



Afdelingen for Bærende Konstruktioner
Department of Structural Engineering
Danmarks Tekniske Højskole - Technical University of Denmark

Resuméoversigt 1980
Summary of Papers 1980

Serie R

No 135

1981

AFDELINGEN FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER
Danmarks tekniske Højskole
Bygning 118, 2800 Lyngby. Tlf. (02) 88 35 11

DEPARTMENT OF STRUCTURAL ENGINEERING

Technical University of Denmark

Building 118, DK-2800 Lyngby, Denmark

RESUMEOVERSIGT 1980

Summaries of Papers 1980

Redigeret af
P. Lange-Hansen

INDHOLD

1. Videnskabelige publikationer m.v.	3
2. Rekvirerede undersøgelser.....	56
3. Eksamensprojekter.....	61
Emneregister.....	

Notationer:

[Lic.]: Licentiatafhandling.

[*] : Publikationen kan ikke erhverves gennem Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Der henvises til den anførte institution e.l.

● CONTENTS

1. Scientific papers etc.	3
2. Reports on contract work.....	56
3. Final year projects.....	61
Subject index.....	

● Notations:

F : Lecture note.

Gratis : Free available upon request.

I : Internal report.

[Lic.] : Thesis for the degree of Doctor of Philosophy.

Pris kr. : Price in D.kr.

R : Report.

s. : Pages.

S : Report on contract work.

[*] : The publication cannot be obtained from the Department of Structural Engineering. Please apply to the publishing institution indicated.

● : Text in English.

1. VIDENSKABELIGE PUBLIKATIONER M.V.

● Scientific papers etc.

Publikationer, der ikke er mærket med [*] eller med pris, er gratis.

Publikationer, som er mærket med [*], kan ikke erhverves gennem Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Der henvises til den anførte institution eller udgiver.

Publikationer med pris angivet vil blive faktureret til bestilleren.

Der er indført en abonnementsordning for Afdelingens serie "Rapporter", der beskriver forskningsresultater fra ABK. Publikationerne i denne serie kan fås tilsendt straks ved udgivelsen for en abonnementspris af kr. 60.-, dækkende udgivelserne i perioden 1.7.1981 - 30.6.1982 (ca. 5 - 8 publikationer). Anmodninger om abonnement kan gives skriftligt eller telefonisk til Afdelingen.

Endvidere er der indført en abonnementsordning for Afdelingens serie "Forelæsningsnotater", der indeholder grundlaget for de fleste af Afdelingens undervisningstilbud. Mange emner beskrives her for første gang på dansk. Publikationerne i denne serie kan fås tilsendt straks ved udgivelsen med en abonnementsrabat på 20%. Anmodning om abonnement for perioden 1.7.1981 - 30.6.1982 må ske skriftligt, f.eks. på den kupon, som findes bagest i dette hefte. Abonnementsprisen vil blive opkrævet ved periodens udløb.

● Publications not marked with an [*] or for which no price are indicated are free upon request. For a publication for which a price is indicated, payment must be made at the time of ordering.

The series "Reports" in which the research reports are being published may be obtained in subscription. The subscription price outside Denmark, covering publications in the period 1st July 1981 to 30th June 1982, is D.Kr. 60.-. Payment should accompany orders of subscription.

A publication exchange agreement may be made with institutions working with structural research problems.

AGERSKOV, H. and J. BJØRNBAK-HANSEN: • Fatigue Strength of Welded Connections in Round Bar Steel Structures. International Institute of Welding, Paris, IIW Document XIII-939-80, July 1980, 33 s. [*]. 1)

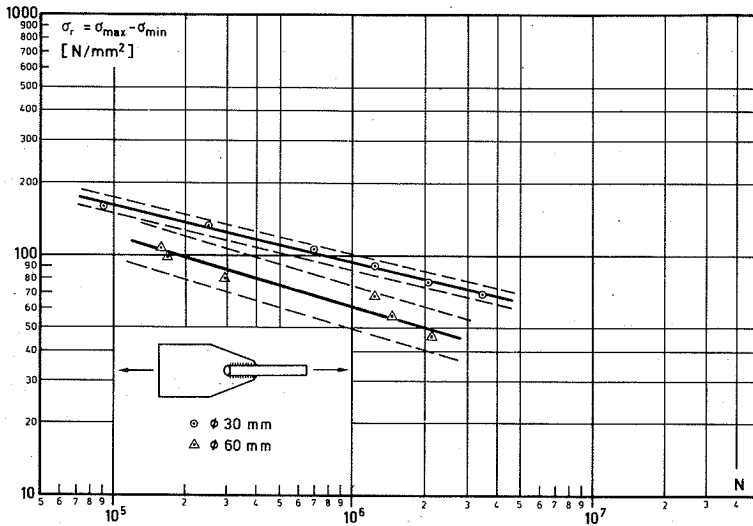
• Welded connections in round bar steel structures are studied with a view to clarifying the strength and stiffness characteristics of the various types of connections commonly used. Various forms of butt-welded joints in round bar members and various types of connections between round bars and other structural elements, e.g. gusset plates in trussed structures, are examined. The main emphasis in the investigation is laid upon the fatigue strength of the connections, but tests to determine the static strength of the various connection types are also included.

The test results obtained in the investigation make possible, for both statically loaded structures and structures subjected to fatigue, the selection of the optimum connection, taking the strength as well as the production costs into consideration.

I artiklen er gjort rede for de vigtigste resultater, der er opnået i en undersøgelse af styrke- og deformationsegenskaberne for forskellige typer svejste samlinger i rundjernskonstruktioner. Der indgår i undersøgelsen dels forskellige udformninger af stumpsvejste stød i rundjern og dels forskellige udformninger af befæstelsen af rundjern til andre konstruktionselementer, f.eks. knudeplader i gitterkonstruktioner. Hovedvægten i undersøgelsen ligger på samlingernes udmattelsesstyrke. Der indgår dog også forsøg til bestemmelse af den statiske styrke for de forskellige samlingstyper.

De opnåede forsøgsresultater gør det muligt for såvel statisk belastede som for udmattelsespåvirkede konstruktioner, opbygget af rundjern, at vælge den optimale udformning af samlingerne under hensyntagen til såvel styrke som fremstillingsomkostninger.

1) Se notationerne s. 2. See the notations, p. 2.



Resultater af udmattelsesforsøg med svejste befæstelser af rundjern til knudeplader. Den viste type med aflastningshul havde lavere udmattelsesstyrke end to andre samlingstyper. • Results of fatigue tests on welded round bar - gusset plate connections. The shown type with a stress release hole had lower fatigue strength than two other connection types. Ref.: AGERSKOV, H. and J. BJØRNBAK-HANSEN: Fatigue Strength of Welded Connections in Round Bar Steel Structures.

ASKEGAARD, V.: • Design and Application of Stress and Strain Cells with Small Measuring Errors. Transducer/Tempcon '80 Conference, London 1980. 19 s. [*].

• In structures containing materials with inadequately described constitutive equations it may be necessary to measure both the stress and the strain field.

The measuring error in such a problem is mainly influenced by the cell installation process, the geometry of the cells and their material properties in relation to those of the surrounding material.

Two design bases are described, one for stress cells

placed in the interface between a stiff wall and matrix, and one for stress and strain cells in a free field, and the results of calibration tests are given where the design basis is checked.

This is followed by a discussion of the types of cells used for tests in silos and silo models. Examples of applications are also given.

Det kan være nødvendigt at bestemme både spændings- og tøjningstilstanden eksperimentelt i konstruktioner der er opbygget af materialer med dårligt beskrevne egenskaber.

Måleusikkerheden i et sådant tilfælde afhænger hovedsageligt af monteringsproceduren for de anvendte spændings- og tøjningsmålere, af deres geometri og af materialeegenskaberne.

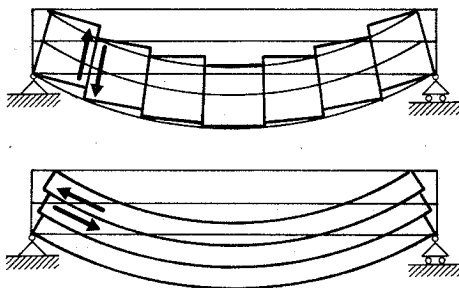
Der omtales dels et dimensioneringsgrundlag for spændingsmålere (trykceller) anbragt i skillefladen mellem en stiv væg og et sammentrykkeligt medium og dels et dimensioneringsgrundlag for spændings- og tøjningsmålere anbragt i et sammentrykkeligt medium. Resultater fra kalibreringsforsøg hvor dimensioneringsgrundlaget er sandsynliggjort, gives ligeledes.

Dernæst omtales målere benyttet til forsøg i siloer og silomodeller. Eksempler på anvendelse er endvidere givet.

BACH, FINN: Introduktion til bærende konstruktioner. Kompendium til B-retningens grundkursus, kursusnummer 8862. (● Introduction to Structural Engineering. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 134 s. Udsolgt.

Kompendiet giver efter en kort indføring i statikkens grundlag en behandling af konstruktionselementerne. De enkelte konstruktionselementers statiske virkemåde forklares kvalitativt, og der gives eksempler på deres forekomst i virkelige konstruktioner.

Grundelementerne i belastningslæren, statikken og elasti-



Forskydningspåvirkninger i en bjælke. • Shear stresses in a beam. Ref. BACH, FINN: Introduktion til bærende konstruktioner.

citets- og styrkelæren introduceres, og en dimensionerings-procedure for de simpleste konstruktionselementer angives.

Endelig gives en kort omtale af betonkonstruktioner. (Udkommer i ny udgave 1981).

• Following some fundamental definitions is given a treatment of the structural components. The static behaviour of the elements is explained quite qualitatively and examples of the appearance of the components in real structures are given.

The fundamental elements of the theory of loadings, statics and elasticity are then introduced and a design procedure for simple structural components is shown.

Finally, structural components in concrete are mentioned. (New edition appears in 1981).

BACH, FINN, M.P. NIELSEN and M.W. BRÆSTRUP: • Shear Tests on Reinforced Concrete T-Beams. Series V, U, X and S. Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. R 120, 1980. 86 s. Gratis.

• The paper reports on 40 static tests and 7 fatigue tests on simply supported T-beams subjected to symmetrical two-point loading. The webs were reinforced with stirrups, generally vertical stirrups.

The purpose of the static tests was, besides to confirm the results of the previous test series to investigate the dependence of the web effectiveness factor v on the different parameters, among these the reinforcement details, the width of the beam web, and the concrete strength.

The main purpose of the fatigue tests was to determine the fatigue strength of beams with shear reinforcement designed in accordance with the web crushing criterion for the loading gap $V_{\min} = 15$ kN and $V_{\max} =$ the service load (50% - 60% of the ultimate load).

The principal conclusions drawn from the tests are as follows:

- The results are generally in good agreement with the web crushing criterion, (eq. (1.1)-(1.2)). The best correspondence between test results and the theory are obtained for $v = 0.70$ when all tests are considered. For the individual test series the closest fit are obtained with the v -values in the interval $0.58 < v < 0.83$,
- The dependency of v on the concrete strength and the concrete cover were found to be significant. The best empirical model for v was

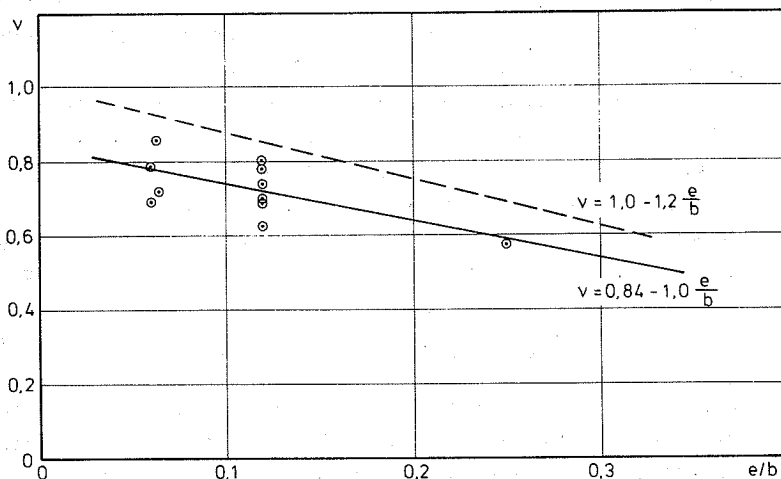
$$v = 1.11 \left(0.8 - \frac{\sigma_c}{200} \right) \left(1.0 - 1.2 \frac{e}{b} \right) \quad (1)$$

where σ_c , e and b are the concrete strength, concrete cover and width of beam web, respectively. However, when test results from other laboratories are included, the more simple model

$$v = 0.8 - \frac{\sigma_c}{200} \quad (2)$$

are producing results quite as good as (1), why this model is recommended for practical use.

- The fatigue tests showed that with a maximum load not exceeding 56% of the ultimate load, $2 \cdot 10^6$ pulsations did not lead to shear failure. A statical test after the $2 \cdot 10^6$ pulsations did not show any reduction of the load carrying capacity.



Effektivitetsfaktor v . Teoretiske og empiriske modeller (linier) sammenlignet med forsøgsresultater (punkter). e/b : betondæklagets tykkelse/kropbredden. ● Web effectiveness parameter v . Theoretical and empirical models (lines) compared to experimental results (points). e/b : concrete cover thickness/web width. Ref.: BACH, FINN, M.P. NIELSEN and M.W. BRÆSTRUP: Shear Tests on Reinforced Concrete T-beams. Series V, U, X, B and S.

Rapporten omhandler 40 statiske forsøg og 7 udmattelsesforsøg med simpelt understøttede T-bjælker belastet med de symmetriske anbragte enkeltkræfter. Bjælkerne var forsynet med forskydningsarmering, i almindelighed i form af lodrette bøjler.

Formålet med de statiske forsøg var - udover at bekræfte resultaterne af tidligere forsøgsserier - at undersøge effektivitetsfaktoren v 's uafhængighed af forskellige parametre, bl.a. armeringsdetaljer, kropbredde og betonstyrke.

Udmattelsesforsøgenes hovedformål var at bestemme udmattelsesstyrken af bjælker med en forskydningsarmering dimensioneret efter trykbrudskriteriet for spændingsgab $V_{\min} = 15 \text{ kN}$ og $V_{\max} = \text{brugslasten}$ (d.v.s. 50-60% af brudlasten).

På basis af forsøgsresultaterne kan drages følgende hovedkonklusioner:

- Resultaterne er i god overensstemmelse med trykbrudskriteriet (ligning (1.1) - (1.2)). Den bedste overensstemmelse mellem forsøg og teori opnås med $\nu = 0.70$, når alle forsøgsresultater betragtes. For de enkelte forsøgsrækker opnås den bedste overensstemmelse med ν -værdier, der varierer inden for intervallet $0.58 < \nu < 0.83$,
- Variation i effektivitetsfaktoren med betonstyrken og betondæklaget fandtes at være signifikant. Den bedste empiriske model for ν som funktion af disse parameter var

$$\nu = 1.11 \left(0.8 - \frac{\sigma_c}{200} \right) \left(1.0 - 1.2 \frac{e}{b} \right) \quad (1)$$

hvor σ_c , e og b angiver henholdsvis betonstyrken, betondæklagets tykkelse og krobpredden. Medtages imidlertid resultater fra andre laboratorier, giver den simple model

$$\nu = 0.8 - \frac{\sigma_c}{200} \quad (2)$$

mindst lige så gode resultater som (1). Denne model anbefales derfor ved praktiske anvendelser.

- Udmattelsesforsøgene viste, at med en maksimumlast V_{\max} mindre end 56% af brudlasten fører $2 \cdot 10^6$ -pulsationer ikke til forskydningsbrud. Et statisk forsøg efter $2 \cdot 10^6$ -pulsationer førte ikke til nogen reduktion i forskydningsbæreevnen.

BJØRNBAK-HANSEN, J. og HERBERT KRENCHER: Undersøgelse af letkonstruktionsbeton til bærende konstruktioner. (● Investigation of Structural Lightweight Aggregate Concrete. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Intern rapport nr. I 65, 1980. 46 s. Gratis.

Undersøgelser af let konstruktionsbeton fremstillet med en passende volumenandel porøst tilslagsmateriale i form af ekspanderede lerklinker. Arbejdet koncentrerer sig omkring styrkeområder:

1. En forholdsvis stærk beton, cylinderstyrke $\sigma_c = 35-40$ MPa med densitet på $1700-1800 \text{ kg/m}^3$, som er tænkt anvendt til lette, forspændte brokonstruktioner o.lign., samt
2. En betydeligt svagere beton, $\sigma_c = 20-25$ MPa med densitet på $1500-1600 \text{ kg/m}^3$, til brug ved mindre krævende opgaver.

Til den førstnævnte beton kræves specielt klinkermateriale med høj egenstyrke, $\sigma_e = 27-30$ MPa (ifølge Bache) og korn-densitet $\rho_d \sim 1200 \text{ kg/m}^3$, hvorimod den sidstnævnte beton kan fremstilles ud fra de almindeligt foreliggende letklinker ($\sigma_e \sim 8$ MPa, $\rho_d \sim 650$), som normalt anvendes til isolationsformål.

Ved indledende forsøg er der lagt vægt på at finde fremgangsmåder ved proportionering og blanding, som også i praksis kan give reproducerbare resultater.

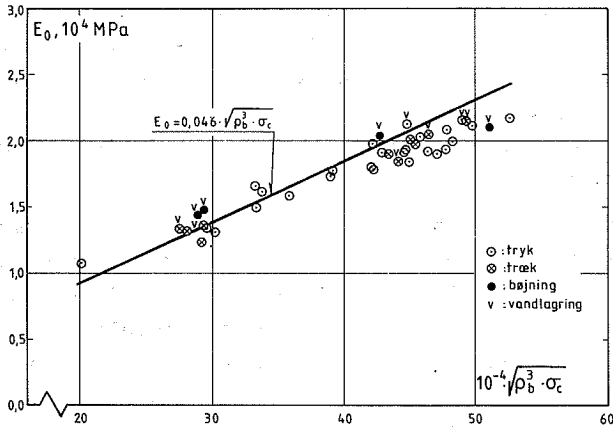
Ved hovedforsøgene er der foretaget nøjere undersøgelser af følgende materialeparametre:

1. Trækstyrken
2. Arbejdskurver i tryk, træk og bøjning
3. Armeringens forankring
4. Revnedannelse i trækzonen
5. Forskydningsbæreevne
6. Svind og krybning

• Investigations of lightweight aggregate concrete made with a suitable proportion of porous aggregate in the form of expanded clay clinker. Interest has concentrated on two strength fields:

1. A comparatively strong concrete, cylinder strength $\sigma_c = 35-40$ MPa, with a density of $1700-1800 \text{ kg/m}^3$ intended for light, prestressed bridge structures and similar, and
2. A considerably weaker concrete, $\sigma_c = 20-25$ MPa with a density of $1500-1600 \text{ kg/m}^3$, for use in less demanding structures.

A special clinker material with high inherent strength,



Ekperimentelle værdier af elasticitetskoefficienten E_0 for let konstruktionsbeton i forhold til Pauws formel (optrukket linie). ● Experimental values of Young's modulus E_0 of lightweight aggregate concrete compared with the values according to Pauw's formula (full line). Ref.: BJØRNBAK-HANSEN, J. og HERBERT KRENCHER: Undersøgelse af let konstruktionsbeton.

$\sigma_e = 27-30$ MPa (according to Bache), and a true particle density of $\rho_d \sim 1200$ kg/m³ is required for the first type of concrete, whereas it is possible to make the second type of concrete with the ordinary lightweight clinker normally used for insulation purposes, ($\sigma_e \sim 8$ MPa, $\rho_d \sim 650$).

In preliminary tests importance has been attached to finding methods of proportioning and mixing that will also give reproducible results in practice.

In the main tests, detailed investigations have been made of the following material parameters:

1. Tensile strength
2. Stress-strain curves in compression, tension and flexion
3. Anchorage of reinforcement
4. Development of tensile cracks
5. Carrying capacity in shear
6. Shrinkage and creep

BJØRNBAK-HANSEN, J., se også AGERSKOV, H. og J. BJØRNBAK-HANSEN.

BRYDER, KAJ L.: Optimeringsmetoder for 2-dimensionale legemer af ideal-plastisk materiale. (● Optimization Methods for 2-Dimensional Continuums of Ideal-Plastic Material. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. R 117, 1979. 188 s. [Lic.]. Gratis.

Afhandlingen omhandler numeriske optimeringsmetoder for 2-dimensionale legemer af ideal-plastisk materiale. Der gives dels en historisk oversigt, dels udvikles nye metoder på basis af nedreværdiprincippet. Disse fastlægger plane, statisk tilladelige spændingsfordelinger ved anvendelse af henholdsvis en elementmetode og en differensmetode. Flydebettingelserne lineariseres, og optimale løsninger for bæreevne eller materialebehov bestemmes ved lineær programmering.

De udviklede metoder benyttes ved bestemmelse af dels bæreevne/armeringsbehov for jernbetonskiver, dels bæreevne for stribefundamenter. Metoden baseret på differensligninger udviser de bedste resultater og synes velegnet til formålet.

● The report deals with computer optimization methods for 2-dimensional continuums of ideal-plastic material. A historical survey is given and two new methods are developed on the basis of the lowerbound theorem. The methods define statically admissible plane stress fields by using respectively a finite element method and a finite difference method. The yield conditions are linearized, and optimal solutions for limit loads or design are found by using linear programming.

The developed methods are applied when deciding limit loads or optimal design of reinforced concrete constructions with plane stress and when deciding limit loads of strip-footings. The method based on finite difference equations is found very suitable and gives the best results.

BRÆSTRUP, M.W.: • Dome Effects in RC Slabs: Rigid-Plastic Analysis. Journal of the Structural Division, Proc. ASCE, Vol. 106, No. ST 6, June 1980, pp. 1237 - 1253. [*].

• The literature on compressive membrane action (dome effect) in restrained slabs is reviewed with emphasis on plastic analysis. The differences between the flow theory and deformation theory approaches are discussed. A yield condition for reinforced concrete sections subjected to bending moment and axial force is formulated. As an example, the rigid-plastic, restrained one-way slab under uniform loading is considered, load-deflection curves being computed by flow theory and deformation theory. It is shown that the latter leads to unrealistic predictions, due to the fact that full compressive stresses are assumed in the concrete although the compressive strains are decreasing in magnitude.

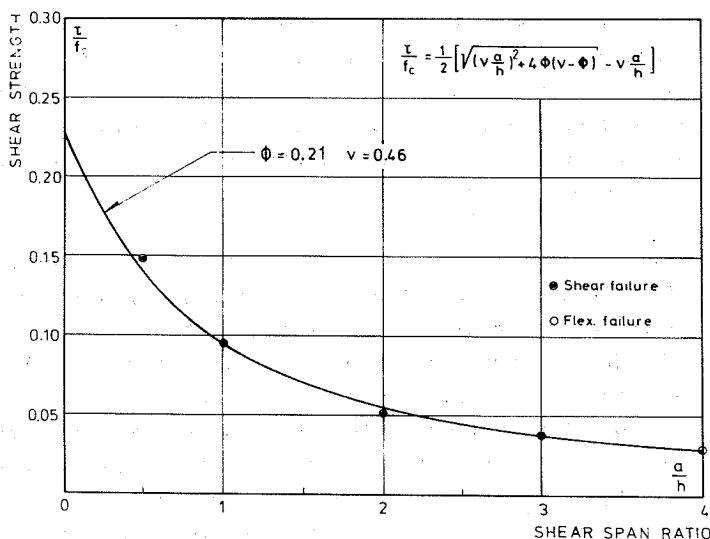
Kuppelvirkning i jernbetonplader : stift-plastisk analyse. Litteraturen vedrørende trykmembranvirkning (kuppelvirkning) i jernbetonplader med hindret sideudvidelse gennemgås med hovedvægten på plastiske beregninger. Forskellen imellem flydeteori og deformationsteori diskuteres. En flydebetingelse for jernbetontværsnit påvirket af moment og normalkraft angives. Som et eksempel behandles den stift-plastiske, indspændte pladestrimmel med jævnt fordelt belastning og last-nedbøjningskurver beregnes på basis af flydeteori og deformationsteori. Det påvises at sidstnævnte fører til urealistiske resultater fordi der antages fulde trykspændinger i betonen selvom tryktøjningerne er aftagende.

BRÆSTRUP, M.W.: • Plastic Analysis of Shear in Reinforced Concrete Beams. Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, Série des Sciences Techniques, Vol. 27, No. 8-9, 1979, pp. 11 - 21. [Reprints available].

• Coinciding upper and lower bound solutions are given for the shear strength of beams with inclined, vertical, or no

stirrups, subjected to point loading. The concrete is idealized as a rigid, perfectly plastic material with the square yield locus for plane stress, i.e. the tensile strength is neglected. The limited ductility of concrete is taken into account by a reduction of the compressive strength. The solutions are shown to agree well with experimental evidence. The application of plasticity to shear problems in structural concrete in general is advocated, and references to additional work is given.

Sammenfaldende øvre- og nedreværdiløsninger angives for forskydningsstyrken af bjælker med skrå, lodrette eller ingen bøjler, med koncentreret belastning. Betonen idealiseres til et stift, idealt plastisk materiale med den kvadratiske flydekurve for plan spændingstilstand, d.v.s. trækstyrken negligeres. Der tages hensyn til betonens begrænsede flydeevne ved en reduktion af trykstyrken. Det påvises at løsningerne stemmer godt overens med forsøgsresultater. Det



Forsøgsresultater for bæreevnen af forspændte betonbjælker uden forskydningsarmering sammenlignet med den teoretiske, plastiske løsning. ● Test results for beams without stirrups compared with plastic solution. Ref.:

BRÆSTRUP, MIKAEL W.: Plastic Analysis of Shear in Reinforced Concrete Beams.

anbefales at anvende plasticitetsteorien på generelle forskydningsproblemer i jernbeton, og der henvises til yderligere arbejder om emnet.

BRÆSTRUP, M.W.: • Shear Strength of Reinforced Concrete Beams.

3. Edition. Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Serie F, No. 53, 1980. 61 s. Kr. 18.-.

• The shear strength of beams with vertical or inclined stirrups, subjected to point loading, is analysed based upon the truss analogy. The optimal strut inclination and the corresponding maximum shear capacity (the web crushing criterion) is derived from the equilibrium equations. Assuming perfectly plastic material properties, the web crushing criterion is shown to be the exact plastic solution, and a corresponding failure mechanism is determined. Comparison with test results shows excellent agreement provided the limited concrete ductility is compensated by an empirical effectiveness factor on the compressive strength. Plastic solutions are also given for beams with distributed loading, and with few or no stirrups. Design of shear reinforcement based upon variable strut inclination is discussed and compared with the Danish building code DS 411 and with the CEB-FIP Model Code.

Baseret på gitteranalogien analyseres forskydningsstyrken af bjælker med skrå eller lodrette bøjler, påvirket af koncentreret belastning. Den optimale betontrykhældning og den tilsvarende maximale bæreevne (trykbrudskriteriet) bestemmes ved hjælp af ligevægtsligningerne. Det vises at under forudsætning af idealt plastiske materialeegenskaber er trykbrudskriteriet den korrekte plasticitetsteoretiske løsning og en tilsvarende brudmekanisme bestemmes. Ved sammenligning med forsøgsresultater konstateres udmærket overensstemmelse dersom betonens begrænsede flydeevne kompenseres ved en empirisk effektivitetsfaktor på trykstyrken. Plastiske løsninger angives også for bjælker med jævnt fordelt be-

lastning samt med få eller ingen bøjler. Dimensionering af bøjlearmering baseret på variabel trykhældning diskuteres og sammenlignes med reglerne i DS 411 og i det seneste normforslag fra CEB-FIP.

BRÆSTRUP, M.W. and C.T. MORLEY: • Dome Effects in RC Slabs:

Elastic-Plastic Analysis. Journal of the Structural Division, Proc. ASCE, Vol. 106, No. ST6, June 1980, pp. 1255 - 1262. [*].

• The influence of elastic deformations on compressive membrane action (dome effect) in restrained slabs is discussed in general. The elastic-plastic circular slab under uniform loading is analysed by a flow theory approach, based upon an assumed conical failure mechanism. The radial compression and the support flexibility is lumped into a single boundary spring, and an initial elastic deflection is assumed. The resulting first-order differential equation for the radial membrane force is solved, and the load-deflection relationship computed. The rising part of the load-deflection curve is compared with the results of a test series, and reasonable agreement is found, especially with respect to the peak load.

Kuppelvirkning i jernbetonplader: Elastisk-plastisk analyse. Indflydelsen af elastiske deformationer på trykmembranvirkning (kuppelvirkning) i jernbetonplader med hindret sideudvidelse diskuteres generelt. Den elastisk-plastiske cirkulære plade med jævnt fordelt belastning beregnes ved flydeteorien, under antagelse af en kegleformet brudmekanisme. Den radiære sammentrykning og understøtningens eftergivelse slås sammen til en enkelt randfjeder, og en elastisk begyndelsesnedbøjning antages. Den tilsvarende første ordens differentiaalligning for den radiære membrankraft løses, og sammenhængen imellem belastning og nedbøjning beregnes. Den stigende gren af last-nedbøjningskurven sammenlignes

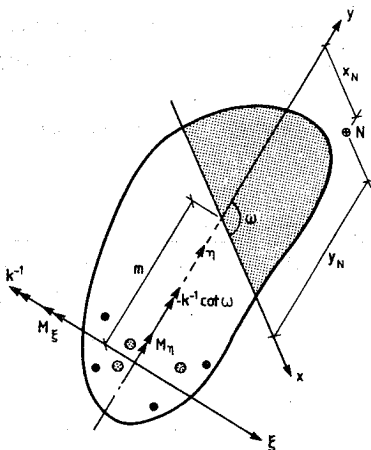
med resultaterne af en forsøgsserie, og der konstateres rimelig overensstemmelse, specielt med hensyn til den maksimale bæreevne.

BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: • Stress Analysis of Cracked Arbitrary Concrete Section Under Service Load. Journal of the American Concrete Institute, Vol. 77, No. 6, Nov.-Dec. 1980, pp. 458 - 468. [*].

• The general case of arbitrary concrete sections with a mixed reinforcement consisting of a combination of prestressed and non-prestressed reinforcement arbitrarily distributed over the cross-section loaded in biaxial bending by a (double eccentric) normal force acting at an arbitrary point or loaded in pure (biaxial) bending is analysed. In the serviceability limit state the analysis leads to three non-linear equations with three unknowns. The problem is complicated by the low tensile strength of the concrete which results in cracked cross-section and by the interaction of shrinkage and creep, elastic strains of concrete and steel, and steel relaxation - a fact which is often neglected, but which has significant influence. The same applies to the effect of the frequent combination of sustained and transient loads. The relaxation properties can be taken into account as an arbitrary function of the steel strain.

The analysis under service load is of importance for investigations of deformations, crack widths and the safety against buckling and fatigue. The analysis can be carried out by means of programmable calculators with limited capacity such as f.inst. a Hewlett Packard HP-67 or HP-97, but the HP-41C facilitates the calculation.

I det generelle tilfælde, d.v.s. vilkårligt betontværsnit med kombineret forspændt og ikke-forspændt armering vilkårligt fordelt over tværsnittet og påvirket til (skæv)



Vilkårligt, revnet, delvis forspændt tværsnit med blandet armering. Spændingsberegningen inkluderer den indbyrdes afhængighed mellem svind, krybning, elastisk tøjning af beton og stål og stålets relaxsation samt indvirkningen af kombineret lang- og korttidslast. • Arbitrary, cracked, partially prestressed cross-section. The analysis covers the interaction of shrinkage, creep, elastic strains of concrete and steel, and steel relaxation as well as the effect of combinations of sustained and transient loads. Ref.: BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Stress Analysis of Cracked Arbitrary Concrete Section Under Service Load.

bøjning, fører spændingsberegningen i brugstilstanden til tre ikke-lineære ligninger med tre ubekendte. Problemet kompliceres især af betonens ringe trækstyrke, som resulterer i revnede tværsnit, men også af den indbyrdes afhængighed mellem betonens elastiske tøjninger, svind og krybning og armeringens relaxsation - et forhold som oftest negligeres; men som ikke er uvæsentligt. Det samme gælder indvirkningen af de almindeligvis forekommende kombinationer af langtidslast og korttidslast. Relaxsationen kan indføres i beregningen som en vilkårlig funktion af stålets tøjning.

Brugsstadietundersøgelsen er af betydning ved beregning af deformationer, revnevidder, sikkerhed mod udmattelse og instabilitet (søjlevirkning).

Der er udviklet en beregningsmetode, som tager hensyn til de ovenfor anførte forhold og som muliggør, at beregningen kan udføres ved hjælp af EDB-udstyr med begrænset kapacitet, f.eks. svarende til Hewlett Packards HP-67 eller HP-97. Med HP-41C klares løsningen dog noget enklere.

BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Betonkonstruktioner. Opgaver. (● Concrete Structures. Problems. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 77, 1980. 36 s. Kr. 18.-.

Opgaveheftet indeholder 33 opgaver vedrørende betonkonstruktioner, der benyttes ved undervisningen i kurset Betonkonstruktioner 2 ved Afdelingen for Bærende Konstruktioner, Danmarks Tekniske Højskole. Emnerne omfatter fuldstændigt og delvis forspændte konstruktioner samt konstruktioner uden forspænding. Brugstilstanden og brudtilstanden er dækket. Opgaverne omfatter bl.a. skæv bøjning, udmattelse og samvirken mellem svind, krybning og relaksation.

● The booklet contains 33 problems regarding concrete structures which are used in connexion with lecturing in the subject "Concrete Structures 2" at the Structural Research Laboratory, Technical University of Denmark. Fully prestressed, partially prestressed and non-prestressed structures are dealt with. Serviceability limit state and ultimate limit state are covered. The subjects include biaxial bending, fatigue and interaction between shrinkage, creep and relaxation.

BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Betonkonstruktioner påvirket til vridning. (● Reinforced Concrete Structures under Torsion. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 79, 1980. 17 s. Kr. 13.-.

Der gøres rede for statistiske beregninger af armerede betonkonstruktioner påvirket til ren vridning og kombineret vridning, bøjning og forskydning.

- The paper covers design of reinforced concrete structures under pure torsion and combined flexure, shear and torsion.

BYSKOV, ESBEN og LARS DAMKILDE: Stabilitet af søjler. (• Stability of Columns. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Serie F, No. 85, 1980. 69 s. Kr. 26.-.

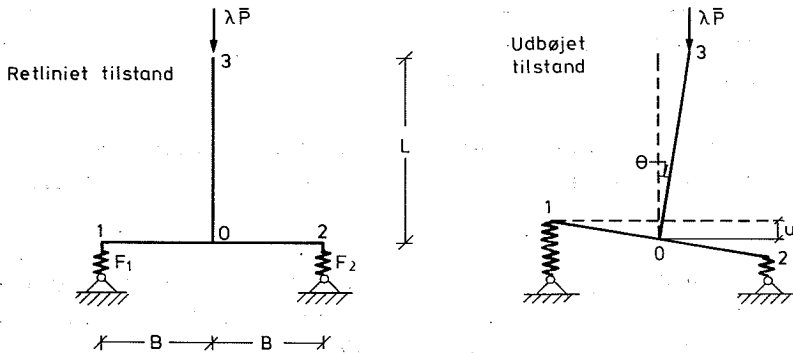
Notatet behandler stabilitet af elastiske og plastiske søjler. Indeholdt er opdelt i fire dele:

Del 1 introducerer stabilitetsproblemer for elastiske systemer, og der indføres en række vigtige begreber, såsom grænselastinstabilitet, forgreningspunktsinstabilitet, imperfektionsfølsomhed m.m.

Del 2 omhandler opstillingen af en geometrisk ulineær teori for plane, retliniede bjælker med små aksiale tøjninger og moderate rotationer. De statistiske ligninger findes ud fra det virtuelle arbejdes princip.

Del 3 giver en detaljeret gennemgang af en geometrisk imperfekt Eulersøjle, og det vises, at Eulersøjle's bæreevne ikke falder som følge af disse imperfektioner, men at dens udbøjninger og effektive aksiale stivhed berøres på dramatisk måde. Indflydelsen af dette sidste fænomen på bæreevnen af gittersøjler undersøges.

Del 4 præsenterer Engesser's to formler for elastisk-plastiske søjler. På basis af Shanley's søjlemodel vises det, at bifurkation kan forekomme ved enhver last fra den såkaldte tangentmoduluslast til den elastiske bifurkationslast. Endelig omtales det, at afgørelsen af, hvilken last der må anses for den realistiske, kun kan foretages på basis af et studium af den geometrisk imperfekte model.



Shanley's model af søjle af elastisk-plastisk materiale. • Shanley's model of elastic-plastic column. Ref.: BYSKOV, ESBEN og LARS DAMKILDE: Stabilitet af søjler.

• This lecture note deals with stability of elastic and elastic-plastic columns. There are four chapters:

Chapter 1 introduces elastic stability problems and important concepts such as limit load instability, bifurcation instability and imperfection sensitivity are defined.

Chapter 2 treats the derivation of a geometrically non-linear theory for plane, straight beams with small axial strains and moderate rotations. The equations of equilibrium are found from the principle of virtual work.

Chapter 3 gives a detailed treatment of a geometrically imperfect Euler column. It is shown that its carrying capacity is unaffected by these imperfections but that its transversal displacements and effective axial stiffness are changed dramatically. The influence of this phenomenon on the carrying capacity of truss columns is studied.

Chapter 4 presents Engesser's two column formulas for elastic-plastic columns. Based on Shanley's column model it is shown that bifurcation is possible at all loads between the so-called tangent modulus load and the Euler load. Finally, it is mentioned that the real carrying capacity can only be determined when imperfections are taken into account.

DAMKILDE, LARS, se BYSKOV, ESBEN og LARS DAMKILDE.

DUKOW, EWTIM N.: Optimale Projektierung von vorgespannten Brückenträgern. (● Optimum Design of Prestressed Bridge Girders. In German). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. R 118, 1980. 12 s. Gratis.

In dieser Ausarbeitung werden Brückenträger mit einem willkürlichen Querschnitt, ausgeführt aus vorgespanntem Stahlbeton untersucht. Bei der Optimierung verwendet man eine Wertzielfunktion, die den Wert des Betones, der Schalung und der schlaffen und der vorgespannten Bewehrung umfasst. In dem zulässigen Bereich sind wie die Bedingungen für Rissfestigkeit, so auch die Form des Querschnittes und die mögliche Disponierung der Kabel in ihr beachtet. Form und Ausmasse der Flanschen werden vorgegeben und man verändert die Stiehlhöhe, die Vorspannkraft und ihre Lage. Die Schnittgrößen und die Marken des Betones und des Stahles werden ebenfalls vorgegeben. Ihre Veränderung kann durch die Ausführung einer zweiten Lösung ausgedrückt werden. Da der zugelassene Bereich nicht konkav ist, wird das Optimum nach dem Netzverfahren gesucht. Nach der beschriebenen Methodik ist ein Programm auf die Sprache FORTRAN für eine elektronische Rechenmaschine EC 1033 gemacht worden.

● The paper deals with design of prestressed concrete bridge girders with arbitrary cross-sections. In the optimization an objective function corresponding to the total cost of concrete, shuttering, and non-prestressed and prestressed reinforcement is minimized. The feasible region is limited by conditions of crack width limitation, permissible stresses and geometry of the cross-section including the position of the prestressing tendons. The geometry of the flanges is assumed to be given whereas the depth of the girders, the prestressing force and its position may be varied. Since the feasible region is not concave, the optimum is found numerically by a mesh method.

GIMSING, JØRGEN, se GIMSING, NIELS J. and JØRGEN GIMSING.

GIMSING, NIELS J.: • Four Papers on Cable Supported Bridges.

Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Serie R, No. 126, 1980. 60 s. Gratis.

• The present report contains four papers on cable supported bridges, published in the period 1966 - 1980.

In the papers, two main themes are treated: Selv anchoring versus earth anchoring of cable systems, and

Stabilization of cable systems without inclined anchor cables connecting the pylon top to a vertically restrained point of the stiffening girder.

Den foreliggende rapport indeholder 4 artikler om kabelunderstøttede broer offentliggjort i perioden 1966 - 1980.

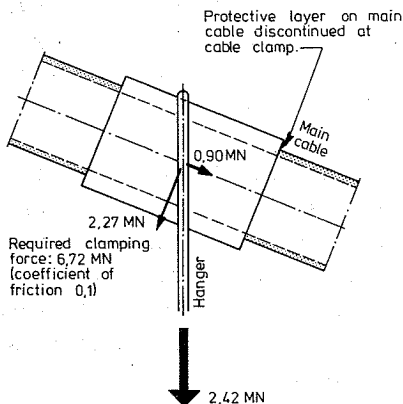
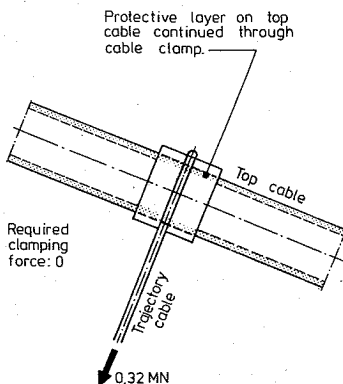
I artiklerne behandles to hovedtemaer, hvoraf det første omhandler selvforankring af kabelsystemer, mens det andet omhandler stabilisering af kabelsystemer uden skrå ankerkabler, der forbinder pylontoppen med et i lodret retning fastholdt punkt af afstivningsdrageren.

GIMSING, NIELS J. and JØRGEN GIMSING: • Analysis of Erection Procedures for Bridges with Combined Cable Systems. Cable Net Bridge Concept. Afdelingen for Bærende Konstruktioner.

Serie R, No. 128, 1980. 58 s. Gratis.

• The present report summarizes the results of a research project on the analysis of erection procedures for bridges with combined cable systems containing elements from both the suspension systems and the fan system (fan shaped cable stayed system).

The research project has been conducted at the Department of Structural Engineering, Technical University of Denmark with financial support from the Danish Council for Scientific and Industrial Research.

SUSPENSION BRIDGECABLE NET BRIDGE

Sammenligning af forbindelsen mellem et primært og et sekundært kabel i hængebroen og i kabelnetbroen. De angivne kræfter svarer til det fundne for broen med 1000 m spændvidde i den sammenlignende undersøgelse. • Comparison between the connection of a primary and a secondary cable in the suspension bridge and in the cable net bridge. The indicated forces correspond to those found for the 1000 m span bridge in the comparative investigation. Ref.: GIMSING, NIELS J. and JØRGEN GIMSING: Analysis of Erection Procedures for Bridges with Combined Cable Systems. Cable Net Bridge Concept.

The investigations have shown that it will generally not be possible to start with a pure suspension bridge erection, and subsequently add the stay cables, as this will introduce unacceptable permanent bending of the stiffening girder.

Instead, an alternating suspension bridge and the cable stayed bridge erection must be performed, and this can lead to an almost ideal dead load condition. At the same time, a larger freedom in the design of the structural system is achieved as vertical hangers are only required in the regions without support from the stay cables.

Hereby develops the so-called Cable Net System with hangers only in the central part of the main span, whereas the remaining parts are supplied with curved trajectory cables connecting the primary cables.

In a comparative analysis, it is shown that the cable net system implies a significant saving in the required steel quantities for bridges with long spans. At the same time, the erection procedure requiring a minimum of temporary measures and adjustments ensure that also decisive savings in the construction cost will be achieved.

I den foreliggende rapport beskrives resultaterne af et forskningsprojekt vedrørende analyse af montageprocesser for broer med kombinerede kabelsystemer, der indeholder elementer fra såvel hængesystemet som viftesystemet. Forskningsprojektet er gennemført ved Afdelingen for Bærende Konstruktioner, Danmarks Tekniske Højskole med støtte fra Statens Teknisk-Videnskabelige Forskningsråd.

Af de gennemførte undersøgelser fremgår at det generelt ikke vil være muligt at starte med en ren hængebromontage som senere suppleres med skråstagskabler, idet man herved får uakceptabelt store blivende bøjningsmomenter indbygget i afstivningsdrageren.

Derimod vil det være muligt ved en afvekslende hængebro- og skråstagsmontage at nå frem til en næsten ideel egenvægtstilstand. Samtidig opnår man en større frihed i konstruktionsudformningen idet hængesystemets lodrette hængere ikke mere er påkrævede på de strækninger hvor afstivningsdrageren understøttes af skråstag.

Herved fremstår det såkaldte kabelnetsystem hvor hængere kun er anordnet ved hovedfagets midte, mens der på de øvrige strækninger opereres med krumme trajektoriekabler til sammenkobling af de primære kabler.

I en sammenlignende analyse er det eftervist at kabelnet-systemet vil kunne give meget betydelige besparelser i materialeforbruget ved store spændvidder, og da montagen samtidig kan gennemføres med et minimum af midlertidige foranstaltninger og uden krav til større justeringer vil der også kunne opnås væsentlige besparelser i anlægsudgifterne.

GIMSING, N.J. og B. WEDØ: Opgaver i stålkonstruktioner. (● Problems of Steel Structures. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 78, 1980, 29 s. Kr. 15.-.

Notatet indeholder en række opgaver til brug ved undervisningen i Stålkonstruktioner I.

- The book contains a number of exercises intended for the instruction of the design and analysis of steel structures.

GIMSING, N.J., se også NIELSEN, J.AA., F. JOHNSEN og N.J. GIMSING.

HANSEN, S.O.: ● Cross Wind Vibrations of a 130 m Tapered Concrete Chimney. Proc. 4th Colloquium on Industrial Aerodynamics. Aachen, June 18-20, 1980. Pp. 109-122. [*].

● A 130 m tapered concrete chimney with circular section was in the period 1969-1973 subjected to a major field experiment. The experimental results indicate, due to vortex shedding, a larger cross wind motion than along the wind. The flow around the chimney corresponds to the trans-critical Reynolds Number region ($Re \sim 10^7$).

The mathematical model for the excitation of the chimney in the cross wind direction given by Vickery and Clark is in a slightly revised version adopted to the stochastic vibrations of the chimney. The response of the chimney predicted by the mathematical model is in very good agreement with the measurements, in fact the deviations are always less than 15%.

I perioden 1969-73 blev der foretaget omfattende fuld-skala målinger på en 130 m høj betonskorsten ved Stignæs. Måleresultaterne viser, at tværsvingningerne forårsaget af

hvirvelafløsning er større end svingningerne i vindretningen. Strømningstypen omkring skorstenen svarer til det transkritiske Reynolds' område ($Re \sim 10^7$).

Den matematiske model for skorstenens respons i tværetningen, givet af Vickery og Clark, er i en lidt ændret form anvendt på de stokastiske svingninger af skorstenen. Det teoretisk beregnede respons stemmer udmærket med måleresultaterne, idet afvigelserne altid er mindre end 15%.

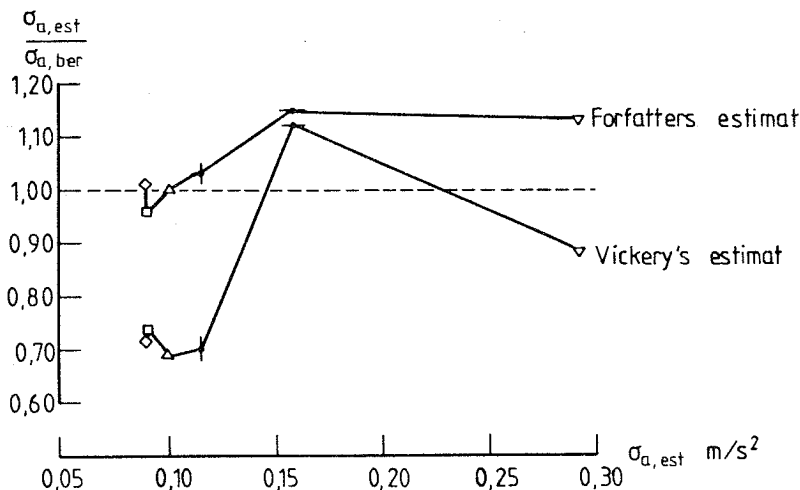
HANSEN, SVEND OLE: Vindbelastede skorstene. 1. del: Matematiske modeller. 2. del: Stignæs skorstenen. (● Wind Induced Vibrations in Chimneys. Part 1: Mathematical Models. Part 2: The Stignæs Chimney. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. 124-125, 1980. 104 + 106 s. [Lic.]. Gratis.

Med teorien for stokastiske bjælkesvingninger og en beskrivelse af den naturlige vind er der opstillet matematiske modeller baseret på spektralanalyse til fastlæggelse af vindfremkaldte svingninger i høje skorstene. Svingningerne i vindretningen og vinkelret på denne (tværsvingninger) behandles hver for sig.

Modellerne benyttes til beskrivelse af de opnåede, meget omfattende måleresultater på en 130 m høj, cirkulær betonskorsten ved Stignæs ved kysten til Storebælt. Målingerne blev udført af ISVA (Instituttet for Strømningsmekanik og Vandbygning) og ABK (Afdelingen for Bærende Konstruktioner), der begge er institutter på Danmarks Tekniske Højskole.

Der er foretaget målinger af vindtryk på skorstenen, såvel som accelerationer og tøjninger af skorstenen. Ca. 80 m fra skorstenen blev vindhastigheder og vindretninger målt på en 41 m høj meteorologimast. Der er ialt optaget 11 måleserier, hver af tre kvarters varighed, i perioden 1969-1973. De enkelte målestørrelser blev registreret 10 gange pr. sekund.

I samtlige måleserier er skorstenens tværsvingninger



Spredning σ_a på acceleration i tværetningen af skorstenstop. Beregnet respons ($\sigma_{a,ber}$) sammenlignet med målt respons ($\sigma_{a,est}$). • Standard deviation σ_a of acceleration of chimney top in cross wind direction. Calculated response ($\sigma_{a,ber}$) against measured response ($\sigma_{a,est}$). Ref.: HANSEN, SVEND OLE: Vindbelastede skorstene.

større end svingningerne i vindretningerne. Disse tværsvingninger skyldes hvirvelafløsning. Strømningen omkring skorstenen svarer til det transkritiske Reynolds tal område ($Re \sim 10^7$).

Tværsvingningerne af skorstenen bestemt ved hjælp af den matematiske model er i udmærket overensstemmelse med målingerne; faktisk er afvigelserne altid mindre end 15%.

• Based on the theory of stochastic beam vibrations and a description of the natural wind, a mathematical model is set up to determine wind induced vibrations in tall chimneys. The vibrations in the wind direction and perpendicular on this are treated separately.

The mathematical model is used to describe the obtained, very comprehensive measuring results on a 130 m tapered con-

crete chimney with circular section. The chimney in question is situated at Stigsnaes on the coast of the Great Belt in Denmark. The measurements were carried out by the Institute of Hydraulic Engineering (ISVA) and The Structural Research Laboratory (ABK), both departments of the Technical University of Denmark.

Measurements of wind pressure on the chimney as well as accelerations and bending moments of the chimney were made. On a 41 m meteorological mast approximately 80 m from the chimney, the corresponding wind velocities and wind directions were measured. A total number of 11 recordings have been obtained in the period 1969-1973. Each recording had a duration of three quarters of an hour and a scanning rate of 10 Hz per signal.

All recordings indicate a larger cross wind motion of the chimney than along the wind. These vibrations are due to vortex shedding. The flow around the chimney corresponds to the transcritical Reynolds Number region ($Re \sim 10^7$).

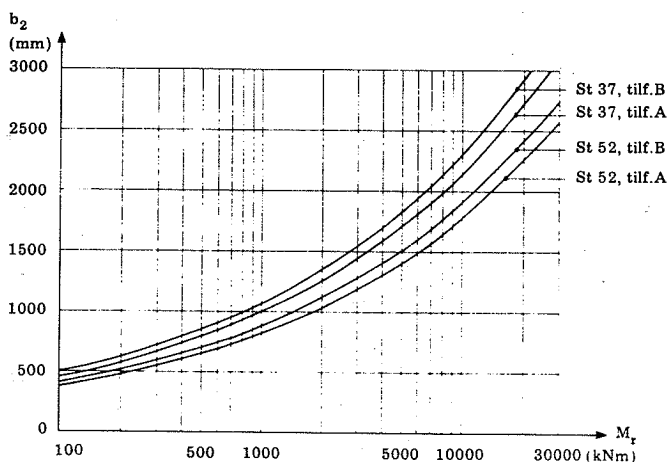
The cross wind response of the chimney predicted by the mathematical model is in very good agreement with the measurements, in fact the deviations are always less than 15%.

JENSEN, H.W., se KRENCHER, H. and H.W. JENSEN.

JOHNSON, F., se NIELSEN, J.AA., F. JOHNSON og N.J. GIMSING.

KRAGERUP, Jan: En simpel metode til optimering af stålbjælker med I-tværsnit. (• A Simple Method for Optimizing Steel Girders with I-Section. In Danish). Bygningsstatistiske Meddelelser, Vol. 51, No. 1, 1980, pp. 7-10. [*].

Der udledes i artiklen et formelsæt til bestemmelse af det optimale dragertværsnit for ståldragere påvirket til ren bøjning. Dette gøres under en række angivne forudsætninger,



Optimal dragerhøjde b_2 for I-tværsnit som funktion af det regningsmæssige moment M_r . Restriktionerne er dels et bæreevnekriterium i den regnemæssige tilstand og dels et stabilitetskriterium (foldning af kroppladen) i den karakteristiske tilstand. Tilfælde A og B betegner de to specialtilfælde hvor kroppladens bidrag medregnes fuldt ud, hhv. ignoreres ved bæreevneundersøgelsen. • The optimum depth b_2 of I-girders against the bending moment M_r . The restrictions are partly a capacity criterion in the ultimate state, partly a stability criterion (web buckling) in the serviceability state. 'tilf. A' and 'tilf. B' indicate the two special cases where the web is assumed fully effective, respectively ignored, when determining the capacity. Ref.: KRAGERUP, JAN: En simpel metode til optimering af stålbjælker med I-tværsnit.

og kriterierne, der lægges til basis for optimeringen, er (i overensstemmelse med stålnormens forskrifter): 1. - at kantspændingen i kroppen skal være mindre end eller lig den kritiske spænding med hensyn til foldning, idet der anvendes karakteristiske størrelser; 2. - at bæreevnen ikke må være overskredet med anvendelse af regningsmæssige størrelser. Det vises endvidere, at konsekvensen af at vælge en dragerhøjde forskellig fra den optimale er meget ringe; vælges således 20% for stor dragerhøjde betyder dette ca. 3% mervægt af drageren og tilsvarende giver 20% for lille

dragerhøjde ca. 4% mervægt. Endelig angives formeludtryk til bestemmelse af bæreevnen med hensyntagen til den foldede krops formindskede stivhed.

• This paper deals with optimization of steel girders subjected to pure bending. For a number of assumptions a set of equations determining the optimized cross section is derived. The criterions forming the basis of the optimization is - in accordance with the Danish codes of practice - a restriction in the serviceability state and one in the limit state. It is shown that the optimum is flat, for instance a 20% increase of the girder depth involves an additional weight of some 3%, whilst similar a 20% reduction gives some 4% additional weight. Finally, expressions are given determining the ultimate load with consideration to the reduced stiffness and bearing capacity of the buckled web.

KRAGERUP, JAN: Undersøgelse af stålnormens metoder til bestemmelse af bæreevnen af geometrisk imperfekte stålsøjler. (• Investigation of the Methods for Calculating the Ultimate Load of Geometric Imperfect Steel Columns, as Prescribed by the Danish Codes of Practice, DS 412. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. R 123, 1980. 28 s. Gratis.

Stålnormen angiver to forskellige metoder til bestemmelse af bæreevnen af geometrisk imperfekte søjler. Dels kan dette gøres indirekte ved en reduktion af E-modulet, dels ved at regne søjlen momentpåvirket, idet momentpåvirkningen udgøres af normalkraften gange tværbøjningen. Sidstnævnte sættes da initialt lig den geometriske imperfektion.

Disse metoder undersøges, idet en række eksempler gennemregnes, såvel ved ovenfornævnte metoder som ved en geometrisk og materialemæssig ulinear beregning.

Konklusionen er, at det ikke altid giver resultater på den sikre side at anvende den indirekte metode som angivet i stålnormen. Såfremt man ønsker indirekte at tage højde for de geometriske imperfektioner, foreslås dette gjort ved

formindskelse af såvel den regningsmæssige flydespænding som det regningsmæssige E-modul, og de gennemregnede eksempler tyder på at de respektive divisorer på den sikre side kan vælges til 1.1 henholdsvis 1.3.

- DS 412 mentions two methods for calculating the ultimate load of geometric imperfect columns. One where the E-modulus is reduced and the column then regarded as completely straight until failure, and one where the bending moment due to the excentricity of the load is directly taken into account. These methods are investigated by calculating the ultimate loads in a number of examples, both by the two methods mentioned above, and by a method paying respect to the non-linearity of the stress-strain-relationship and the geometry.

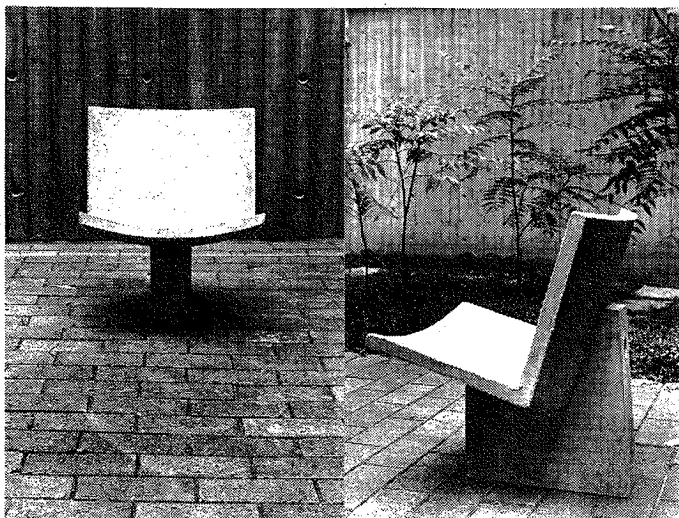
The conclusion is that it is not always on the safe side to use the former method (i.e: reducing the E-modulus). If one wishes indirectly to take into account the geometric imperfection, it is proposed to reduce both the yield stress and the E-modulus, and the factors are proposed to $\frac{1}{1.10}$ and $\frac{1}{1.30}$ respectively.

KRAGERUP, JAN, se også SVENSSON, SVEN EILIF og JAN KRAGERUP.

KRENCHER, H. and H.W. JENSEN: ● Organic Reinforcing Fibres for Cement and Concrete. Fibrous Concrete. The Concrete Society. Construction Press, 1980. Pp. 87-98. [*].

- A discussion of the real reason for reinforcing cement and concrete with fibres and an explanation for the growing interest in using organic fibres for this purpose instead of steel and glass fibres.

A high-tenacity, polypropylene fibre, which has recently been developed and which shows great potential as reinforcement for cement-based materials is presented briefly.



Stol støbt i plastfiberarmeret beton. Afgangprojekt på Kunstakademiet 1980, arkitekt m.a.a. Chr. Nielsen. Betonproportionering og støbning: ABK. • Outdoor chair cast in concrete reinforced with plastic fibres. Designed by Chr. Nielsen, architect m.a.a. Ref.: KRENCHER, H. and H.W. JENSEN: Organic Reinforcing Fibres for Cement and Concrete.

En diskussion af hvad det egentlige formål er med at fiberarmere cement- og betonmaterialer og en gennemgang af, hvorfor der er så stor interesse for anvendelse af organiske armeringsfibre til dette formål i stedet for de hidtil mest anvendte fibertyper af stål og glas.

Gennemgang med praktiske eksempler på sådanne materialer, som er armeret med organiske fibre, primært specielt udviklede fibre af polypropylen.

KRENCHER, HERBERT, se også BJØRNBÅK-HANSEN, J. og HERBERT KRENCHER.

KRISTIANSEN, N. ØRSKOV og PER-GUNNAR LEVERSEN: Standard Calcite pulver. Testet med Jenikes forskydningsapparat. (● Standard Calcite Powder. Tested with Jenike's Shear Cell. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Nordisk Gruppe for Siloforskning, Rapport nr. 9, 1980. 82 s. Gratis.

I rapporten er redegjort for forsøgsproceduren i Jenike's forskydningsapparat.

Der er udført en forsøgsserie med Standard Calcite pulver for at fastlægge forskellige forsøgsparametres betydning for bestemmelse af flydelinier og strømningsfunktioner.

Resultatet af undersøgelsen viser, at materialeparametre, bestemt ved hjælp af Jenike's forskydningsapparat, er afhængige af hvor lave værdier der medtages ved fastlæggelsen af flydelinierne, sandsynligvis afhængige af den person der har udført forsøgene, men uafhængige af forkonsolideringsniveauet.

● This report describes the procedure for testing by means of Jenike's shear cell.

A series of tests have been carried out with standard calcite powder in order to ascertain the importance of different test parameters to determination of yield locii and flow functions.

The results of the tests show that the material parameters determined by means of Jenike's shear cell depend on how low values are included in the determination of the yield locii and probably also on the person performing the tests, but are independent of the consolidation level.

KRISTIANSEN, NIELS ØRSKOV, se også NIELSEN, JØRGEN and NIELS ØRSKOV KRISTIANSEN.

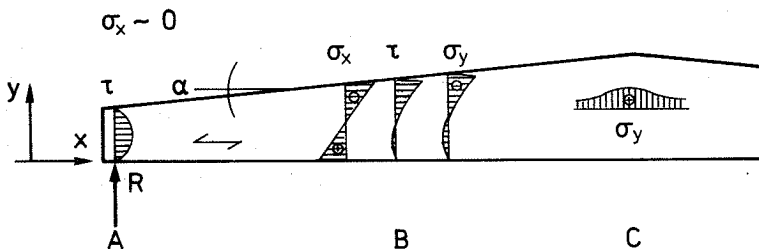
LARSEN, H.J. og H. RIBERHOLT: Beregning af trækonstruktioner.

(• Design of Timber Structures. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 76, 1980. Forsk. pag. Kr. 40.-.

Det foreliggende notat tilstræber at give grundlaget for statisk beregning af træelementer, men ikke forbindelsesmidler. Læseren forudsættes at have kendskab til de fysiske egenskaber af træ og træbaserede materialer, denne viden kan erhverves fra "Materialer og forbindelsesmidler til trækonstruktioner, H.J. Larsen, 1971".

I notatet behandles en række af de forhold, der må tages i betragtning ved statisk beregning af træelementer. Notatet knytter sig ikke til nogen bestemt Trænorm, dog lægges der særlig vægt på "Den danske Trænorm" og "Structrual timber design code, Conseil International du Batiment, CIB". (2. udgave af F 76 udkommer 1981).

• The present text book has in view to give the basis for static calculations of timber structures, but not the connectors. It is assumed that the reader has knowledge of the physical properties of wood and wood based materials, this



Spændingsfordeling i bjælke med varierende højde. Kritisk tværsnit. • States of stress in beam with varying height. Critical sections. Ref.: LARSEN, H.J. og H. RIBERHOLT: Beregning af trækonstruktioner.

knowledge may be gained from "Materialer og forbindelsesmidler til trækonstruktioner, H.J. Larsen, 1971".

The text book treats a row of phenomena which have to be regarded when calculating timber structures. The text book is not tied up with any particular timber code, but special emphasis has been laid on "The Danish Timber Code" and Structural Timber Design Code, Conseil International du Bâtiment, CIB". (2. edition of the text book will appear 1981).

LARSEN, H.J., HILMER RIBERHOLT et al.: Limtræbogen 1980. (● Glulam Handbook. In Danish). Foreningen af limtræfabrikanter i Danmark, 1980. 32 s. [*].

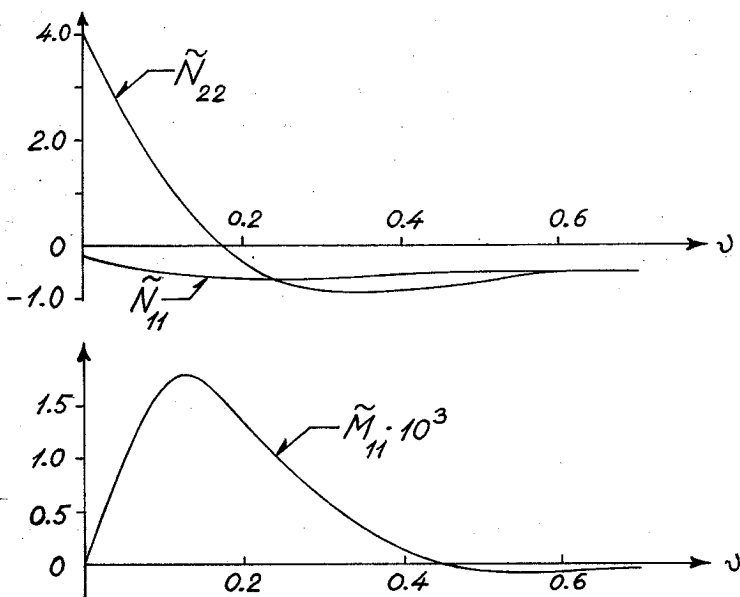
Publikationen indeholder en beskrivelse af produktion og kontrol af limtræ i Danmark, samt praktiske vejledninger for limtræs anvendelse. Endvidere præsenteres praktisk anvendelige beregningsmetoder til dimensionering af limtrækonstruktioner.

● The publication contains a description of production and control of glulam in Denmark, plus practical guidelines for the employment of glulam. Further is proposed practical calculation methods for the dimensioning of glulam structures.

LEVERSEN, PER-GUNNAR, se KRISTIANSEN, N. ØRSKOV og PER-GUNNAR LEVERSEN.

MORLEY, C.T., se BRÆSTRUP, M.W. and C.T. MORLEY.

MØLLMANN, H.: Skalteori. Del 1 + del 2. (● Shell Theory. Part 1 + Part 2. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 81 + F 82. 1980. 212 s. Kr. 68.-.



Snitkræfter i flad kugleskal med randbjælke, belastet af et ensformigt normaltryk. $v = 0$ er randen, $v = 1$ er centrum af kugleskallen. • Stress resultants and stress couples in shallow spherical shell with edge beam subjected to a uniformly distributed pressure load. $v = 0$ at centre, and $v = 1$ at centre of circle. Ref.: MØLLMANN, H.: Skalteori. Del 2.

Disse notater omhandler den lineære bøjningsteori for tynde skaller.

I det første kapitel behandles den generelle skalteori. Efter et indledende afsnit om fladegeometri følger en udledning af de generelle styrende ligninger for skaller (Koiter-Sanders teorien). Der anvendes konventionel notation, idet krumningskurverne benyttes som parameterkurver.

Det andet kapitel omhandler rotationssymmetrisk bøjning af omdrejningsskaller. De generelle styrende ligninger udledes og benyttes for kugleskaller, kegleskaller og cylinderskaller. Der udledes analytiske løsninger ved hjælp af matrixmetoder, som er velegnede til numeriske beregninger og til programmering for EDB. Geckelers tilnærmelsesmetode omtales også.

Teorien for flade skaller behandles i det tredje kapitel. De styrende ligninger for flade skaller udledes, idet der indføres passende tilnærmelser i den generelle teoris ligninger. Den analytiske løsning for en flad skal over et rektangulært grundrids udledes, og sammenhængen med Donnell's metode for cirkulære cylinderskaller diskuteres. Den analytiske løsning for rotationssymmetrisk bøjning af en flad kugleskal udledes også.

Det fjerde og sidste kapitel indeholder en udledning af den generelle skalteoris ligninger ved hjælp af tensorregning. I dette kapitel forudsættes det, at læseren har et vist kendskab til tensorregningens grundtræk.

• These notes deal with the linear bending theory of shells. The first chapter is devoted to the general theory of shells. An introductory section on surface geometry is followed by a derivation of the general governing equations for shells (the Koiter - Sanders theory). Non - tensorial notation is used (lines of curvature coordinate curves).

The second chapter deals with axisymmetric bending of shells of revolution. The general governing equations are derived and applied to spherical, conical and cylindrical shells. Analytical solutions are derived using matrix methods which are convenient for numerical calculations and for computer programming. Geckeler's approximate solution is also treated.

The theory of shallow shells is treated in the third chapter. The governing equations of shallow shells are derived by making appropriate simplifications in the equations of the general theory. The analytical solution for a shallow shell over a rectangular plan is derived, and the connection with Donnell's method for cylindrical shells is discussed. The analytical solution for axisymmetric bending of shallow spherical shells is also derived.

The fourth and final chapter presents a derivation of the equations of general shell theory in tensor notation. In this chapter it is assumed that the reader is familiar with the elements of tensor calculus.

NIELSEN, JØRGEN and NIELS ØRSKOV KRISTIANSEN: • Related Measurements of Pressure Conditions in Full-Scale Barley Silo and in Model. International Conference on Design of Silos for Strength and Flow. Lancaster, England, 2.-4. September 1980. 23 s. [*].

• Full-scale tests have been performed in a 46 m high, 7 m dia. silo, using barley as silo medium. 41 pressure cells were mounted in the silo. Eight tests were carried out, 5 with eccentric discharge and 3 with central discharge.

Two types of model tests have been carried out, one with model in the scale: 1:10 and the other in a centrifuge model, scale about 1:100. The tests reveal fundamental problems in connection with pressure measurements in models, which must be solved since such measurements are often used as the basis for codes. The tests also show that, at any rate for barley, the method of filling is of great importance to the pressure distribution. Finally, discharge pressures of up to 3 to 4 times the filling pressure were registered, and at some locations, these extremely high pressure lasted for several hours.

Other results from a Danish-Swedish group also confirm that the pressure conditions in the instrumented silo are even worse than anticipated.

Forsøg er udført i en 46 m høj silo med en diameter på 7 meter. 41 trykceller er monteret i siloen. Der er udført 5 forsøg med excentrisk udløb og 3 med centralt. Alle forsøg er udført med byg.

Der er udført to typer modelforsøg, én i skalaen 1:10 og én i en centrifugemodel i skalaen ca. 1:100. Forsøgene viser at der i forbindelse med trykmåling i modeller er fundamentale problemer, som må løses fordi sådanne undersøgelser ofte udnyttes som baggrund for silolastnormer. Forsøgene viser også at fyldningsmåden er af stor betydning for trykfordelingen. Der målttes tømningstryk på op til 3 eller 4 gange fyldningstrykket og i nogle tilfælde varede disse

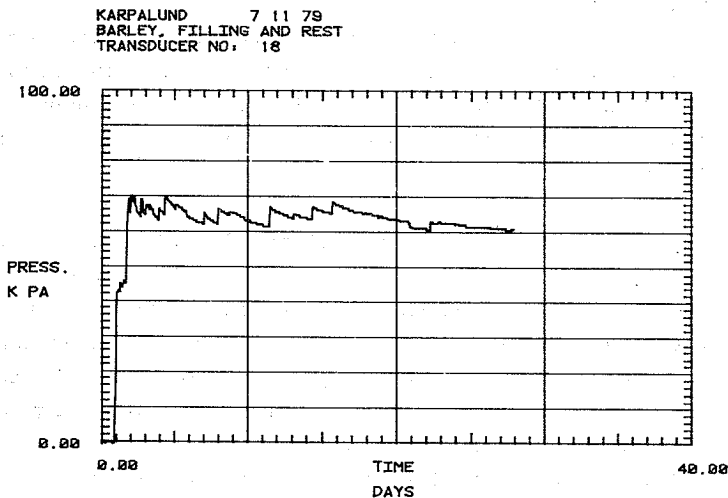
ekstremt høje tryk i flere timer.

Andre resultater fra en dansk-svensk forskningsgruppe bekræfter at trykfordelingen i den instrumenterede silo er værre end oprindeligt antaget.

NIELSEN, JØRGEN: Tryk mod silovægge. (● Pressure against Silo Walls. In Danish). Norske Sivilingeniørers Forening. Kursus: "Lagring og strømning av pulvere i siloer". 10.-12. September 1980. [*].

Med udgangspunkt i Janssens teori fremhæves en række teoretiske og eksperimentelle resultater, som er af væsentlig betydning for fastsættelsen af lasten i siloer.

Det konkluderes at silonormer ikke er et tilstrækkeligt grundlag for silodimensionering, hvorfor et vist kendskab til speciallitteraturen er nødvendigt.



Horizontaltryk under fyldning (2 døgn) og hvile (26 døgn) i bygsilo. Der er betydelige trykmelejringer i den første del af hvileperioden. ● Horizontal pressure in silo with barley during filling (2 days) and during rest period (26 days). Considerable variations in pressure occur during the first part of the rest period. Ref.: NIELSEN, JØRGEN: Tryk mod silovægge.

- With the Janssen theory as a starting point some theoretical and experimental results of importance for the determination of silo loads are discussed.

It is concluded that codes of standard do not form a sufficient basis of silo construction, why a knowledge of the scientific literature is necessary.

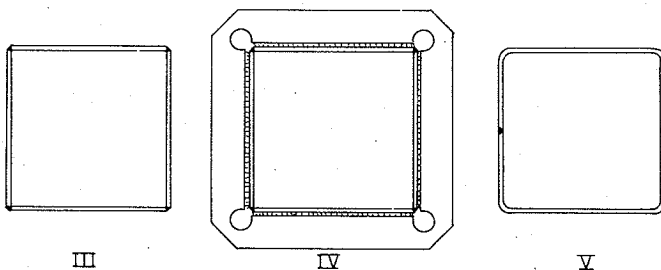
NIELSEN, J.AA., F. JOHNSEN og N.J. GIMSING: Trykkede pladefelters bæreevne. (• Ultimate Strength of Compressed Panels. In Danish). Rapport nr. R 122, 1980. 42 s. Gratis.

I perioden 1977-79 er ved Afdelingen for Bærende Konstruktioner gennemført eksperimentelle undersøgelser af trykkede pladefelters bæreevne. Som prøvelegemer er benyttet svejste kasseprofiler. Ud over måling af kraft, sammentrykning og sideudbøjning er der ved hjælp af skyggemoiré-metoden skabt mulighed for direkte at betragte foldningsmønstrets udvikling.

På grundlag af de eksperimentelle undersøgelser er det eftervist, at man gennem indførelse af en reduktionsfaktor på pladens bøjningsstivhed indirekte kan tage hensyn til den bæreevnereduktion, som skyldes de optrædende imperfektioner.

- In the period 1977-79 experimental studies on the ultimate strength of unstiffened compressed panels have been carried out at the Department of Structural Engineering. The test specimens were made as square box girders assembled by welding. Besides measuring of the load, end shortening and lateral deflections, the evolution of buckling modes were recorded by the shadow Moiré method.

Based on the experimental studies, it has been shown that the reduction of the ultimate strength due to imperfections can, with reasonable accuracy, be described by reducing the bending stiffness of the plate through introduction of a reduction factor on the elastic modulus.



Kasseformede prøvelegemer til foldningsforsøg. Tværsnit i tre typer prøvelegemer. • Square box girders for experimental study of ultimate strength. Cross section of three series of girders. Ref.: NIELSEN, J.AA., F. JOHNSEN og N.J. GIMSING: Trykkede pladefelters bæreevne.

NIELSEN, LEIF OTTO: Elementmetoden. Basis for specialprogrammer.

(• The Finite Element Method. Software Library for Special Programs. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 80, 1980. 134 s. Kr. 42.-.

I en del tilfælde vil man foretrække at udføre en elementmetodeberegning med et specialprogram fremfor et standardprogram på grund af førstnævntes større fleksibilitet, der bl.a. kan have økonomiske fordele. En specialprogramløsning forudsætter imidlertid et konsistent edb-procedure bibliotek af passende omfang. Et sådant, der løser de grundlæggende elementmetodeteknologiske og matematiske problemer ved opbygning af specialprogrammer, er beskrevet i bogen.

• Often a finite element computation is carried out with a special program rather than a standard program. The cause is the greater flexibility of the special program.

However, a solution based on a special program demands a computer software library, which is consistent and of sufficient scope. Such a software library, solving the fundamental finite element software problems in connection with special programs, are described in the book.

NIELSEN, M.P., se BACH, FINN, M.P. NIELSEN and M.W. BRÆSTRUP.

PEDERSEN, HENNING: Optimering af jernbetonplader. (• Optimization Techniques for Reinforced Concrete Slabs. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. 119, 1980. 175 s. [Lic.]. Gratis.

Nærværende afhandling omhandler anvendelse af matematisk plasticitetsteori kombineret med optimeringsteknik for beregning af jernbetonplader.

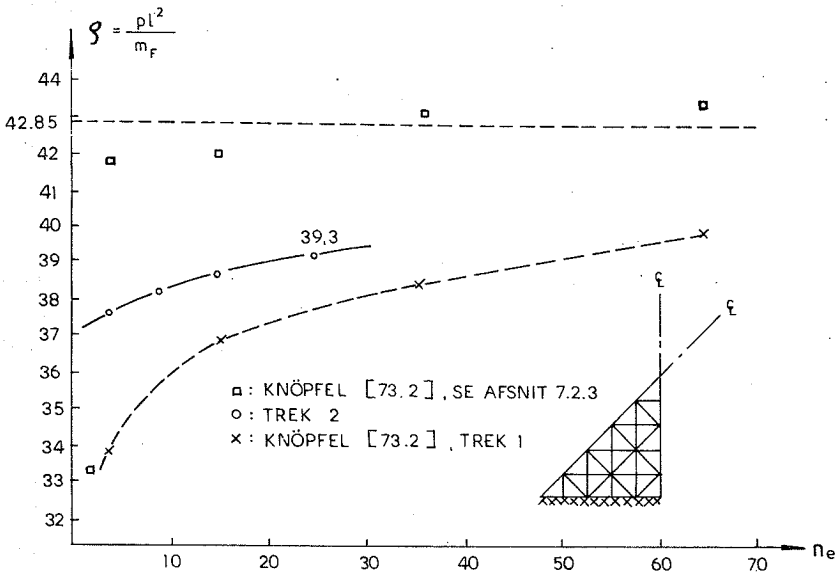
Specielt behandles udvikling af automatiske numeriske metoder dels til maksimering af lastfaktoren for en given pladekonstruktion belastet med proportionallast med en given lastfordeling dels til minimering af det samlede armeringsforbrug for en plade med givne betonmål, givne belastninger og given armeringsarrangement.

Afhandlingen konkluderer at en rationel og sikker beregningsmetode, der er anvendelig i praksis, kan opnås ved benyttelse af plasticitetsteoriens nedreværdimetode og lineær programmering.

Kontinuumsproblemet diskretiseres ved elementinddeling. Såkaldte ligevægtselementer benyttes, således at total ligevægt sikres ved opstilling af et lineært ligningssystem. Flydebetingelserne lineariseres og giver således et sæt lineære uligheder ved opstilling i en række på forhånd valgte kritiske punkter. Idet kostfunktionen - som enten er lastfaktoren ved bæreevnebestemmelsen eller det samlede armeringsforbrug ved dimensioneringsopgaven - også er lineær, fås herved et lineært programmeringsproblem, der kan løses ved hjælp af almindeligt tilgængelige standardprogrammer.

• This report treats the possibility of using limit analysis combined with optimization techniques for reinforced concrete slabs.

The report is especially concerned with the development of automatically numerical methods for maximization of the lim-



Nedre værdier af flydelast for kvadratisk, indspændt plade beregnet ved hjælp af trekantelementer. n_e = antal elementer i ottendedel af pladen.

• Lower bound of limit load for square, clamped plate uniformly loaded.

n_e = number of elements in eighth part of plate. Ref.: PEDERSEN, HENNING:

Optimering af jernbetonplader.

it load for a given slab subjected to proportional loading with a given load distribution and for minimization of the total amount of tensile reinforcement necessary in a slab with given concrete dimensions, subjected to given loads and with a given arrangement of reinforcing bars.

The report concludes that a rational and safe method for practical use can be achieved using the lower bound method of limit analysis combined with linear programming.

The continuum problem is discretized by means of finite element. Equilibrium element types are used so that overall equilibrium is ensured by setting up a set of linear equations. Linearizing the yield conditions results in a set of linear inequalities when established in a number of a priori

selected critical points. Since the objective function - which is either the load factor in the limit analysis problem or the total amount of tensile reinforcement in the limit design problem - is also linear, the resulting problem is a case of linear programming, which can be solved by general available standard routines.

PEDERSEN, MAX ELGAARD: En generel beregningsmetode for betontværsnit. (• A General Calculation Method for Concrete Cross Sections. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner, Rapport nr. R 115, 1980. 68 s. [Lic.]. Gratis.

Rapporten behandler dels de beregningstekniske forhold i forbindelse med betontværsnitberegninger, dels disse beregningers materialemæssige aspekter og herunder specielt betonarbejdskurver for kombineret langtids- og korttidslast.

Ved beregningerne kan man tage hensyn til betonens revnedannelse og trækstyrke, samt vælge mellem en lineærelastisk, en lineærelastisk-plastisk arbejdskurve for henholdsvis beton, slap armering og spændarmering. Man har endvidere mulighed for at behandle langtidsbelastning og korttidsbelastning, samt kombineret langtids-korttidsbelastning, hvor der for betonens kombinerede langtids-korttidsarbejdskurve er foreslået udtryk med trykstyrken som en funktion af langtidsspændingsniveauet.

I forbindelse med rapporten er der udviklet et EDB-program, som syntetiserer rapportens indhold.

• The report treats the aspects in relation to calculations of concrete cross sections, and the material aspects of these calculations including concrete stress-strain curves for combined sustained and short time loading.

The aspects of concrete cracking and tensile strength, the selection between a linear elastic, a linear elastic-perfectly plastic and a curved elastic-plastic stress-strain relation for respectively concrete, non-prestressed

and prestressed steel can be considered in the calculations. Furthermore, it is possible to consider sustained loading and combined sustained and short time loading. An expression for the compression strength, which is a function of the stress level for the sustained loading, is proposed for the combined stress-strain relations.

A computer program for the analysis mentioned is developed in relation to the report.

PEDERSEN, MAX ELGAARD: Kipstabilitet af armerede betonbjælker.

(● Lateral Buckling of Reinforced Concrete Beams. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. R 116, 1980, 87 s. [Lic.]. Gratis.

I denne rapport, samt forarbejdet hertil rapport nr. R 115, er opstillet en metode til beregning af betonbjælkers kipstabilitet med hensyntagen til betonens og armeringens specielle materialeegenskaber, herunder krumme arbejdslinier, revnedannelse, svind, krybning og relaxation. Endvidere er der i tilknytning hertil på basis af den angivne beregningsmetode udviklet et EDB program til kipstabilitetsberegninger for gaffeloplagede og wireophængte bjælker.

Ved beregningerne er der benyttet meget generelle og fleksible fysiske betingelser for de indgående materialer. Specielt er der mulighed for at behandle kombineret langtids-korttidsbelastning, hvilket så vidt vides ikke tidligere er foretaget i forbindelse med kipstabilitetsberegninger.

Beregningsresultater sammenlignet med forsøgsresultater viser en tilfredsstillende overensstemmelse.

● In the present report in combination with report No. R 115 a calculation method for lateral buckling of concrete beams is developed. The method takes into consideration the special material properties of concrete and steel including curved stress-strain relations, cracking,

shrinkage, creep and relaxation. On this basis a computer program for lateral buckling analysis of hinged and wire supported beams is developed. In the analysis are used very general and flexible stress-strain relations. Particularly, it is possible to consider combined sustained and short time loading, which has not been investigated before in combination with lateral buckling analyses.

The method compared with test results shows a satisfactory accordance.

PHILIPSEN, CLAUS: Optiske målemetoder. (• Optical Measuring Methods. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 83, 1980. 112 s. Kr. 35.-.

Forelæsningsnotat F 83, Optiske Målemetoder, har til formål at indføre de studerende ved kursus i Forsøgsteknik 1 i optiske interferens-målemetoder. Hensigten: med afsnit A, der omhandler beskrivelser af lysets udbredelse, polarisation, intensitet, interferens og lysudbredelse i transparente medier er, at give et grundlag for en række optiske målemetoder.

Under beskrivelse af lysets udbredelse omtales forskellige målemetoder til fastlæggelse af et legemes termiske tilstand. Afsnit B omtaler forskellige spændingsoptiske metoder til fastlæggelse af plane eller rumlige spændingstilstande. Afsnit C beskriver interferens-holografiske metoder til bestemmelse af legemers form og flytningsfelt. Målemetodens princip og det nødvendige udstyr omtales. Herefter gennemgås en række anvendelser af metoden ved flytningsmåling, konturering og måling af svingninger.

• Lecture note F 83, Optical Measuring Methods, is used to introduce students following Research Technique 1 to optical interference measuring methods. The objects of part A, which deals with description of the propagation of light, polarization, intensity, interference and lightpropagation

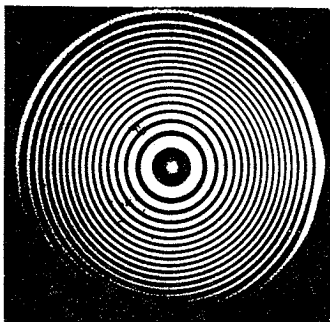


Foto af holografisk dobbelt-optagelse af cirkulær indspændt plade dels i u-belastet tilstand dels ensformig belastet. Striberne kan opfattes som niveaukurver for udbøjningsfiguren. Afstand mellem niveaukurver: ca. $0,3 \mu$. • Photo of holographic double-exposure of circular clamped plate, firstly unloaded, secondly uniformly loaded. The lines may be considered as contour lines of the deflected surface. Vertical distance corresponding to two contour line: approximately 0.3μ . Ref.: PHILIPSEN, CLAUS: Optiske målemetoder.

in transparent objects is to provide a foundation for a series of optical methods for measuring.

In the section dealing with the propagation of light, various methods of measuring are introduced to establish the thermal condition of an object. Section B describes various photo-elasticity methods to establish a plane or 3-dimensional problem. Section C describes interference-holographical methods to establish form and displacement area. The principles of the method and the necessary equipment is mentioned. Thereafter, a series of uses of the method of displacement measurement, contouring and measurement of vibration is discussed.

PHILIPSEN, CLAUS: Revnelak. (• Brittle lacquer. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Forelæsningsnotat nr. F 84, 1980. 17 s. Kr. 13.-.

Forelæsningsnotatet F 84 beskriver anvendelse af en skør lak til eksperimentel bestemmelse af spændingerne i overfladen af faste legemer. Det antages, at lakken er lineært elastisk indtil brudgrænsen og 3 brudbetingelser for lakken beskrives. En metode til fastlæggelse af lakkens følsomhed beskrives, og der redegøres for nogle af lakkens fysiske egenskaber.

• Lecture note F 84 describes the use of brittle lacquer in an experimental determination of stresses on the surface of solid bodies. It is presupposed that the lacquer is linear elastic until the failure limit, and 3 failure conditions for the stress coat are described. A method for determination of the sensitivity of the lacquer is described and some of the qualities of the lacquer are accounted for.

Resumeoversigt 1979. • Summaries of papers 1979. Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Rapport nr. R 121, 1980, 73 s. Gratis.

Resumeer af 59 videnskabelige publikationer m.v., af 2 rapporter over rekvirerede arbejder og af 2 eksamensarbejder.

• Summaries in Danish and English of 59 scientific papers etc., of 2 reports on contract work and of 2 final year theses.

RIBERHOLT, H., se også LARSEN, H.J. og H. RIBERHOLT.

RIBERHOLT, HILMER, se også LARSEN, H.J., HILMER RIBERHOLT et al.

ROSTAM, STEEN and EIGIL STEEN PEDERSEN: • Partially Prestressed Concrete Bridges. Danish Experience. Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Serie R, No. 129, 1980. 14 s. Gratis.

• The majority of prestressed concrete bridges in Denmark constructed during the past 25 years are partially prestressed, utilizing a combination of prestressed and non-prestressed reinforcement.

In these structures, bending tensile stresses and flexural cracks are allowed to occur within the anticipated service load range.

Bridge structures seem to be the one type of structure coming closest to the conditions for evaluating the practical consequences of partial prestressing. Partly because the statical systems are well defined, partly because bridges are readily accessible for close-up inspection. Furthermore, bridges may be subjected to real environmental service conditions over a substantial period of time.

In rational structural design adequate ultimate carrying capacity must be ensured, but in the service state the steel and concrete stresses, the stress variations, the maximum crack widths, and the deflections are among the basic design parameters to be considered.

It is shown to be more advantageous to treat directly these basic parameters when evaluating structural response, than to present the results of the structural assessment in one single value called a prestressing degree shown to be of questionable validity.

Durability considerations associated with flexural cracking have formerly been the major concern when evaluating partial prestressing.

The Danish Road Directorate, Bridge Division, is currently inspecting and maintaining approximately 2,000 bridges, of which a large part is prestressed.

Inspection reports reveal a surprisingly high degree of cracking, but no serious deterioration or malfunction can be related to flexural cracking. It appears to be technological processes that prevail.

From the experience with partial prestressing, gained in Denmark it may, therefore, be concluded that future research

on this subject should be focused more on the interaction between material composition, structural dispositioning, execution, loading, and environmental impacts, and not so much on the continuing study of static response and flexural cracking.

Flertallet af danske spændbetonbroer bygget de sidste 25 år er delvis forspændte, med udnyttelse af en kombineret forspændt og ikke-forspændt armering.

I disse konstruktioner tillades bøjningstrækspændinger og bøjningsrevner i brugsstadiet.

Eroer synes at være den konstruktionstype, som bedst opfylder betingelserne for en vurdering af de praktiske følger af delvis forspænding. Dette skyldes dels de sædvanligvis veldefinerede statiske systemer, dels at broer er relativt let tilgængelige for nøjere eftersyn.

Ved en rationel dimensionering sikres konstruktionerne en tilstrækkelig bæreevne i brudstadiet, foruden at forholdene i brugsstadiet analyseres. De grundlæggende parametre i denne analyse inkluderer stål- og betonspændingerne, spændingsvariationerne, de maksimale revnevidder og deformationerne.

Ved en vurdering af konstruktionernes egenskaber viser det sig at være mere fordelagtigt direkte at behandle disse grundlæggende parametre, end at udtrykke resultatet af konstruktionsanalysen gennem én enkelt parameter, betegnet forspændingsgraden, som viser sig at være af tvivlsom værdi.

Betæneligheder vedrørende bøjningsrevners eventuelle indflydelse på holdbarheden har tidligere været afgørende ved vurdering af fordele og ulemper ved delvis forspænding.

Vejdirektoratets Broafdeling efterser og vedligeholder for tiden hen mod 2.000 broer, af hvilke en væsentlig del er forspændte.

Skønt eftersynsrapporterne afslører revneskader i et uventet stort omfang, kan ingen alvorlige nedbrydningsskader eller funktionsfejl henføres til eksistensen af bøjningsrevner. Nedbrydningsprocesserne synes overvejende at være

af betonteknologisk karakter.

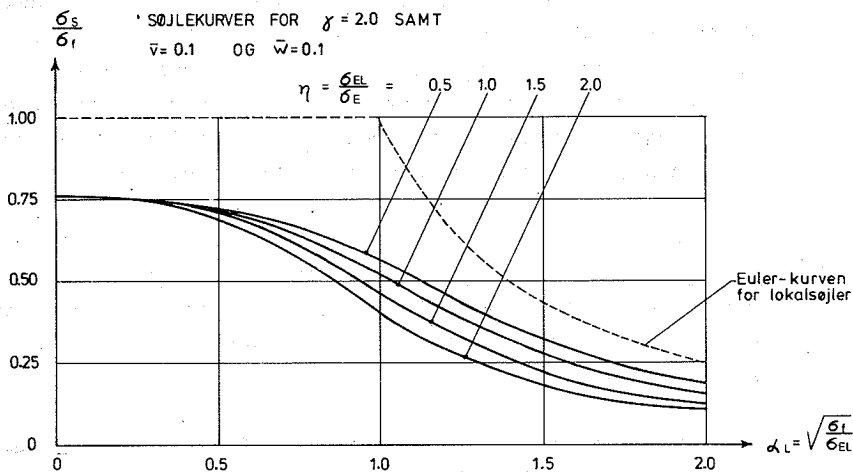
Ud fra danske erfaringer med delvis forspænding kan det således konkluderes, at den fremtidige forskning i delvis forspænding burde koncentrere sig mere om samspillet mellem materialsammensætning, konstruktionsudformning, udførelse, belastninger og miljøpåvirkninger, end énsidigt koncentrere sig om analyse af belastningsrespons og bøjningsrevner.

SVENSSON, SVEN EILIF og JAN KRAGERUP: Interaktiv bæreevne af sammensatte søjler. (● Collapse Loads of Laced Columns. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Serie R, No. 127, 1980. 47 s. Gratis.

Der angives en metode til bestemmelse af bæreevnen af sammensatte søjler, idet flangernes last-sammentryknings relation forudsættes kendt. Der tages således højde for eventuelle ulineariteter i flangernes opførsel (geometrisk imperfektion, krum arbejdskurve, residuals-spændinger) ved bestemmelsen af denne relation.

Dernæst undersøges ved hjælp af den formulerede metode gittersøjlels imperfektionsfølsomhed, hvor imperfektionen forudsættes at bestå af såvel en lokal - som en global sinusformet geometrisk imperfektion. Gittersøjlels bæreevne viser sig i visse tilfælde at være yderst afhængig af såvel lokal- som global-imperfektionen. Endelig undersøges bæreevnen når en flydespænding introduceres, hvor bæreevnen tilnærmes med den last, der foranlediger flydning i første fiber. En række søjlekurver for varierende imperfektioner er angivet, således at de geometriske imperfektioners bæreevnereducerende virkning kan bestemmes. Denne virkning vises at være størst når de kritiske Euler-spændinger og flydespændinger alle er sammenfaldende.

● A general method for determining the load-deflection relation (and thus the collapse load) of build-up columns are given, the load-shortening relation of the imperfect



Eksempel på undersøgelse af interaktiv bæreevne af gittersøjle. Forholdet σ_s/σ_f = bæreevne/flydelast er vist som funktion af α_L = relativ slankhed af lokalsøjlen. Forskellige forhold σ_{EL}/σ_E = kritisk klassisk lokalspænding/kritisk klassisk globalspænding er undersøgt. Geometriske imperfektioner på 10% af inertiradius er forudsat. • Example of curves for interaction between local and overall buckling of laced columns. The ratio σ_s/σ_f = ultimate load/yield load is shown against α_L = slenderness ratio of local column. Different ratios σ_{EL}/σ_E = critical classical local stress/critical classical overall stress have been investigated. Geometrical imperfections of the order of 10 per cent. of the radius of gyrations have been assumed. Ref.: SVENSSON, SVEN ELLIF and JAN KRAGERUP: Interaktiv bæreevne af sammensatte søjler.

flanges assumed to be known. By means of this method the imperfect truss column is investigated, the imperfection consisting of both a local - and an overall sinusoidal geometric imperfection. The ultimate load is shown in some cases to be extremely sensitive to both the local - and overall imperfection. The investigation is carried out in the case of linear elastic material as well as linear elastic-ideal plastic material. In the latter case the ultimate load is

approximated with the load that causes initial yielding, which is shown to give only a minor reduction of the ultimate load. There is presented a number of buckling design curves for different levels of imperfection, so as easily to be able to determine the drop in ultimate load due to the imperfections. It is shown that this drop is greatest when the critical Euler stresses (both overall and local) and the yield stress all coincide.

WEDØ, B., se GIMSING, N.J. og B. WEDØ.



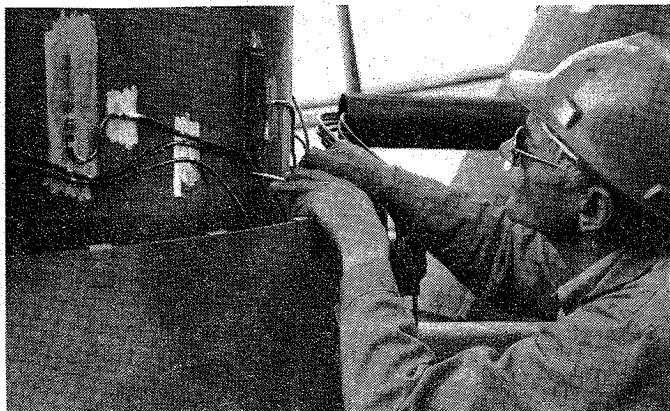
Prøvelegemer af stensalt til korttidsbrudforsøg og krybningsforsøg. Forsøgene skal anvendes som dokumentationsmateriale i forbindelse med udnyttelsen af salthorste til lagring af naturgas (DONG). Ialt er undersøgt materiale fra 7 boringer, med 10-20 prøver fra hver boring. • Test specimens of rock salt for short term rupture tests and for creep tests. The investigations will be used as documentation material in connection with storage of natural gas in salt domes (DONG). Material from 7 wells has been tested with 10-20 specimens from each well.

2. REKVIREREDE UNDERSØGELSER

• Reports on contract work

Rapporten over en rekvireret undersøgelse er principielt rekvirentens ejendom, men dels kan der altid gives rent orienterende oplysninger om, hvad Afdelingen kan udføre af målinger på det pågældende felt ved henvendelse til den person, der er angivet under sagen, og dels er det muligt i visse sager at udlevere en fotokopi af rapporten, dersom rekvirenten har givet sin tilladelse hertil.

• A report on contract work is, in principle, the property of the client, but information on the types of measurement undertaken by the Department in the field in question can always be obtained by application to the person named under the project, and for certain projects, a photocopy of the report can be supplied provided the client has given his consent to this.



Anvendelse af strain gages på en boreplatform stiller store krav til såvel fugtbeskyttelse som mekanisk beskyttelse. Der anvendes derfor svejsegages med integrerede ledninger beskyttet af et skjold af stålplade. • The use of strain gages on an oil rig requires careful protection against water penetration and mechanical damage. Therefore, weldable gages have been used protected by a steel shield.

Montering af strain gages på Gorm feltets flare platform D.

(● Mounting of strain gages on flare platform D in the Gorm field. In Danish). Afdelingen for Bærende Konstruktioner. Sagsrapport nr. S 13/80. 1980.

Der er foretaget montering af ca. 50 Ailtech svejsegages fordelt på 10 målesnit i nærheden af et knudepunkt på flare platform D i Gorm feltet. Monteringen er foretaget under platformens bygning på værft.

Installationerne vil i brugstilstanden befinde sig ca. 7 m under vandoverfladen i Nordsøen.

Rapporten beskriver fremgangsmåden ved montering og benyttelse af svejsegagene.

Rekvirent: Dansk Hydraulisk Institut, Agern Alle 5, 2970 Hørsholm.

Kopier af rapporten kan fås ved henvendelse til rekvirenten.

● About 50 Ailtech weldable strain gages were mounted in 10 measuring sections near a joint in the tubular steel platform. The mounting was carried out during construction of the platform.

Under service conditions the gage positions will be about 7 m below water level in the North Sea.

The report describes the mounting procedure and the protection of the gages.

Client: Dansk Hydraulisk Institut, Agern Alle 5, 2970 Hørsholm.

Copies of the report can be obtained at the client.

● Inspection of grain silos in Iraq. Danish Geotechnical Institute. Sagsrapport. 20. maj 1980, 19 s.

● This report contains an account of observations taken of damage to the concrete structures at the Mosul, Erbil, Hillah and Basrah silos.

The report contains - in respect of the first three silos - a classification of the damage ascertained according to the need for repairs. In addition further observation and monitoring are proposed for the Basrah silo.

Client: Danish Geotechnical Institute, who together with the company B. Højlund Rasmussen participated in the investigation.

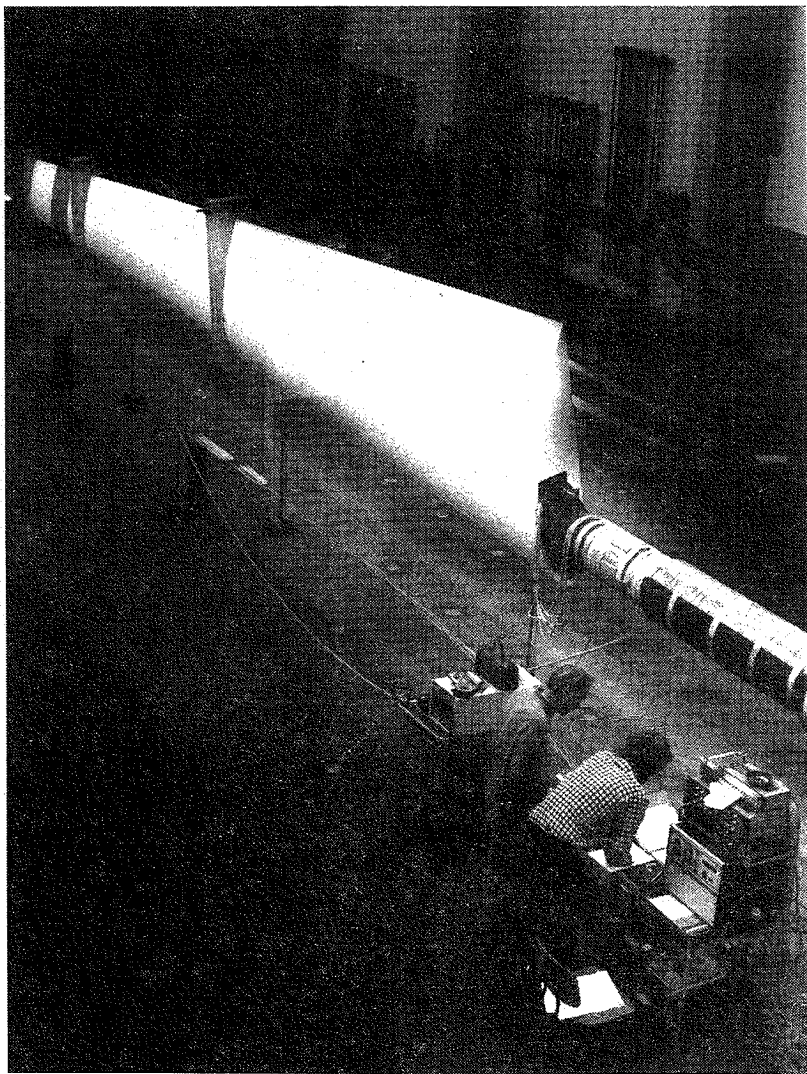
The report in its entirety is not available to the public. Requests for further information may be addressed to civil engineer, lic. techn. Jørgen Nielsen.

Rapporten beskriver observationer af skader på betonsiloer i Mosul, Erbil, Hillah og Basrah.

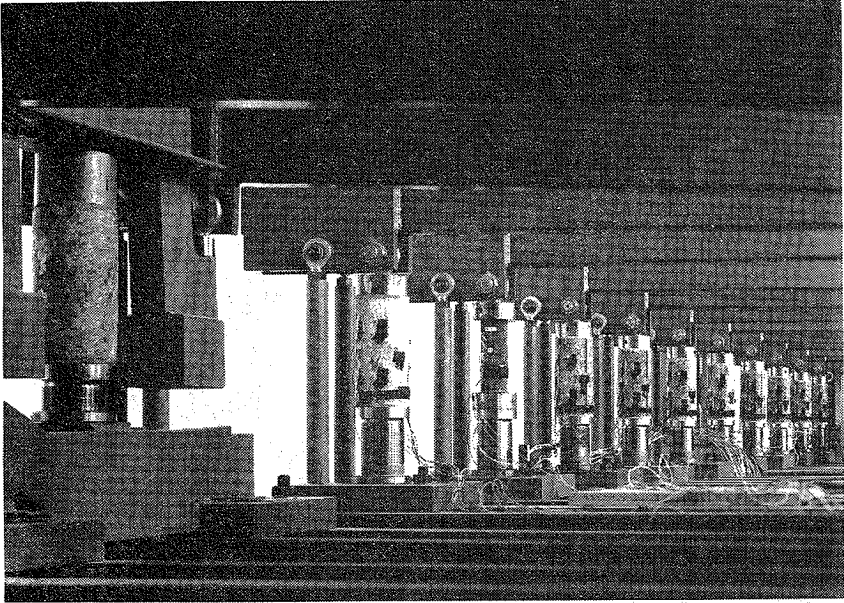
Konstaterede skader er klassificerede efter behovet for reparation, og fortsat inspektion og overvågning er foreslået for siloen i Basrah.

Rekvirent: Geoteknisk Institut, som sammen med firmaet B. Højlund Rasmussen har deltaget i arbejdet.

Rapporten i sin helhed er for tiden ikke offentlig tilgængelig. For yderligere oplysninger henvises til lektor, lic.techn. Jørgen Nielsen.



Afdelingen har udført forsøg med en vinge fra Nibe vindmølle-B. Ved forsøgene bestemmes kalibreringskonstanter, som gør det muligt at fastlægge belastningen på vingen under driftforhold ud fra de strain gage signaler, som måles. • Calibration factors are determined in a test with one of the blades from Nibe wind rotor-B. By using these factors the load on the wing under service can be determined from measured strain gage signals.



Krybningsforsøg med prøver af stensalt. Forsøgene er et led i undersøgelsen af saltets egenskaber med henblik på opbevaring af radioaktivt affald (ELSAM). Der kan prøves ialt 20 prøvelegemer ad gangen, og prøvetiden er 3-4 mdr. Der benyttes automatiske strain gage aflæsninger. Saltet har vist tøjninger på 50-70% ved en belastning på 70% af korttidsstyrken. • Creep tests with specimens of rock salt. The test program is part of the investigation of the mechanical properties of rock salt with a view to using the salt domes for radioactive waste disposal (ELSAM). 20 test specimens can be investigated simultaneously. The test period is 3-4 months. Automatic strain gage recording is used. Strains up to 50-70% have been recorded at a load corresponding to 70% of the short term strength.

3. EKSAMENSPROJEKTER

● Final year projects

Da disse afhandlinger kun findes i et enkelt eksemplar, må et nærmere studium af dem foregå på Afdelingens bibliotek efter forudgående aftale. Fotokopier af hele afhandlinger eller dele heraf kan leveres til en pris af kr. 1,00 pr. side.

Yderligere oplysninger om afhandlingernes indhold fås ved henvendelse til den under resumeet angivne lærer.

Anmodning om kopiering kan ske telefonisk på tlf. (02) 883511.

● As there is normally only one copy of each of these theses, anyone wishing to study them in detail must do so at the Department's library according to a previous arrangement. Photocopies of entire theses or parts thereof can, however, be supplied at a price of D.kr. 1.00 per page.

Further information on the content of the theses can be obtained by application to the project leader indicated under the summary.

Orders for copies must be accompanied by a cheque for the amount in question.

ADELHØJ, JOHN og SOLBRITT CHRISTIANSEN: Rammehjørne i masonit

I-profil. (● Frame-connections of masonite I-beams. In Danish). Eksamensprojekt. Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 147 s + EDB-udskrifter. Fotokopi af tekst, kr. 147.-.

Rammehjørner udført af standard masonite-bjælker samlet med sømlmede lasker af træfiberplader er gennemført for varierende vinkler af rammehjørnet. Formålet med forsøgene er at bestemme forbindelsens styrke- og stivheds data d.v.s. moment- og aksialkraft kapacitet til brug for beregninger i sammensatte konstruktioner såsom spærfag.

Masonite I-profiler består af flanger af træ med høj kvalitet og krop af masonite træfiberplader. Profilet giver i

konstruktionen mulighed for store isoleringstykker.

Lærer: A.R. Egerup.

• Different types of frame connections are tested by full-scale-laboratory tests to determine joint characteristics e.g. the moment- and axial force transfere capacity. The frame-connections are produced of Masonite I-beams with gussets of Masonite fiber board (oilharden). Glued and pressed by nailing. I-composite beams are produced with flanges of high quality spruce and web of Masonite fibre board. The beams offer a solution to the requirement of higher sections in trusses and frames for insulation purpose.

Project leader: A.R. Egerup.

BJERAGER, PETER og MAX KARLSSON: Konstruktioners sikkerhed, menneskelige fejl. (• Structural Reliability, Human Errors. In Danish). Eksamensprojekt, Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 190 s + 140 s appendices. Fotokopi af tekst, kr. 190.-.

Rapporten omhandler grove, menneskelige fejl i bærende konstruktioner. Der gives en kort indføring i konstruktioners sikkerhed samt en summarisk oversigt over tidligere arbejder omhandlende denne fejlklasse.

Visse grundlæggende årsagssammenhænge undersøges, og parametre, der har betydning for fejls opståen, beskrives. Endvidere belyses vigtigheden af en faseinddeling af konstruktioners livscyklus under en pålidelighedsanalyse med hensyntagen til grove fejl.

Der opstilles en model, der gør det muligt at indregne grove, menneskelige fejl i konstruktionens modstandsvariable. Eliminering af disse fejl diskuteres, og der foreslås en procedure til indmodellering af byggeprocessens kontrolforanstaltninger i en pålidelighedsundersøgelse.

Endelig opstilles retningslinier for fremtidig dataind-

samling, og som eksempel på de foreslåede metoder foretages en pålidelighedsanalyse af en stålramme.

Lærere: Svend Gravesen og Henrik Overgaard Madsen.

• The report deals with human gross errors in structural engineering. A brief introduction to structural reliability and a summary overview of previous works concerning this class of errors is given.

Some fundamental causal dependencies are investigated and parameters influencing the emergence of errors are described. Further the importance of dividing the life cycle of a structure into phases under a reliability analysis concerning gross errors is clarified.

A probabilistic gross error model taking into account human gross errors by modifying the resistance variables of the structures is set up. Elimination of gross errors is discussed and the reliability analysis procedure is provided with a modeling of control arrangements.

Finally guidelines for future data collections are set up and the proposed methods are exemplified by a reliability analysis of a steel framework.

Project leaders: Svend Gravesen and Henrik Overgaard Madsen.

CHRISTENSEN, JØRGEN A. HØYER og CHRISTIAN LINDAHL: Portåbninger i betonsiloer. (• Gate Openings in Concrete Silos. In Danish). Eksamensprojekt, Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 101 s. + EDB udskrifter m.m. Fotokopi af tekst, kr. 101.-.

Projektet er en eksperimentel undersøgelse af, hvorledes forstærkning ved portåbninger i siloer hensigtsmæssigt udformes.

Til forsøgene anvendtes 8 silomodeller med en diameter på ca. 1 m, en vægtykkelse på ca. 2,5 cm og en højde på ca. 2,5 m. Modellerne blev fremstillet ved centrifugal-

støbning.

Som forstærkning omkring portåbningen er undersøgt dels en rammekonstruktion, dels en forstærkning alene bestående af søjler ved portsiderne sammenstøbt med væggen og dels en forstærkning bestående af en plade kombineret med søjler.

Lærere: Troels Brøndum-Nielsen og Erik Skettrup.

- The project is an experimental investigation comparing different ways of strengthening gate openings in concrete silos.

8 silo models with 1 m diameter, 2.5 cm wall thickness, and 2.5 m high were tested. The models were produced by centrifugal casting.

The investigated strengthening arrangements were the following:

A frame around the gate opening, columns at the sides of the gate monolithic with the silo wall, and a combination of such columns and the bottom slab of the silo.

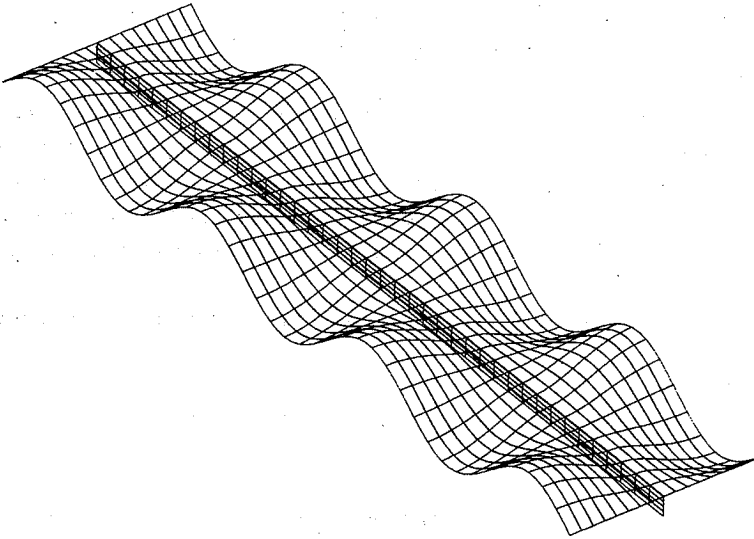
Project leaders: Troels Brøndum-Nielsen and Erik Skettrup.

CHRISTIANSEN, SOLBRITT, se ADELHØJ, JOHN og SOLBRITT CHRISTIANSEN.

FUGL, JØRGEN: Stabilitet af afstivede pladepaneler. (• Stability of Stiffened Plate Panels. In Danish). Eksamensprojekt, Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 236 s. + EDB udskrifter. Fotokopi af tekst, kr. 236.-.

Den klassiske kritiske stabilitetslast af elastiske pladepaneler og foldekonstruktioner er i projektet beregnet ved en elementmetode, der udnytter forhåndsviden om karakteren af bulingsfeltet i den aksiale retning. Det udarbejdede EDB-program indeholder også en plottefacilitet, så bulingsformen kan udtegnes i en aksonometrisk afbildning.

Lærer: Esben Byskov.



Buling af pladefelt med én afstivning. • Buckling of plate with one stringer.

Ref.: FUGL, JØRGEN: Stabilitet af afstivede pladepaneler.

• Classical critical loads for elastic stiffened panels and folded plate structures are computed by a finite strip method. The computer program includes a plotting facility which provides plots of the buckling modes.

Project leader: Esben Byskov.

JENSEN, CLAUS FISCHER og HANS PEDERSEN: Trykstød i armerede betonkonstruktioner. (• Compressive Joints in Concrete Structures. In Danish). Eksamensprojekt, Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 224 s. Fotokopi af tekst, kr. 224.-.

Rapporten omhandler en teoretisk og eksperimentel undersøgelse af forskellige metoder til stødnings af trykarmring i slapt armerede betonkonstruktioner. Der er gennemført en forsøgsserie med 24 søjler, hvor overlappingsstød, kontaktstød med muffe og gennemgående armering er sammenlignet

ved forskellige armeringsforhold.

Lærere: Troels Brøndum-Nielsen og Erik Skettrup.

- The report covers a theoretical and experimental investigation of some methods of joining compressive reinforcement in concrete structures. 24 columns were tested. Lap joints, and contact joints with sleeve were compared with reinforcement without joints for different percentages of reinforcement.

Project leaders: Troels Brøndum Nielsen and Erik Skettrup.

KARLSSON, MAX, se BJERGAGER, PETER og MAX KARLSSON.

LINDAHL, CHRISTIAN, se CHRISTENSEN, JØRGEN A. HØYER og CHRISTIAN LINDAHL.

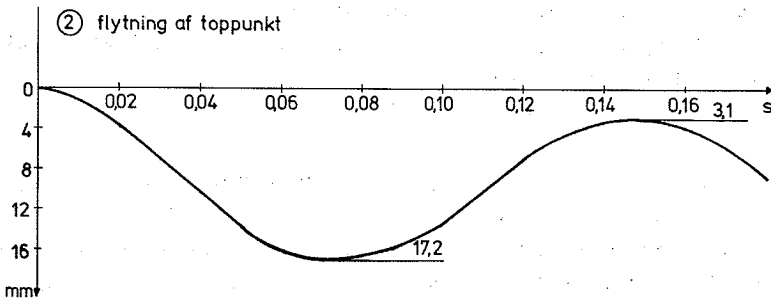
NIELSEN, METTE THIEL og PETER NITTEGAARD-NIELSEN: Afbardunerede master, svingninger ved bardunbrud. (● Guyed Masts, Vibrations at Guy Rupture. In Danish). Eksamensprojekt, Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 2 bind, 151 s + 121 s appendix. Fotokopi af tekst, kr. 272.-.

Projektet behandler svingninger af en afbarduneret mast efter brud af én bardun. Der betragtes en modelmast med to bardunsæt, og undersøgelserne er her begrænset til at omfatte brud i én af de øverste barduner.

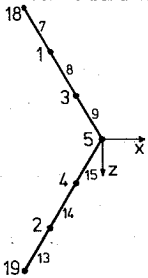
Der er opstillet modelbetingelser og på baggrund heraf er en model af en eksisterende afbarduneret gittermast fremstillet.

Denne model er dels benyttet til undersøgelse af systemets egenfrekvenser dels til bestemmelse af mastens svingninger ved bardunbrud.

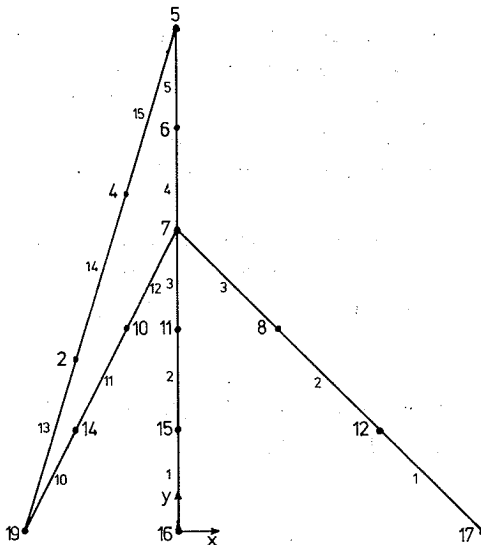
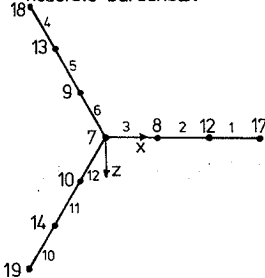
Der er, for en mast med et vilkårligt antal bardunsæt, udviklet et elementmetodeprogram til beregning af egenfre-



øverste bardunsest



nederste bardunsest



Der er udviklet et elementmetodeprogram, der bl.a. kan beregne mastesvingninger ved bardunbrud. Figuren viser elementinddelingen ved brud i én topbardun samt toppunktets flytning efter dette brud i en 3,69 m høj modelmast.

• A finite element program has been developed, making it possible to compute vibrations of a mast at guy rupture. The figure shows the modelling at rupture of one guy in the upper set as well as the motion of the top point after this rupture in a modelmast, 3.69 m high. Ref.: NIELSEN, METTE THIEL og PETER NITTEGAARD-NIELSEN: Afbardunerede master, svingninger ved bardunbrud.

kvenser samt svingninger ved bardunbrud.

Endelig er der foretaget en sammenligning mellem de målte og de beregnede værdier.

Lærer: C. Dyrbye.

- The project is an analysis of the vibrations of a guyed mast after the rupture of one of its guys. We consider a model mast with two guy sets and our examinations will include only in this connexion ruptures in one of the uppermost guys.

The conditions of the scaling of the model have been computed and as a result of this a model of an already existing guyed girder mast has been produced.

This model has been used partly for our examinations of the natural frequencies of the system and partly for the determination of the vibrations at guy rupture.

A finite element program has been developed intended for a mast with any number of guy sets in order to be able to compute the natural frequencies and the vibrations at guy rupture.

Finally a comparison between the measured and the computed values has been undertaken.

Project leader: C. Dyrbye.

NITTEGAARD-NIELSEN, PETER, se NIELSEN, METTE THIEL og PETER NITTEGAARD-NIELSEN.

OLSEN, KJELD LEON: Hævet motorgade. Brobaneklader. (• Elevated Highway. Deck Slabs for Bridges. In Danish). Eksamensprojekt, Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 115 s. + 3 tegn. + EDB-udskrifter. Fotokopi, kr. 185.-.

Ud fra en række alternative, skitseprojekterede broløsninger til en ca. 1 km lang, hævet motorgade udvælges et kassedragerforslag med ribbeundersøttet brodæk til nærmere analyse.

En detaljeret FEM-analyse baseret på STRUDL er gennemført til bestemmelse af deformationerne, fra en vilkårligt placeret, lodret enkeltkraft, af kassedragerens udkragede plade i området omkring en dilatationsfuge. Analysen baseres på antagelsen af konstant masse, ribbeafstand og ribbebredde samt fastholdt minimumspladetykkelse. Forskellige ribbeintensiteter analyseres, fra en plade med variabel tykkelse uden ribber, til en plade med konstant minimumstykkelse og maksimal ribbeintensitet. Undersøgelsen viser at moderate ribbeintensiteter (ca. $1/3$ af variabel masse lagt i ribberne) giver minimale nedbøjninger og dermed optimal tværfor- deling af påvirkningerne fra enkeltkræfter.

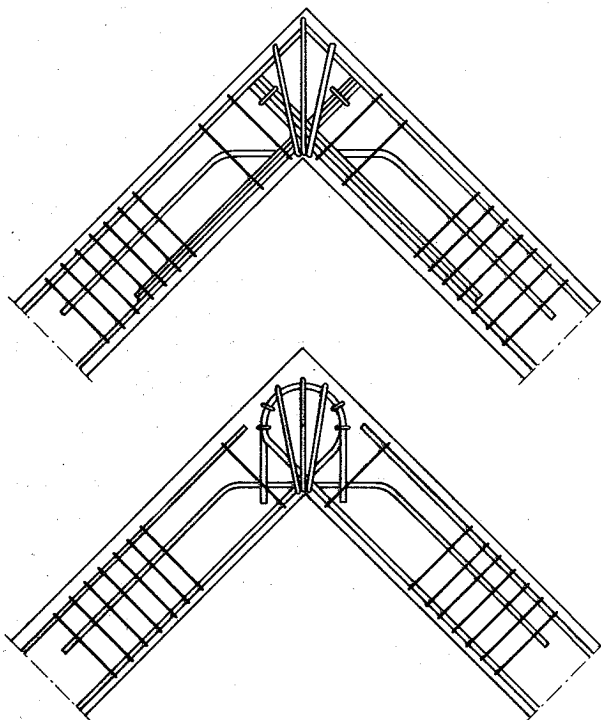
Lærere: Steen Rostam og Esben Byskov.

- From a series of alternate design proposals for an approximately 1 km long, elevated highway, a box girder proposal with ribbed deck has been selected for further analysis.

A detailed FEM-analysis, based on STRUDL, has been performed to determine the deformations of the cantilevered deck slab near an expansion joint, caused by an arbitrarily placed vertical point load. The analysis assumes constant mass, rib spacing and rib width, as well as fixed minimum slab thickness. The analysis treats different rib intensities, varying between slab with variable thickness without ribs and slab with constant minimum thickness and maximum rib intensity. The investigation reveals that moderate rib intensities of about $1/3$ of the total variable mass in ribs, renders minimum deflexions and thus optimum load distribution.

Project leaders: Steen Rostam and Esben Byskov.

PEDERSEN, HANS, se JENSEN, CLAUD FISCHER og HANS PEDERSEN.



Afprøvede rammehjørners armeringsarrangement. I det øverste arrangement er hovedarmeringen i hvert ben forankret ved hjælp af to U-bøjler med rundinger placeret i det andet bens trykzone vinkelret på trykresultanten. I det nederste arrangement forankres hovedarmeringen ved at bukke denne 225° . I begge arrangementer er anordnet hårnålebøjler samt bøjler i og omkring rammehjørnets vinkelhalveringslinie. • Reinforcing details in tested frame corners. In the upper arrangement the main reinforcement in each leg is anchored by means of two hairpin-stirrups with the bend placed in the compression zone of the other leg perpendicular to the concrete stresses. In the lower arrangement the main reinforcement has been anchored by bending it through 225° . In both arrangements hairpin-stirrups and ordinary stirrups are placed in the vicinity of the plane bisecting the corner angle. Ref.: STRABO, JØRGEN RICHARD: Rammehjørner i beton.

STRABO, JØRGEN RICHARD: Rammehjørner i beton. (● Frame Corners in Concrete Structures. In Danish). Eksamensprojekt, Afdelingen for Bærende Konstruktioner, 1980. 141 sider + tegninger. Fotokopi af tekst, kr. 141.-.

Projektet er en teoretisk og eksperimentel undersøgelse af rammehjørner i beton belastet med et åbent moment.

En tidligere undersøgelse på ABK viste, at et ofte anvendt armeringsarrangement, har en bæreevne på ned til ca. 50% af den forventede ved store armeringsforhold.

Der blev udarbejdet to nye forslag til forbedrede armeringsarrangementer, som blev prøvet. For begge vedkommende viste det sig, at rammehjørnernes bæreevne var lige så stor som bæreevnen af de tilstødende bjælker selv ved store armeringsforhold (balanceret armering).

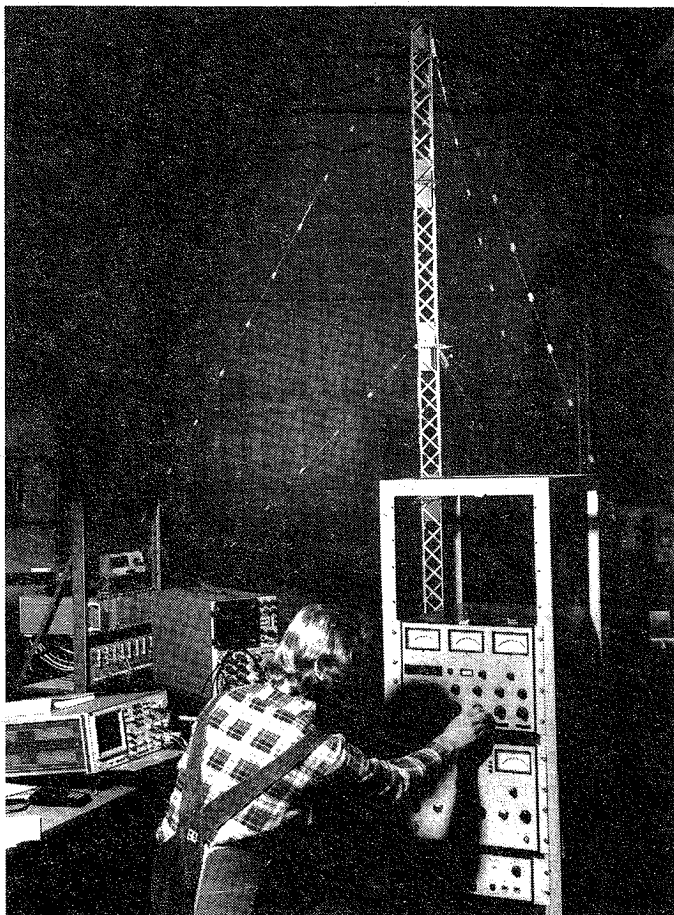
Lærere: Troels Brøndum-Nielsen og Erik Skettrup.

● The project is a theoretical and experimental investigation of concrete frame corners subjected to an opening bending moment.

A previous investigation at the department showed that a frequently used arrangement of the reinforcement resulted in a carrying capacity of only about 50% of the bending moment capacity of the adjacent beams in case of high percentages of the reinforcement.

Two new improved arrangements of the reinforcement were developed and tested. Both of them resulted in a carrying capacity of the corners which reached the same value as that of the adjacent beams, even for high percentages of the reinforcement (balanced reinforcement).

Projekt leaders: Troels Brøndum-Nielsen and Erik Skettrup.



Svingningsforsøg med 3,7 m høj model af radiomast. Masten er et firesidet gitter af rustfrit stål og er i to niveauer understøttet af barduner. I forgrunden ses til højre udstyr til styring af vibrator, til venstre udstyr til analyse af signaler. • Vibration experiments with a 3.7 m high model of a radiomast. The mast consists of 4 trusses of stainless steel and it is supported by guy cables in two levels. In the front to the right equipment for steering of a shaker and to the left equipment for analysis of measured signals.

EMNEREGISTER

- beton-, se også jernbeton
betonbjælker 47
betonkonstruktioner 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 23,
44, 46, 47, 52, 58, 63, 65, 68, 70.
betontværsnit 18, 46
bifurkation 21
brobaneklader 68
broer 23, 24, 25, 52, 68
bærende konstruktioner 6
calcite pulver 35
cylinderskaller 38
deformationsteori 14
differensligninger 13
dimensionering 52
effektivitetsfaktor 9, 16
elementmetode 13, 43, 64, 66, 67
fiberarmeret beton 34
flydeteori 14, 17
forankring 11
forskydning 11, 15, 16
forskydningsarmering 9
forspændte betonkonstruktioner 15, 18, 19, 20, 23, 46, 52
forsøgsresultater 4, 6, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 28, 29, 35, 40,
41, 42, 49, 59, 60, 61, 63, 65, 70.
gitterkonstruktioner 4
holografi 48
hængebroer 26
imperfektioner 21, 32, 42, 53
Jenike's forskydningsapparat 35
jernbeton-, se også beton-
jernbetonbjælker 9, 15, 18
jernbetonklader 14, 17, 44

jernbetonskiver 13
kabelnet 26
kabelsystemer 24, 26
kabelunderstøttede broer 24
kassedrager 68
kegleskaller 38
kipstabilitet 47
knudeplader 4
korttidsbelastning 46, 47
krybning 11, 19, 20, 47
kugleskaller 38
kuppelvirkning 14, 17
langtidsbelastning 46, 47
let konstruktionsbeton 10
limtræ 37
lineær programmering 44
masonite-bjælker 61
master, afbardonerede 66, 72
membranvirkning 14, 17
modelforsøg 40
nedre værdi 13, 15, 44
Nibe vindmølle-B 59
omdrejningsskaller 38
optimering 13, 23, 30, 44
optiske målemetoder 48
pladefelter, trykkede 42
pladepaneller, afstivede 64
plasticitetsteori 13, 14, 16, 17, 44
portåbninger 63
pålidelighedsanalyse 62
rammehjørner 70
relaksation 19, 20, 47
revnelak 49
revnedannelse 11, 52
rundjernskonstruktioner 4

samlinger, svejste 4
siloeer 40, 41, 58, 63
silomodeller 6
skalteori 37
skorstene 27, 28
skyggemoiré 42
spændbetonbroer 52
spændingsberegning 19
spændingsmålere 6
spændingsoptik 48
stabilitet 21, 31, 32, 42, 47, 53, 64
statik 6
stensalt 60
Stignæs 28
strain gages 56, 57
stribefundamenter 13
stålbjælker 30
stålkonstruktioner 4, 27, 30, 31, 42, 53, 54, 64, 66, 67
stålnorm 32
stødning af trykarmring 65
svind 11, 19, 20, 47
svingninger 27, 28, 72
søjler 21, 32, 53
trykbrudskriteriet 9
trykceller 6
trykstød 65
trækstruktioner 36, 61
trækstyrke 11
tøjningsmålere 6
udmattelse 19, 20
udmattelsesforsøg 9
udmattelsesstyrke 4
vind 28
vridning 20
øvre værdi 15

SUBJECT INDEX

anchorage 12

bifurcation 22

box girder 69

bridge structures 23, 24, 25, 50, 68

brittle lacquer 49

cable supported bridges 24

cable systems 24

calcite powder 35

chimneys 27, 28

columns 21, 32, 53

compressive joints 65

conical shells 39

connections, welded 4

concrete 18

concrete cross sections 18, 46

concrete structures 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 23,
27, 44, 45, 47, 50, 57, 63, 65, 68, 70

contact joints 66

cracks 12, 18, 23, 46, 47, 51

creep 12, 18, 20, 48

cylindrical shells 39

deck slabs 68

effectiveness factor 16

fatigue 7, 18

fibre reinforced concrete 33

finite difference equations 13

finite element method 13, 43, 67

flow theory 14, 17

frame corners 70

gate openings 63

glulam 37

gusset plates 4

guy rupture 68

holographical methods 49
imperfections 22, 33, 42, 54
Jenike's shear cell 35
lap joints 66
lateral buckling 47
lightweight aggregate concrete 10
linear programming 45
lower bound 13, 14, 44
masonite I-beams 61
masts, guyed 66, 68
membrane action 14, 17
model tests 6, 40, 63, 67, 68
Moiré method 42
Nibe wind rotor B 59
optical measuring methods 48
optimization 13, 23, 32, 44
panels, compressed 42
panels, stiffened 64
partially prestressed concrete, see prestressed concrete
photo-elasticity 49
prestressed concrete bridges 50
prestressed concrete structures 18, 19, 20, 23, 47, 50
reinforced concrete, see also concrete
reinforced concrete beams 7, 14, 16, 18, 47
reinforced concrete slabs 14, 17, 44
relaxation 18, 20, 48
reliability 62
reliability analysis 63
rock salt 60
shear 7, 12, 14, 16
shell theory 37
short time loading 46, 48
shrinkage 12, 18, 20, 48
silo models 6

silos 6, 41, 57, 63
spherical shells 39
stability 21, 32, 42, 43, 47, 53, 54
statics 7
steel girders 32
steel structures 4, 27, 30, 31, 32, 42, 53, 54, 64, 66, 67
Stigsnaes 28
strain cells 5
strain gages 56, 57
stress analysis 18
stress cells 5
structural components 7
structural design 51
suspension bridges 25
sustained loading 46, 48
tensile strength 12
tests 40, 59, 60, 64, 71, 72
test results 4, 6, 7, 12, 16
theory of plasticity 13, 14, 16, 17, 44
timber structures 36, 61
torsion 20
upper bound 14
vibrations 27, 29, 68, 72
wind 27, 29
web crushing criterion 8, 16
web effectiveness factor 8, 9

AFDELINGEN FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

Department of Structural Engineering
Technical University of Denmark, DK-2800 Lyngby

Serie R

(Tidligere: Rapporter)

- R 90. HESS, UWE, B.CHR. JENSEN, M.W. BRÆSTRUP, M.P. NIELSEN og FINN BACH: Gennemlokning af jernbetonplader. 1978.
- R 91. HANSEN, KARL ERIK, KAJ L. BRYDER og M.P. NIELSEN: Armeringsbestemmelse i jernbetonskaller. 1978.
- R 92. ASKEGAARD, V.: Stress and strain measurements in solid materials. 1978.
- R 93. SCHMIDT, HENRIK: Udbredelse af akustisk emission i beton. 1978.
- R 94. BYSKOV, ESBEN og STEEN KRENK: Konstruktionstræs mekaniske styrke. 1978.
- R 95. Resumeoversigt 1977. Summaries of papers 1977. 1978.
- R 96. DYRBYE, CLÆS: Admittance-curves. ZILSTORFF, ANNE and CLÆS DYRBYE: Admittance of bars. 1978.
- R 97. DYRBYE, CLÆS: Dynamic systems with sinusoidal mode shapes. 1978.
- R 98. ANDRESEN, CLAUD: Bjælker og søjler med åbne, tyndvæggede tværsnit. 1978.
- R 99. RIBERHOLT, H.: Eingeleimte Gewindestangen. 1978.
- R 100. PEDERSEN, C.: Opbøjet længdearmering som forskydningsarmering. 1978.
- R 101. JENSEN, J.F., M.W. BRÆSTRUP, F. BACH og M.P. NIELSEN: Nogle plasticitetsteoretiske bjælkeløsninger. 1978.
- R 102. JENSEN, J.F., C. PEDERSEN, M.W. BRÆSTRUP, F. BACH og M.P. NIELSEN: Rapport over forskydningsforsøg med 6 spændbetonbjælker. 1978.
- R 103. JENSEN, J.F., V. JENSEN, H.H. CHRISTENSEN, F. BACH, M.W. BRÆSTRUP and M.P. NIELSEN: On the behaviour of cracked reinforced concrete beams in the elastic range. 1978.
- R 104. ANDERSEN, ERIK YDING: Konstruktionsovervågning med akustisk emission. Prøvebelastning af landevejsbro. 1979.
- R 105. FREDSGAARD, SØREN SKYTTE: Ligevægtselementer i de finite elementers metode. Formulering og beregningsgang. 1979.
- R 106. AGERSKOV, HENNING: Tests on high-strength bolted T-stub connections. 1979.
- R 107. KIRK, JENS: Direkte beregning af imperfekte skalkonstruktioner. 1979.
- R 108. Resumeoversigt 1978. Summaries of papers 1978. 1979.
- R 109. BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Stress analysis of concrete sections under service load. 1979.
- R 110. BRÆSTRUP, M.W.: Effect of main steel strength on the shear capacity of reinforced concrete beams with stirrups. 1979.
- R 111. BRINCKER, RUNE: Murede vægges tværbæreevne. En undersøgelse af murværks fysiske egenskaber. 1979.
- R 112. GIMSING, NIELS J.: Analytisk undersøgelse af materialforbruget for plane kabelsystemer med ensformig fordelt belastning. 1979.

- R 113. MADSEN, HENRIK OVERGAARD: Load models and load combinations. 1979.
- R 114. RIBERHOLT, H. and P. HAUGE MADSEN: Strength distribution of timber structures. Measured variation of the cross sectional strength of structural lumber. 1979.
- R 115. PEDERSEN, MAX ELGAARD: En generel beregningsmetode for betontværsnit. 1980.
- R 116. PEDERSEN, MAX ELGAARD: Kipstabilitet af armerede betonbjælker. 1980.
- R 117. BRYDER, KAJ L.: Optimeringsmetoder for 2-dimensionale legemer af ideal-plastisk materiale. 1980.
- R 118. DUKOW, EWTIM N.: Optimale Projektierung von vorgespantten Brückenträgern. 1980.
- R 119. PEDERSEN, HENNING: Optimering af jernbetonplader. 1980.
- R 120. BACH, FINN, M.P. NIELSEN and M.W. BRÆSTRUP: Shear tests on reinforced concrete T-beams. Series V, U, X, B and S. 1980.
- R 121. Resumeoversigt 1979. Summaries of papers 1979. 1980.
- R 122. NIELSEN, J. Aa., F. JOHNSEN og N.J. GIMSING: Trykkede pladefelters bæreevne. 1980.
- R 123. KRAGERUP, Jan: Undersøgelse af stålnormens metoder til bestemmelse af bæreevnen af geometrisk imperfekte stålsøjler. 1980.
- R 124. HANSEN, SVEND OLE: Vindbelastede skorstene. 1. del. Matematiske modeller. 1980.
- R 125. HANSEN, SVEND OLE: Vindbelastede skorstene. 2. del. Stignæs skorstenen. 1980.
- R 126. GIMSING, NIELS J.: Four papers on cable supported bridges. 1980.
- R 127. SVENSSON, SVEN EILIF og JAN KRAGERUP: Interaktiv bæreevne og sammensatte søjler. 1980.
- R 128. GIMSING, NIELS J. og JØRGEN GIMSING: Analysis of erection procedures for bridges with combined cable systems. Cable net bridge concept. 1981.
- R 129. ROSTAM, STEEN og EIGIL STEEN PEDERSEN: Partially prestressed concrete bridges. Danish experience. 1981.
- R 130. BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Stress analysis of cracked arbitrary concrete section under service load. 1981.
- R 131. Reserveret.
- R 132. Reserveret.
- R 133. Reserveret.
- R 134. ABK's informationsdag 1981. 1981.
- R 135. Resumeoversigt 1980. Summaries of papers 1980. 1981.

Abonnement 1.7.1980 - 30.6.1981 Kr. 60.-.

Subscription rate 1.7.1980 - 30.6.1981 D.Kr. 60.-.

AFDELINGEN FOR BÆRENDE KONSTRUKTIONER

Danmarks tekniske Højskole

Bygning 118, 2800 Lyngby. Tlf. (02) 883511

SERIE F

(Forelæsningsnotater).

- F 31. DYRBYE, C.: Pladesvingninger. 2.udg. 1976. Kr. 23.-.
- F 32. BYSKOV, E.: Kraftmetoden & deformationsmetoden. 1971. Kr. 17.-.
- F 33. SØRENSEN, H.C.: Statisk ubestemte betonbjælker & søjlefundamenter. 1971. Kr. 11.-.
- F 34. MØLLMANN, H.: Plade skaller. 1971. Uds.
- F 35. MOSSING, P.: Støj og forvrængning i elektronisk måleudstyr. 1977. Kr. 15.-.
- F 36. GRAVESEN, S.: Plane elasticitetsteoretiske problemer. 1972. Kr. 18.-.
- F 37. LARSEN, H.J.: Fri vridning. 1972. Kr. 11.-.
- F 38. RIBERHOLT, H.: Statisk bestemte søjler. 1973. Kr. 14.-.
- F 39. DYRBYE, C.: Opgaver i bygningsdynamik. 4.udg. 1981. Kr. 33.-.
- F 40. SØRENSEN, H.C.: Forskydning. Statisk ubestemte betonbjælker. Søjlefundamenter. 1972. Uds.
- F 41. DYRBYE, C.: Svingninger med geometrisk tvang. 1972. Kr. 11.-.
- F 42. DYRBYE, C.: Bygningsdynamik. edb orienterede beregninger. 1972. Kr. 13.-.
- F 43. HOLST, O.: Lineær programmering med EDB program og eksempler. 1972. Kr. 17.-.
- F 44. LARSEN, H.J. og RIBERHOLT, H.: Sammensatte sømmede bjælker. 1973. Kr. 11.-.
- F 45. KRENK, STEEN: Plane elasticitetsteoretiske problemer. II. 1973. Uds.
- F 46. NIELSEN, LEIF OTTO: Dynamisk påvirkning af stift idealt plastiske bjælker og rammer. 1973. Kr. 22.-.
- F 47. DYRBYE, C.: Fourier-transformationen samt statistiske definitioner. 1973. Kr. 9.-.
- F 48. SOLNES, JULIUS: Introduction to stochastic processes and random vibration. 1973. Kr. 19.-.
- F 49. ASKEGAARD, VAGN: Signalkonditionering. 1973. Kr. 21.-.
- F 50. NIELSEN, LEIF OTTO: Elementmetoden. Variationsprincipper og elementtyper. 2.udg. 1976. Kr. 34.-.
- F 51. BYSKOV, ESBEN: Elementmetoden. Store flytninger og store tøjninger. 1974. Kr. 20.-.
- F 52. NIELSEN, LEIF OTTO: Elementmetoden. Dynamik. Ikke-lineære elementmetodeligninger. 2.udg. 1976. Kr. 22.-.
- F 53. BRÆSTRUP, MIKAEL W.: Shear strength of reinforced concrete beams. 3.udg. 1980. Kr. 23.-.
- F 54. MØLLMANN, H.: Beregning af hængkonstruktioner ved hjælp af deformationsmetoden. 1975. Kr. 32.-.
- F 55. LANGE-HANSEN, P.: Generel plasticitetsteori I. Konstitutive ligninger for idealt plastiske konstruktioner. Entydighedssætninger. 1975. 2.udg. 1977. Kr. 29.-.
- F 56. LANGE-HANSEN, P.: Generel plasticitetsteori II. Flydelastsætninger. 1975. Kr. 19.-.
- F 57. ASKEGAARD, V. og C. PHILIPSEN: Opgaver i forsøgsteknik 1. 1976. Kr. 23.-.
- F 58. DYRBYE, C.: Stokastiske svingninger. 1976. Kr. 22.-.

- F 59. ASKEGAARD, V., J. CHRISTENSEN, H. LUND og P. MOSSING: Opgaver og auditorieøvelser i forsøgsteknik 2. 1976. Kr. 13.-.
- F 60. GRAVESEN, S. og STEEN KRENK: 2-dimensionale elasticitetsteoretiske problemer. 1977. Kr. 33.-.
- F 61. NIELSEN, LEIF OTTO: Opstilling af og eksempler på finite elementer. 1977. Kr. 27.-.
- F 62. MØLLMANN, H.: Beregning af hængetagskonstruktioner. 1977. Kr. 27.-.
- F 63. LANGE-HANSEN, P.: Plasticitetsteori for rammer med kombineret bøjning og vridning. 1977. Kr. 33.-.
- F 64. DYRBYE, C.: Bølger i faste medier. 1978. Kr. 19.-.
- F 65. NIELSEN, LEIF OTTO: Elementmetoden. Løsning af egen-værdiproblemer. 1978. Kr. 23.-.
- F 66. NIELSEN, LEIF OTTO og C. DYRBYE: Bygningdynamik. EDB-metoder. 1978. Kr. 23.-.
- F 67. KRENCHER, HERBERT: Fiberarmering. 1978. Kr. 22.-.
- F 68. NIELSEN, LEIF OTTO og E. BYSKOV: Opgaver i elementmetoden. 1978. Kr. 23.-.
- F 69. BYSKOV, E.: Elementmetoden. Store flytninger og store tøjninger. 2. udg. 1978. Kr. 27.-.
- F 70. RIBERHOLT, HILMER: Indlimede bolte. 1978. Kr. 11.-.
- F 71. NIELSEN, LEIF OTTO: Elementmetoden. Krumme elementer. 1978. Kr. 26.-.
- F 72. NIELSEN, LEIF OTTO: Opgaver i pladers, skivers og massivers statik. 1979. Kr. 21.-.
- F 73. DYRBYE, C.: Jordskalvsrespons. 1979. Kr. 22.-.
- F 74. RIBERHOLT, HILMER: Bærende trækonstruktioner i haller. 1979. Kr. 23.-.
- F 75. NIELSEN, LEIF OTTO: Introduktion til numerisk beregning af offshore konstruktioner. 1979. Kr. 22.-.
- F 76. LARSEN, H. J. og H. RIBERHOLT: Beregning af trækonstruktioner. 1980. Kr. 40.-. 2. udg. 1981. kr. 53.-.
- F 77. BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Betonkonstruktioner. Opgaver. 1980. Kr. 18.-.
- F 78. GIMSING, N. J. og B. WEDØ: Opgaver i stålkonstruktioner. 1980. Kr. 15.-.
- F 79. BRØNDUM-NIELSEN, TROELS: Betonkonstruktioner påvirket til vridning. 1980. Kr. 13.-.
- F 80. NIELSEN, LEIF OTTO: Elementmetoden. Basis for specialprogrammer. 1980. Kr. 42.-.
- F 81. MØLLMANN, H.: Skalteori. Del 1. 1980. Kr. 38.-.
- F 82. MØLLMANN, H.: Skalteori. Del 2. 1980. Kr. 30.-.
- F 83. PHILIPSEN, Claus: Optiske målemetoder. 1980. Kr. 35.-.
- F 84. PHILIPSEN, CLAUD: Revnelak. 1980. Kr. 13.-.
- F 85. BYSKOV, ESSEN og LARS DAMKILDE: Stabilitet af søjler. 1980. Kr. 26.-.
- F 86. NIELSEN, LEIF OTTO: Elementmetoden til bærende konstruktioner I. 1981. Kr. 62.-.
- F 87. ASKEGAARD, V.: Elektriske målemetoder til måling af termomekaniske størrelser. 1981.

Abonnement på forelæsningsnotaterne, serie F

Afdelingen for Bærende Konstruktioner
Danmarks tekniske Højskole
Bygning 118
2800 Lyngby.

Undertegnede anmoder om abonnement på forelæsningsnotaterne, serie F, dækkende perioden 1.7.1981 - 30.6.1982. Abonnementsrabatten andrager 20%, og abonnementsafgiften vil blive opkrævet ved periodens udløb.

Stilling og navn:
Adresse:
Postnr. og -distrikt:

Abonnement på rapporterne, serie R

Afdelingen for Bærende Konstruktioner
Danmarks tekniske Højskole
Bygning 118
2800 Lyngby.

Undertegnede anmoder om abonnement på rapporterne, serie R, dækkende perioden 1.7.1981 - 30.6.1982. Abonnementsprisen andrager kr. 60,00, og Afdelingen vil fremsende faktura efter modtagelsen af bestillingen.

Stilling og navn:
Adresse:
Postnr. og -distrikt:

Hvis De ikke allerede modtager Afdelingens resumeoversigt ved udgivelsen, kan Afdelingen tilbyde at tilsende næste års resumeoversigt, når den udgives, dersom De udfylder og returnerer nedenstående kupon.

Returneres til
Afdelingen for Bærende Konstruktioner
Danmarks tekniske Højskole
Bygning 118
2800 Lyngby

Fremtidig tilsendelse af resumeoversigter udbedes af
(bedes udfyldt med blokbogstaver):

Stilling og navn:
Adresse:
Postnr. og -distrikt:

The Department has pleasure in offering to send you a next year's list of summaries, free of charge. If you do not already receive it upon publication, kindly complete and return the coupon below.

To be returned to:
Department of Structural Engineering
Technical University of Denmark
Building 118
DK-2800 Lyngby, Denmark.

The undersigned wishes to receive the Department's
List of Summaries:

(Please complete in block letters)

Title and name
Address.....
Postal No. and district.....
Country.....



