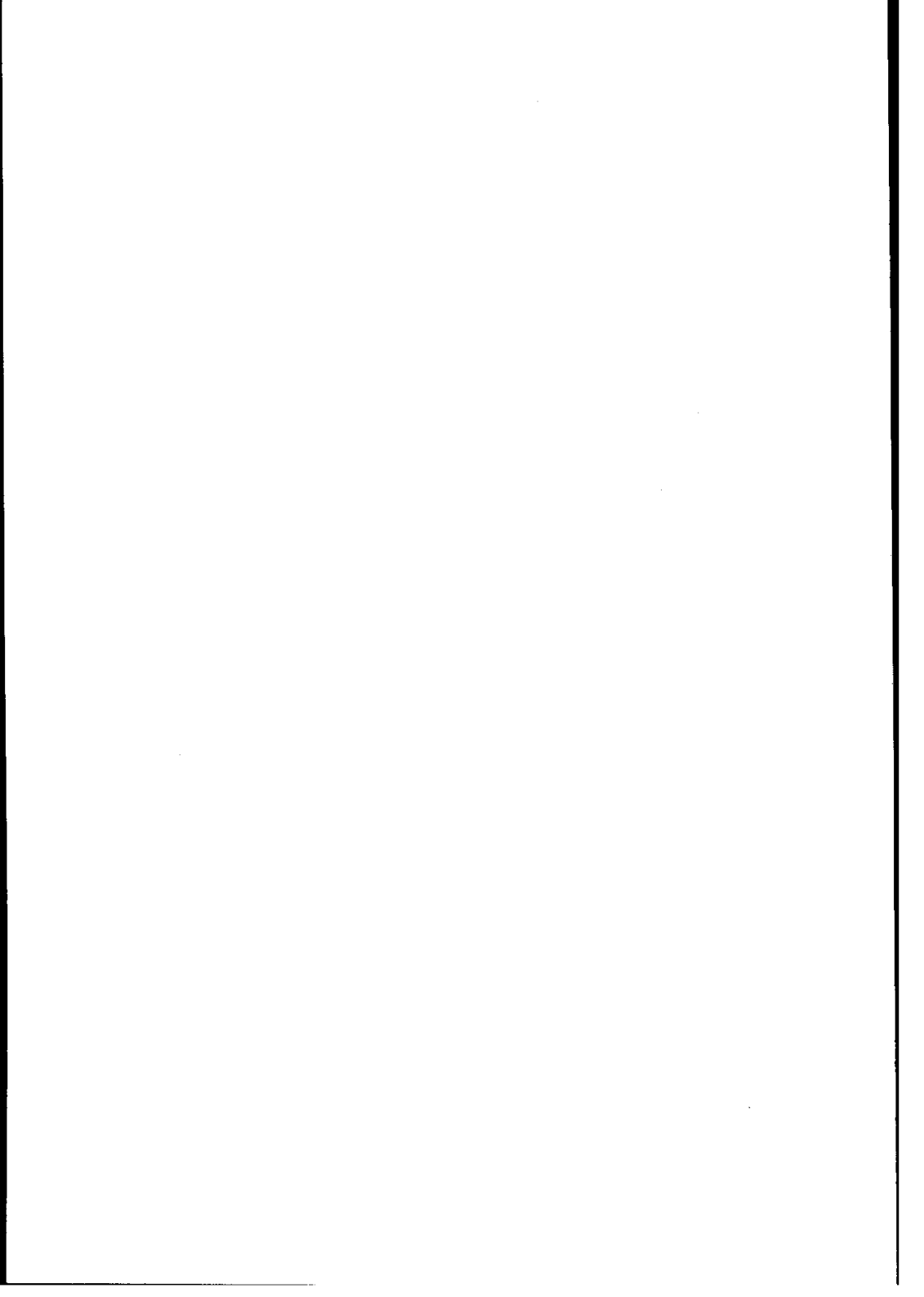


DANSK BETONFORENING

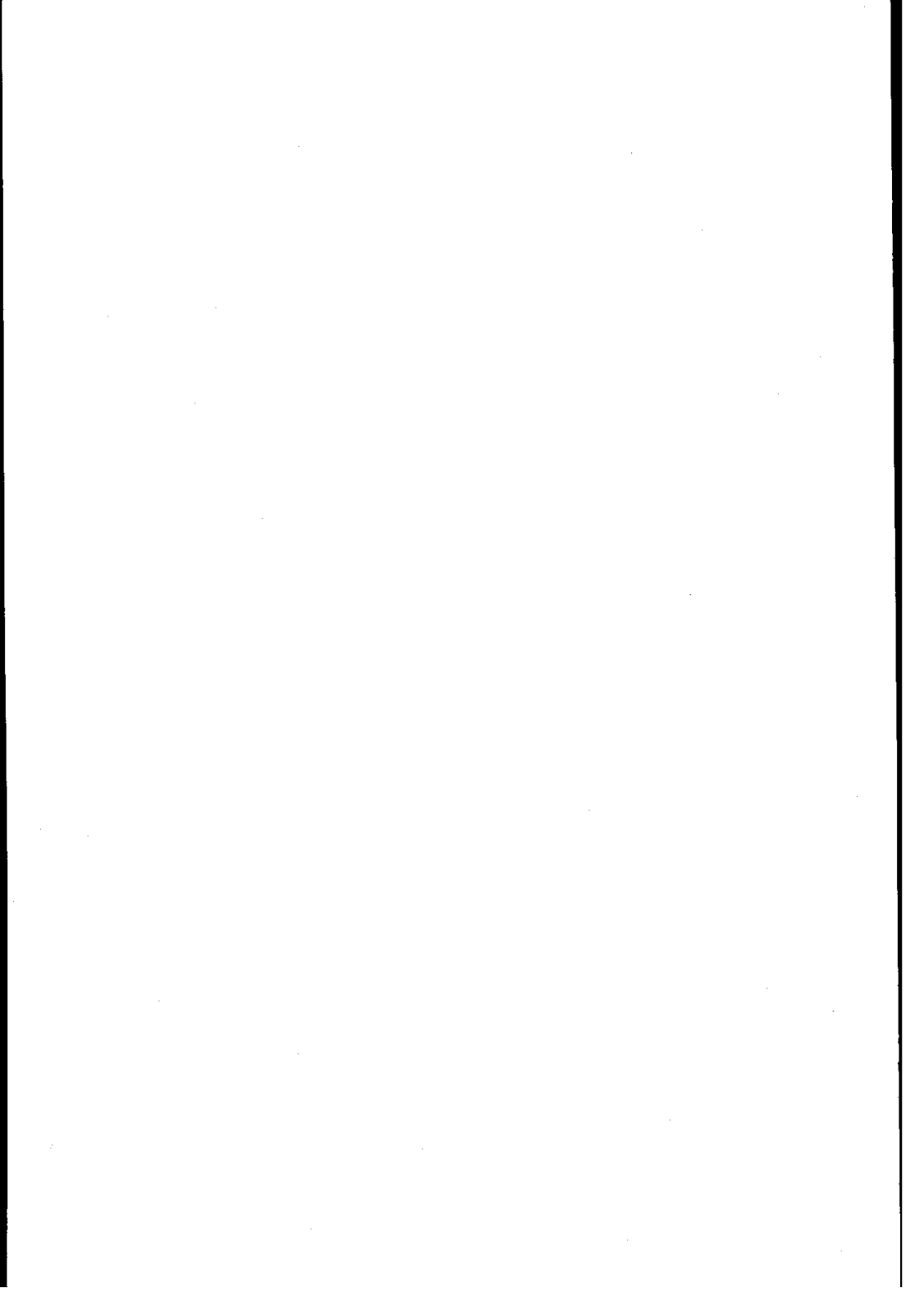
LUFTINDBLANDING I BETON

Debatmøde afholdt i DBF  
den 26. november 1980.

København, juli 1981.



INDHOLD	Side
Indledning	3
Debatindlæg	
- civilingenør Arne Damgård Jensen	5
- civilingenør Halldor Gudmundsson	6
- konsulent Ole Torgersen	7
- akademiingenør Jens Ole Jespersen	7
- civilingenør Jens Chr. Bernhardt	9
- laboratorieleder Svend Borgselius	12
Paneldiskussion	13
TSS-gruppens svar på spørgsmål	15



### Indledning

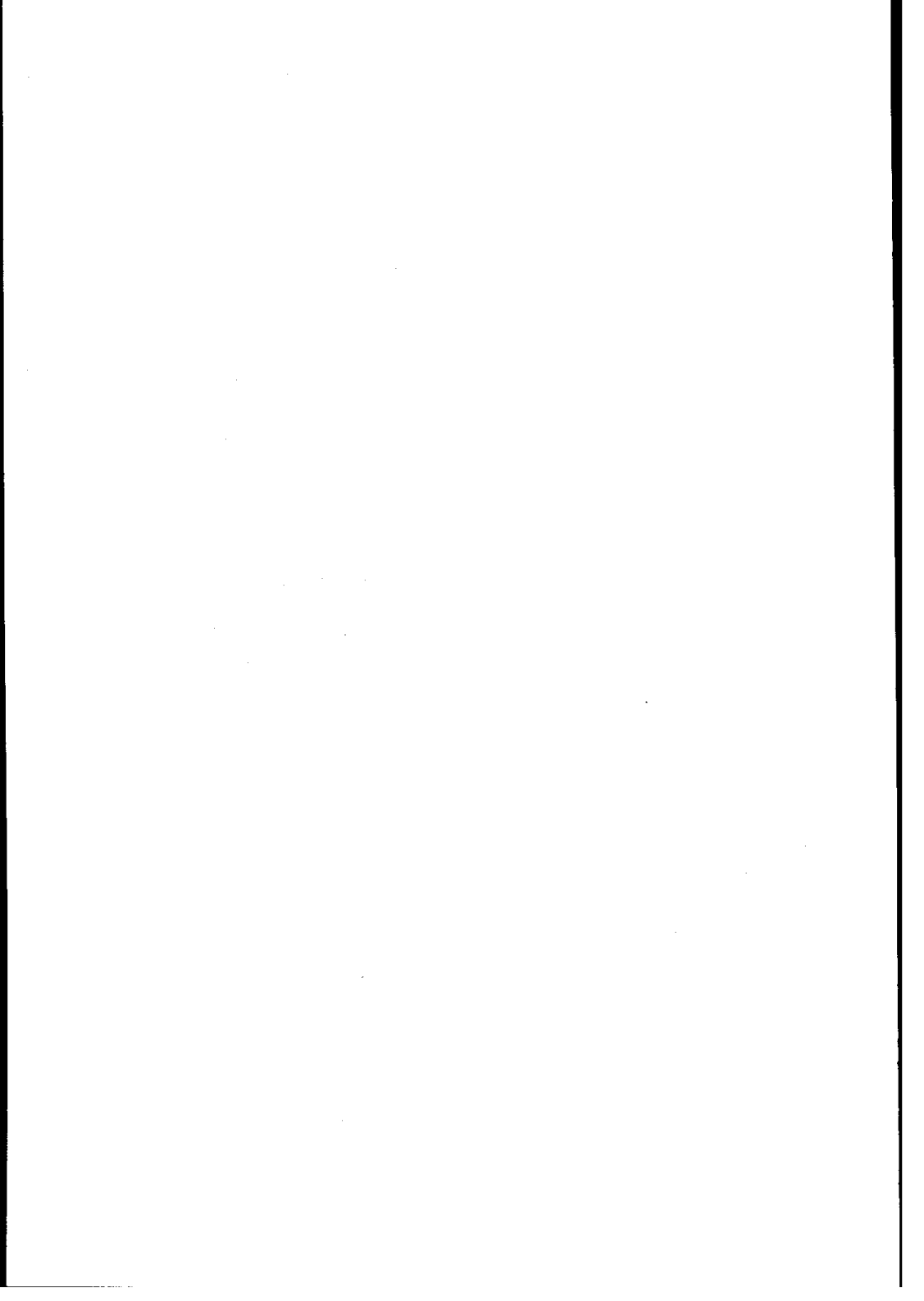
Dansk Betonforening's arbejdsgruppe vedrørende tilsætningsstoffer til beton - TSS-gruppen - afholdt den 26. november 1980 et debatmøde vedrørende luftindblanding i beton. Mødet bestod dels af en række korte debatindlæg, dels diskussion i grupper blandt mødedeltagerne og sidst paneldiskussion, hvor et enkelt spørgsmål fra hver gruppe blev besvaret. Resterende spørgsmål - i alt 25 - blev afleveret skriftligt til TSS-gruppen, som senere har besvaret disse.

I publikationen findes dels et summarisk referat af debatindlæggene og den afsluttende paneldiskussion, dels TSS-gruppens svar på de skriftlige spørgsmål. Det vil fremgå, at ikke alle problemer omkring luftindblanding er afklaret ved afholdelsen af debatmødet, men vi håber, at der i denne publikation vil kunne hentes informationer til hjælp i det daglige, hvor luftindblandingsstoffer anvendes.

Med venlig hilsen

TSS-gruppen, juli 1981.

Kirsten Eriksen, Teknologisk Institut  
Ulla Kjær , BKF-Centralen  
Ervin Poulsen , Danmarks Ingeniørakademi  
E. Såbye Hansen, 4K-Beton A/S  
Kj.R. Henriksen, Kampsax A/S  
Herluf Hansen , Nordisk Bygge Kemi A/S  
J. O. Jespersen, Sika-Beton A/S





Debatindlæg - summarisk refereret

1. Civilingeniør Arne Damgård Jensen, Teknologisk Institut,  
Byggeteknik

---

ADJ fremførte i sit indlæg følgende:

- Normen (DS 411) siger, at der skal indblandes luft i udendørs betonkonstruktioner, såfremt disse kan blive udsat for vekselvis frysning og optøning i vandmættet tilstand.
- Beton uden luftindblanding holder i nogle tilfælde (eksempelvis bro fra 1913 samt betonkonstruktionerne i Idrætsparken).
- Beton med luftindblanding holder ikke altid.
- Luftindhold i konstruktioner er ofte mindre end det, man troede.
- Boligbyggeriet i 60'erne er stort set udført uden anvendelse af luftindblanding. Her ses nu mange skader, specielt kan nævnes altangange.
- Overdosering af lufttilsætning er ikke normal skadesårsag, idet den medfølgende styrkereduktion oftest bliver opdaget i tide.
- Vacuumbehandling kan forringe en betons luftporestruktur i overfladen.
- Luftindblanding er positiv med hensyn til alkalikiselreaktioner, idet der dels ikke ledes så meget vand som ellers ind i betonen, dels er plads i luftporerne til eventuelle geldannelser i begrænset omfang.
- Fordele ved anvendelse af luftindblanding: Betonen kan

blive billigere, v/c-forholdet kan sænkes for samme be-  
arbejdelighed, tætheden øges og risikoen for skadelige  
alkalireaktioner bliver mindre.

2. Civilingeniør H. Gudmundsson, Teknologisk Institut, Byg-  
geteknik

---

HG indledte med gennemgang af definitioner og målemetoder  
med hensyn til måling af porestruktur i hærnet beton.

Her skal fremhæves følgende:

- Specifik overflade  $\alpha$  siger ikke noget om luftindholdets størrelse.
- Specifik overflade  $\alpha$  er som målt værdi afhængig af, hvor langt ned i porestørrelser (1  $\mu$ , 10  $\mu$  eller ...) man går ved målinger.
- Press-ure-meter målinger af totalt luftindhold på den friske beton sammenholdt med TI-målinger på den hærnete beton viser ved en udført undersøgelse pæn sammenhæng (korrelation 0,91).
- Specifikationer vedrørende luftindblandet beton vil ofte være:

Total luft 4-6% (7%)

Specifik overflade 25-30  $\text{mm}^{-1}$

Afstandsfaktor 0,25-0,20 mm

Specifikt luftindhold for  
porer < 300  $\mu$ : 1,8%

- Målinger på TI af 613 luftindblandede betoner har vist, at 36% havde luftindhold < 4% og 10% et luftindhold > 7%. Middelværdi var 4,6%, spredning 2,1.

Specifik overflade var i 40% af 600 målte betoner < 30 mm<sup>-1</sup>. Middelværdi var 34 mm<sup>-1</sup>, spredning 11.

Afstandsfaktor var i 15% af 600 målte betoner > 0,20 mm, 6,5% var større end 0,25 mm. Middelværdi var 0,176 mm, spredning 0,084.

### 3. Konsulent Ole Torgersen, Nordisk Bygge kemi A/S

OT fremførte, at vi må huske, at beton er et NATURMATERIALE. Der sættes så mange forskellige krav til en beton efterhånden, så materialet har svært ved at opfylde alle disse krav samtidig.

I øvrigt bemærkedes:

- Brug af luftindblanding koster ca. 1 kr. pr. m<sup>3</sup> beton. Denne lave pris er muligvis årsag til manglende respekt i praksis, når det gælder om at anvende luftindblandingsstofferne korrekt.
- Doseringsnøjagtighed med hensyn til luftindblandingsstoffer er uhyre vigtig, da doseringsmængderne er meget små (0/00 af cementvægten). Denne faktor burde ofres langt større opmærksomhed i praksis.

### 4. Akademiingeniør J. O. Jespersen, A/S Sika-Beton

JOJ orienterede om, hvorledes et tilsætningsstoffirma vejleder kunderne i korrekt brug af tilsætningsstoffer, specielt luftindblandingsstoffer. Der blev fremført:

- Valg af middel afhænger af betontype (beton med flyveaske, flydebeton osv.), ligesom doseringsmængde.

- Kombinerede plastificering/luftindblandingsmidler sælges i bestemte blandingsforhold til opfyldelse af individuelle behov.
- Hos kunder eller på firmaets laboratorium udføres ofte forsøgsblandinger. Der aflægges besøg hos kunder af firmaets konsulenter, og firmaet har telefon-konsultation for vejledning og svar vedrørende problemer.
- Brug af 3-4 tilsætningsstoffer samtidig er ikke ualmindeligt. Dette giver ofte problemer med luftindblandingen, som eventuelt skal øges eller tilsættes på et bestemt tidspunkt.
- Problemer med varierende luftindhold skyldes fx:
  - for kort blandetid
  - lang tannsport
  - variationer i flyveaske kvalitet
  - brug af varm beton
  - ændringer i sætmål (flydebeton)
  - andre grusmaterialer
  - pumpning
- Problemerne kan løses.
- Flere betonfabrikker anvender fast dosering af luftindblandingsstof hele året. Dette skal give variationer.
- Fordele ved brug af luftindblanding er bl.a.
  - bedre bearbejdelighed

- vandreduktion på op til 10% mulig (normalt 2%)
- bleeding og separation nedsættes
- vandtæthed øges
- Ulemper ved brug af luftindblandingsstof kan være:
  - nedsat styrke
  - større svind og krybning
- Luftindblandingsstoffernes kvalitet kontrolleres på firmaets laboratorium.

5. Civilingeniør Jens Chr. Bernhardt, B. Højlund Rasmussen,  
Rådgivende Civilingeniører

JCB beskrev i sit indlæg beskrivelses- og tilsynsmæssige synspunkter ud fra dels den historiske udvikling, dels gældende beskrivelser for betonbroer og sidst registrering af data vedrørende luftindblanding.

Her fremhæves:

- I beskrivelse for betonbro fra midten af 50'erne anføres ingen krav om luftindblanding, men fra starten af 60'erne bliver anvendelsen almindelig praksis.
- Typisk beskrivelse fra 60'erne er: Der skal anvendes godkendt tilsætningsmiddel, der sikrer 4-6% luftindhold i betonen, ligesom der skal tilsættes plastificeringsstof, såfremt førstnævnte middel ikke er plastificerende. Det tilkommer entreprenøren at føre løbende kontrol med luftindholdet.

Det bemærkes, at

1. der stilles krav til øvre og nedre grænse
2. kravene er absolutte
3. luftindholdet (i den friske beton) skal kontrolleres, men intet om hvordan
4. Luftindholdskravet er ikke sat i relation til maksimal stenstørrelse.

- Ovennævnte krav viste sig operationelle i 60'erne. Hvis kassation kom på tale var det næsten altid fordi nedre grænse (4%) ikke var opfyldt. Til målinger anvendtes altid press-ur-metret. Målinger fandt også sted på betonværkerne inden transport til byggeplads.

- I 1970 trådte AAB 351 i kraft med nye krav:

"Luftindblandingsmidler og plastificeringsstoffer skal godkendes af tilsynet".

"Beton af klasse I og II skal have luftporeindhold som følger":

Maks.stenstørrelse (mm)	16	32
Luftporeindhold %	min. 4,0	min. 3,0
Vol.% (kar.værdi)	maks.8,0	maks.4,0

"Betonens luftporeindhold skal for al beton kontrolleres jævnlgt. 1 prøve pr. 25 m<sup>3</sup> ved indkørt produktion, dog mindst 1 prøve hveranden time, herunder hver gang der udtages prøve til styrkebestemmelse".

"Prøver til kontrol af betonkvalitet udtages ved støbestedet, dog suppleret med fornøden kontrol ved blandedanlægget; denne kontrol skal mindst omfatte systematisk sætmåls- og luftindholdskontrol".

- Ved sidstnævnte kravssæt bemærkes, at:

1. kravet skal nu eftervises ved statistisk test
2. kravene varierer efter  $D_{\max}$ .
3. prøveomfanget er fastlagt, men prøvemethoden er stadig fri.

- Disse krav var lidet operationelle på byggepladsen, hvilket medførte, at kravene ændredes til absolutte værdier i det gamle interval 4-6%.

- I DS 411, 1973, blev krav om luftindblanding normeret, afsnit 8.3.2. Til norm og vejledning bemærkes, at:

1. beskrivelsen for særlig udsatte konstruktionsdele skal nu indeholde krav til luftindholdets størrelse.
2. indholdet i den friske beton skal eftervises ved prøvning med press-ure-meter og, at denne eftervisning skal ske dels ved forprøvning og dels løbende under støbningen.
3. der ikke direkte anføres, at krav til luftindhold angives som karakteristiske værdier (selv om det nok vil være i normens ånd at gøre det).

- Gældende krav i dag tager udgangspunkt i DS 411, men en også præget af, at der i dag er metoder til eftervisning af luftporestrukturen i den hærtnede beton.

- Vejdirektoratet og DSB foreskriver nu ofte krav til afstandsfaktor  $\bar{L}$  ( $< 0,25$  mm) samt minimalt luftindhold på 4%, maksimalt 7% (absolutte værdier). Ligeledes ønskes oplyst hoved- og bivirkninger samt kloridindhold for anvendte tilsætningsstoffer. Krav til afstandsfaktor og evt. specifik overflade undersøges normalt ved forprøvningsprøver.
- Tiden vil vise, om vi kommer frem til krav om luftindhold, specifik overflade og afstandsfaktor, eftervist i den hærtnede beton i konstruktionen.
- Sluttelig en anbefaling af DBF's kontroljournalblade (blanket UB) til registrering af luftindhold i den friske beton.

6. Laboratorieleder Svend Borgselius, H. Hoffmann & Sønner  
A/S

---

SB beskrev nogle praktiske oplevelser og overvejelser som fx:

- Hvornår skal modtagerkontrollen ske? Før/efter vognen? Inden vibreringen? Før pumpen?
- Skal vi overhovedet tilsætte luft? Med de usikkerheder, der eksisterer i praksis, kunne man næsten lige så godt lade være. En mulighed er at uddanne "betonfolk" på alle niveauer - så vil der måske være en chance for at få betoner med ønsket luftindhold.
- Sjusker betonfabrikkerne? Ved uanmeldte pladsbesøg konstateres ofte, at de første læs beton ikke overholder specifikationerne. Der kunne ønskes større omhyggelighed fra fabriksside. Muligvis kunne etableres aftaler med betonleverandøren, så arbejdet kunne glide lettere.



## Diskussion

På opfordring indledtes diskussionen med et kort respons fra betonleverandørside, her repræsenteret ved Erik Hansen, 4K-Beton A/S:

EH påpegede, at der sker omhyggelig uddannelse af personale på fabrikken samt på kurser.

Der foregår årligt ca. 8.000 luftindholdsbestemmelser, dels efter blanding, dels ved aflevering. I gennemsnit er lufttabet ved transport ca. 1%. I enkelte tilfælde er set stigninger i luftindhold. Ved pumpning er set eksempler på op til 4%'s tab.

EH's ønsker var i overensstemmelse med flere af indledernes, specielt klarhed om, hvornår luftindholdet skal bestemmes, og hvor langt leverandørernes ansvar skal gå.

---

Efter livlig debat i tilhørergrupperne, blev der stillet følgende spørgsmål til panelet:

Spm.: Gudmundsson sagde, at 36% af undersøgte betoner på TI havde et luftindhold < 4%. Betyder det, at 36% går i stykker? Vejdirektoratets brorapport viste jo, at der ingen sammenhæng var mellem luftindhold og skader.

Svar: Gudmundsson: Ja! (- det siger teorien).

Spm.: Vil vakuumbehandling af en luftindblandet beton forringe bestandigheden?

Svar: Damgård Jensen: Luftporestrukturen kan forringes ved vakuumbehandling, og det er tanken at undersøge dette nærmere.

Spm.: Er det muligt at lave beton, som opfylder de nye vejreglkrav?

Svar: Bogdanovics: Hvis 9-11% luft i betonen fra værket er nødvendigt for at opfylde kravet om 4-6% luft i konstruktionen, hvem vil så acceptere de høje udgangsværdier?

Bernhardt: Det er ikke de rådgivendes problem! Luftindholdet skal bare være i orden på pladsen.

Borgselius: Opfyldelsen af vejregelkravene vil give virkelig mange praktiske problemer.

Spm.: Hvordan virker luftindblandingsstoffer og superplastificerende stoffer sammen?

Svar: Damgård Jensen: L-stofferne ændrer overfladespændingen, SPT-stofferne viskositeten. Der er ved forsøg vist vekselvirkning mellem visse stoffer, og forholdet bør fremover undersøges nøjere.

Spm.: Har betonsammensætningen større indflydelse end vi egentlig regner med? Her tænkes specielt på sandgraderingens betydning og også mængden under 0,125 mm.

Svar: Spørgsmålet blev ikke besvaret.

Spm.: Kendes variationerne inden for ét støbeafsnit?

Svar: Spørgsmålet blev ikke besvaret.

Spm.: Skal der luft i en beton med v/c-forhold mindre end 0,40?

Svar: Damgård Jensen: Teoretisk - nej! Under forudsætning af, at betonen er homogen og fuldt hydratiseret.

SPØRGSMÅL OG SVAR FRA TSS-GRUPPEN

Spm.1: Vil vakuumbehandling forringe en betons frostbestandighed?

Svar: Nej, vakuumbehandling reducerer v/c-tallet. Effekten er størst i det øverste lag. Det er også dette lag, der er mest udsat for frostpåvirkning. Er den udstøbte beton i forvejen en meget tæt beton med lavt v/c-tal ( $< 0,40$ ) og luftindblanding, vil en vakuumbehandling dog ikke altid være gavnlig og kan undtagelsesvis endog være skadelig, idet poresystemet ødelægges. Sidstnævnte forhold bør evt. undersøges ved prøvestøbning.

Spm.2: Er det i dag muligt at levere beton, som opfylder de nye vejregelkrav?

Svar: Nej.

Spm.3: Hvad er det, luft skal hjælpe på?

Svar: Luftindblanding nedsætter kapillarsugning (vand, saltopløsninger) i hærdnet beton, hvorved risiko for vandmætning eller indtrængning af skadelige salte sænkes (frost, kemiske angreb). Luftindblandingen giver også en bedre bearbejdelse af den friske beton samt sænker bleedingtendenser.

Spm.4: Hvad er de fysiske virkninger af luftindblandingsmidlerne og af boblerne?

Svar: Et luftindblandingsstof

- a) nedsætter vandets overfladespænding, dvs. indblander luft
- b. stabiliserer den indblandede luft, dels ved ab-

sorption på cementpartikler og dels ved udfældning af kalciumsalte i poregrænsen.

### Porerne

- a. virker som smøremiddel, dvs. øger bearbejdigheden, og kan anvendes, hvis tilslaget mangler filler.
- b. reducerer bleeding og separation, dvs. øger betonens kohæsion
- c. reducerer betonens evne til at optage vand ved kapillarsugning, dvs. reducerer vandmætningsmuligheden og reducerer muligheden for indtrængning af aggressive stoffer med vandet
- d. gør betonen i stand til at optage spændinger i forbindelse med frysning af vand, dvs. øger frostbestandigheden.
- e. gør betonen i stand til at optage spændinger i forbindelse med alkalikiselreaktioner, dvs. reducerer risikoen for skadelige alkalikiselreaktioner
- f. indblandet luft reducerer betonens trykstyrke - tommelfingerregel:  
4-5% pr. 1% indblandet luft udover det naturlige luftindhold.

Spm.5: Man taler meget om tilsætningsstoffets indflydelse på porefordelingen, men hvilken rolle spiller sandets gradering? Fx 1) 0,25 - 1 mm? 2) Mængden under 0,125 mm? Vi ved det er vigtigt for luftindholdet, men hvad med porefordelingen?

Svar: Spørgsmålet er endnu ikke afklaret. Der foreligger modstridende oplysninger i litteraturen. Svaret af-

hænger i øvrigt af betonsammensætningen.

Spm.6: Hvilken rolle spiller tilslagsgraderingen for lufttabet under transport?

Svar: Sandfraktionens gradering og totale andel er vigtig. Hvis tilslaget er sammensat med henblik på at opnå minimum hulrum mellem tilslagspartiklerne, dvs. minimum pastamængde nødvendig for en given bearbejdelse, har graderingen ingen betydning for lufttabet under transport.

Spm.7: Snakker man for meget om tilsætningsstoffer og for lidt om tilslag?

Svar: Tilslag og tilsætningsstoffer er begge vigtige delmaterialer i beton, ligesåvel som fx cement eller flyveaske.

spm.8: Hvad gør den lille entreprenør, som ikke er universitetsuddannet?

Svar: Allierer sig med forhandlerne, CtO og eventuelt institutterne, samt udfører prøvestøbninger.

Spm.9: Hvordan opnås en god luftindblanding ved pumpebeton?

Svar: Pumpebeton vil normalt være velsammensat med en god kornkurve af hensyn til pumpbarheden. Luftindblanding af en sådan beton vil normalt derfor også være god. Selv om der tabes luft under pumpningen, og det totale luftindhold måske derfor kommer under det specificerede (som oftest gælder specifikationerne luftindholdet i den friske beton målt direkte efter blanderen), vil porefordeling etc. som oftest fortsat være tilfredsstillende, da det hovedsageligt er de grove porer, der mistes. Man bør holde lavt pumpetryk og korrigere for pumpen ved proportionering.

Spm.10: Skal betoner med lavt v/c-tal luftindblandes?

Svar: Det er hverken nødvendigt eller tilstrækkeligt, idet der findes masser af eksempler på beton med v/c-tal  $> 0,30-0,40$ , uden luftindblanding, som er frostbestandige, og beton med v/c-tal  $< 0,30-0,40$ , som ikke er det. Luftindblanding er kun nødvendig for udendørs beton. Man bør trods alt anvende luftindblanding til al udendørs (normal) beton af hensyn til revner, inhomogeniteter etc.

Spm.11: Er afstandsfaktor afhængig af luftindblandingsfabrikat?

Svar: Ja, luftindblandingsstof-type, -modifikation og -dosering er afgørende parametre for den opnåelige afstandsfaktor.

Spm.12: Hvad betyder luftindblanding for armeringskorrosion?

Svar: Som nævnt ovenfor, reducerer luftindblanding betonens permeabilitet overfor vand (og evt. klorid) og vil derfor kunne reducere risikoen for armeringskorrosion. Denne afhænger dog også af karbonatisering og ilt diffusion. Stort set influerer luftindblanding ikke på armeringskorrosion.

Spm.13: Hvad medfører et for højt luftindhold for betonens holdbarhed?

Svar; Ved høje luftindhold ses ofte sammenhængende kæder af luftbobler. Disse store "kapillarer" kan lede fx vand og salt ind i betonen, hvorved holdbarheden kan sænkes. I øvrigt er styrketabet stort.

Spm.14: Hvorfra stammer 7% grænsen ved frost/tø/salt-påvirkning? Er den fastsat ud fra styrke- eller holdbarhedskrav?

Svar: a) Ved ikke b) Både og.

Spm.15: Skalsilica-betoner også luftindblandes? Hvor meget?

Svar: Ja - som øvrige betoner, hvis silicaen anvendes som cementerstatning i normale betoner. I specialtilfælde med v/c-tal  $\sim 0,20-0,30$  kan luftindblanding udelades.

Spm.16: Hvorfor er der problemer med at opnå tilstrækkeligt luftindhold i betoner med superplastificeringsstoffer?

Svar: Visse superplastificeringsstoffer eliminerer effekten af luftindblandingsstoffet (de indeholder skumdæmpere). Den meget flydende konsistens af en superplastificeret flydebeton gør, at luftboblerne har lettere ved at undslippe. Forskellige undersøgelser af samvirken mellem luftindblandings- og superplastificeringsstoffer har givet meget afvigende resultater, men der menes i visse tilfælde at være en kemisk-fysisk effekt.

Spm.17: Fås et bedre mål, hvis luftindholdet angives i forhold til pastamængden?

Svar: Ja, i USA angives det normalt i forhold til tilslagets maksimale kornstørrelse. Det samme er tilfældet i DIF's Anvisning 61.

Spm.18: Hvis forudsigelige lufttab i en beton medfører, at der skal indblandes 10% luft (fx) fra fabrikken, hvad sker der så med afstandsfaktoren og porestrukturen?

Svar: Afstandsfaktoren afhænger primært af det valgte luftindblandingsstof og den valgte dosering, således at

den vil være mindre eller konstant, uanset en reduktion i totalt luftindhold, da det hovedsageligt er de grove porer, der mistes.

Spm.19: Kan vi ikke glemme alt om luftindblanding i beton og i stedet overfladebehandle særligt udsatte betoner?

Svar: Nej, det er meget få konstruktioner og konstruktionsdele, der kan forsegles helt mod vandindtrængning.

Spm.20: Hvornår skal man måle luftindholdet?

Svar: For byggepladskontrol er press-ur-meteret det eneste anvendelige, og det bør her anvendes til modtagerkontrol af den færdigblandede beton, dog så tæt på udstøbningen som muligt. For fastlæggelse af afstandsfaktor etc. under prøvestøbninger med henblik på valg af luftindblandingsstof og -doserings kan porestrukturanalyse i det statistisk nødvendige omfang eventuelt anvendes i forbindelse med prøvestøbninger.

Spm.21: Kan man lave frostbestandig beton uden luftindblanding? Er der en v/c-tals grænse?

Svar: a) Ja. b) Der er eksempler både på frostbestandige betoner uden luftindblanding med v/c-tal også over 0,30-0,40, ligesom der er eksempler på ikke-frostbestandige betonen med v/c-tal under 0,30-0,40.

Spm.22: Opfanger luftindblanding ikke de "dårligdomme", som er opstået ved, at betonen af andre årsager er revnet?

Svar: Nej.



Spm.23: Hvis tendensen går mod større kontrol af den hærde beton, har man så oversigt over, hvor store variationerne i luftindhold er, fx inden for et støbeafsnit? Hvor mange prøver er nødvendige?

Svar: Ved ikke.

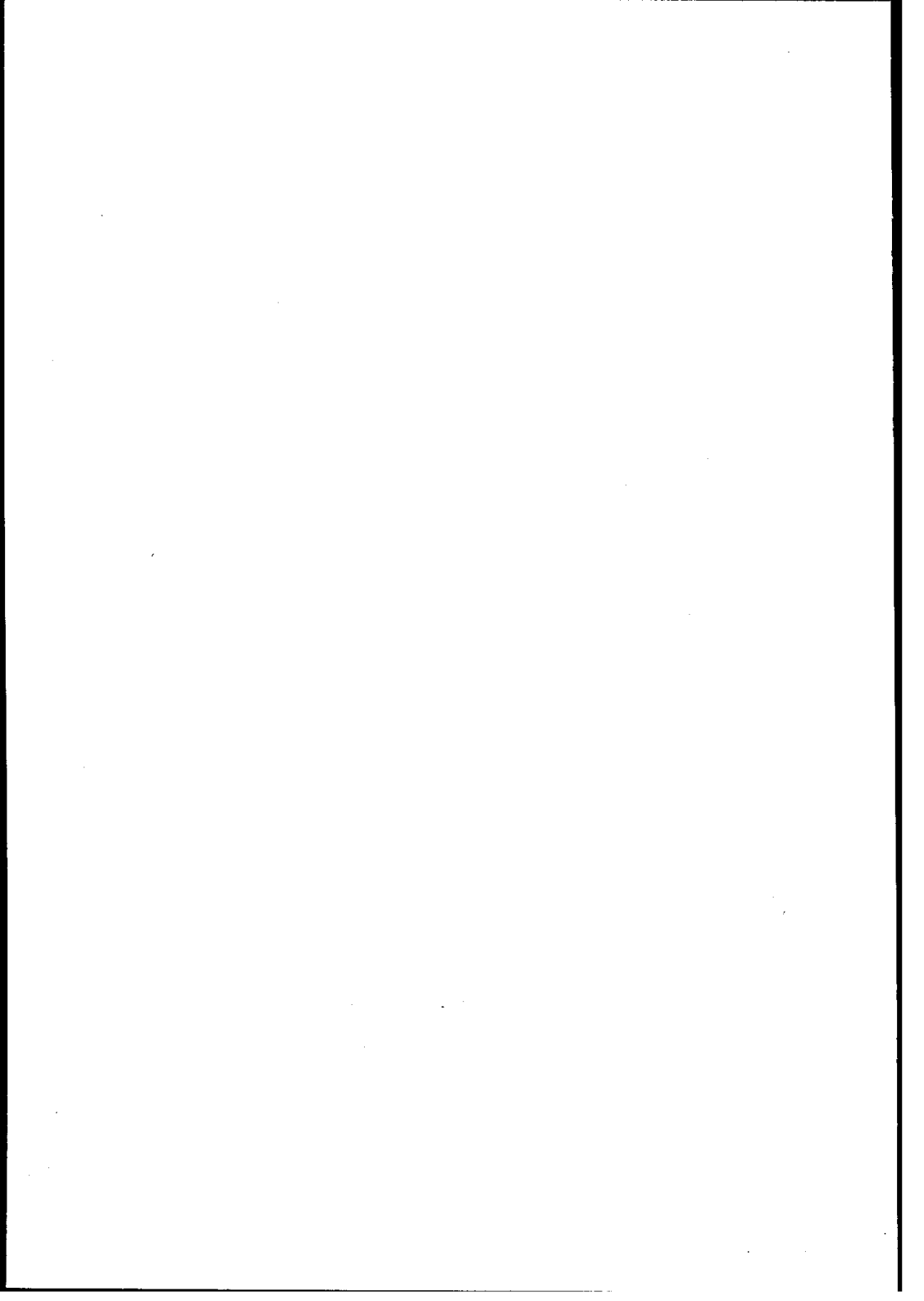
Spm.24: Betyder cementtypen noget for luftindhold og porefordeling?

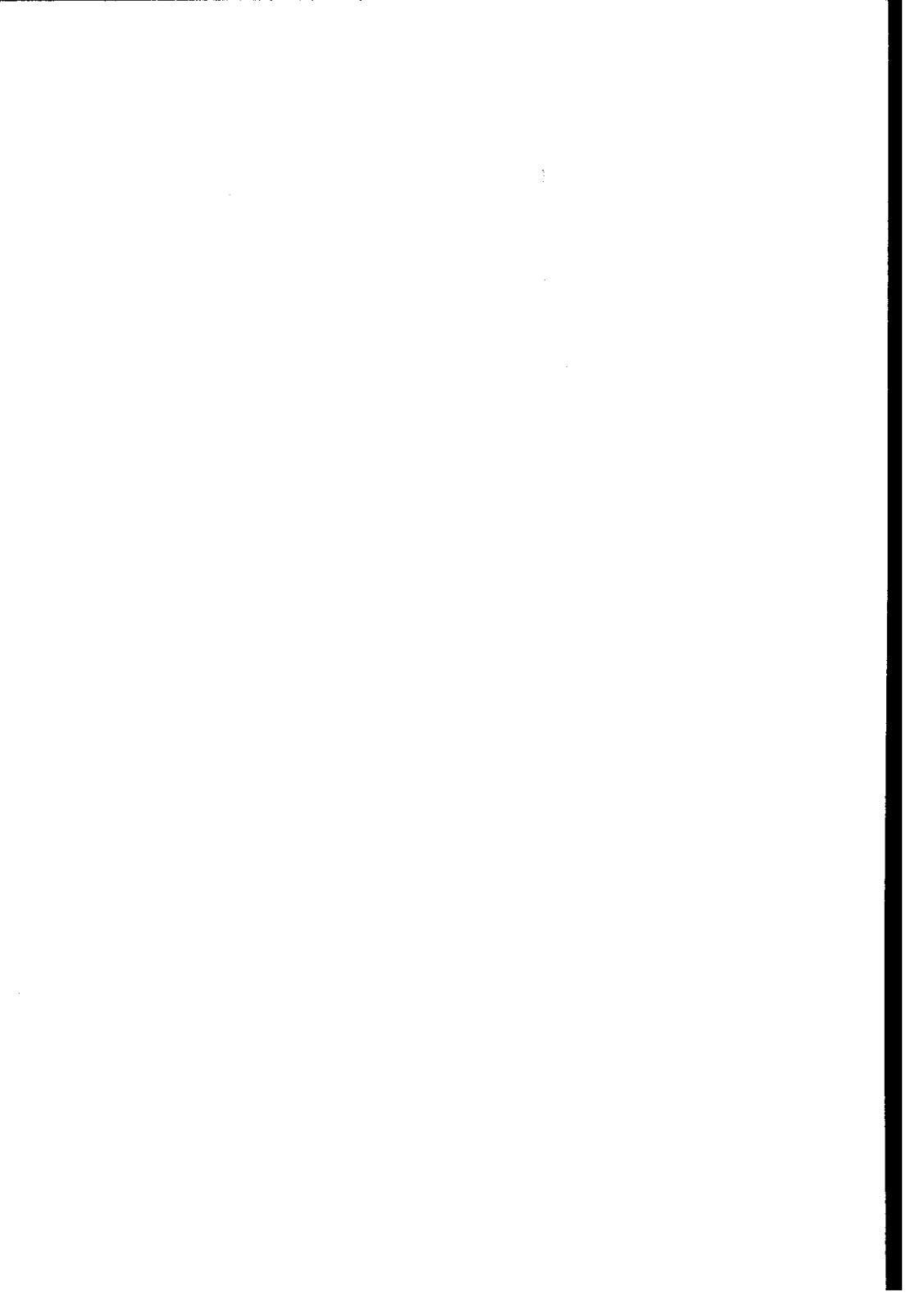
Svar: Nej, der er ikke forskel på de danske cementer i denne retning. Dog gælder dette ikke den varslede nye portland-flyveaske-cement. Det er formodentlig svært at få luft i denne.

Spm.25: Kan man ikke finde en relation mellem luftindhold i forskellige betontyper?

Svar: Nej, kun, hvis der er tale om eksakt samme, og konstante, beton.

- - o - -





ISSN-0106-0406  
ISBN-87-87823-24-1

teknisk forlag a.s. København