



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) **Nr. 157985**

(51) Int. Cl.⁴ E 04 C 5/10

(21) Patentsøknad nr. **822545**

(22) Inngivelsesdag **23.07.82**

(24) Løpedag **23.07.82**

(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(71)(73) Soker/Patenthaver **ESTEL NEDERLANDSE DRAAD-
INDUSTRIE B.V.,**
P.O. Box 42,
NL-5900 AA Venlo,
Nederland.

(86) Internasjonal søknad nr. -

(86) Internasjonal inngivelsesdag -

(85) Videreføringsdag -

(41) Alment tilgjengelig fra **26.01.83**

(44) Utlegningsdag **14.03.88**

(72) Oppfinner **BRUND HAUZENBERGER,**
Burgdorf, Sveits.
C.D. DE WAAL,
Venlo, Nederland.

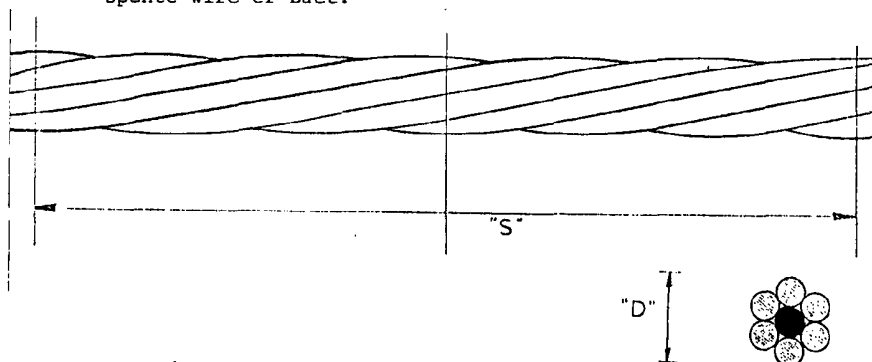
(74) Fullmektig **Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.**

(30) Prioritet begjært **25.07.81, CH, nr. 4823/81,**
20.01.82, NL, nr. 8200195.

(54) Oppfinnelsens benevnelse **FORSPENNINGSWIRE FOR BETONGKONSTRUKSJONER.**

(57) Sammendrag

En forspenningswire for anvendelse i en spenn-
betongkonstruksjon har en sentral kjernetråd og et antall
ytre tråder som strekker seg skruelinjeformet omkring
kjernetråden, idet skrueformens stigning for de ytre
tråder, er valgt mellom 20 og 150 ganger wirens største
diameter. Denne wire har vist seg å gi mer nøyaktig
spenning, særlig når kanalen i betongen for den for-
spente wire er buet.



(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Oppfinnelsen angår en forspenningswire for betongkonstruksjoner, omfattende minst én sentral kjernetråd og ytre tråder som skruelinjeformet omslutter denne. Slike wirer (kjent bl.a. fra GB-A 1 424672) anvendes ofte som armeringselementer for forspenning i spennbetongkonstruksjoner hvor de f.eks. kan være ført inn i buede kanaler i betongkonstruksjonen.

Disse kanaler dannes av omsluttende rør av stål eller annet materiale innstøpt på forhånd i betongkonstruksjonen.

En vanlig anvendt type forspenningswire omfatter seks like tykke ytre tråder og en enkelt kjernetråd, hvis diameter er mellom 2 og 5% større enn den for de ytre tråder. Denne større dimensjon av kjernetråden er av betydning for å oppnå en wire som henger godt sammen og hvor de ytre tråder passer tett inntil kjernetråden. Ennskjønt denne type wireform er den mest populære for anvendelse til forspenning, er oppfinnelsen ikke begrenset til denne spesielle wirekonstruksjon, men angår også andre wirekonstruksjoner av den generelle type antydnet ovenfor.

Med henvisning til fig. 1 og 2 på tegningene viser disse en forspenningswire som har en enkelt kjernetråd og seks ytre tråder, i oppriss hhv. i snitt. Fig. 1 antyder også stigningen av den skruelinje som hver av de ytre tråder følger. Denne stigning S angis undertiden som "slaglengden" for den sammensatte wire (eng.: stroke length of the strand). Fig. 2 antyder den største tverrsnittsdimensjon som i dette tilfelle er kalt wires ytterdiameter. Det er vanlig å uttrykke en wires slaglengde eller stigning som et multiplum av diameteren. For forspenningswirer varierer denne stigning S vanligvis mellom 12 og 18 ganger diameteren. I denne forbindelse skal det bemerkes at det i forskjellige land finnes forskrifter for de tillatte grenseverdier for en slik wires stigning S. Disse foreskrevne grenseverdier er ofte avledet ut fra anvendelsen av wirer som heisekabler.

Foreliggende oppfinnelse er oppstått ut fra det grunnlag at undersøkelser for forspenningswirer ikke har vært utført tidligere for å finne den mest egnede wirekonstruksjon for bruk ved forspenning.

Ved spenningen av en forspenningswire anvendes vanligvis forlengelsesegenskapene for wiren under spenning i en uhindret rettlinjert tilstand. Det er derved funnet at forholdet mellom middelspenningene over wirens tverrsnitt og 5 deformingene av wiren avviker lite fra det elastisitetsmodulen E (Hooke's modul) tilsier for trådmaterialet i wiren. Disse små avvik kan bero på og være avhengig av fremstillingsmåten for wiren og dens konstruksjon.

Ved anvendelsen av forspenningswirer i buede kanaler gjennom betongkonstruksjoner støter man på virkningen av friksjon mellom wiren og kanalveggene. Følgelig vil det kunne forekomme variasjoner i strekkreftene ved wireendene etter 10 at wiren er spent. Ved beregninger er det mulig å finne en sammenheng mellom den totale forlengelse av wiren i den buede kanal og disse strekkrefter ved endene og deretter å danne seg et bilde av disse krefters variasjon over wirens lengde 15 når det anvendes en på forhånd bestemt forlengelse av wiren.

Det har nå vist seg at det som en følge av variasjoner i friksjonsegenskapene mellom wiren og betongen, 20 variasjoner i fremstillingsmåtene for wiren og eventuelle andre faktorer, fremkommer store avvik mellom de beregnede forlengelser og de forlengelser som virkelig opptrer ved spenning av forspenningswiren. Hvis kvotienten av middelspenningen over wirens tverrsnitt og den målte forlengelse av 25 wiren pr. lengdeenhet betegnes med uttrykket "deformeringsmodul", viser det seg at ved spenning av wire i buede kanaler vil denne deformeringsmodul som regel avvike betydelig fra elastisitetsmodulen E for trådmaterialet. Nærmere bestemt har det vist seg at deformeringsmodulen i tilfelle av vesentlig forskjell som regel er mindre enn elastisitetsmodulen. 30 Dette er meget viktig å merke seg fordi det ved å benytte en beregnet antatt forlengelse av forspenningswiren vil foreligge en usikkerhet hvorvidt det i virkeligheten finnes en tilstrekkelig spenning i wiren over hele lengden og hvorvidt 35 betongkonstruksjonen oppnår den ønskede forspenning.

Spenningsforholdene og deformeringsforholdene for en forspenningswire i en buet utformning, hvor wiren utsettes for tverrgående krefter og friksjonskrefter, er høyst komplekse og er avhengige av et stort antall faktorer som

henger sammen med materialets egenskaper og produksjonsmetodene for wiren.

Det er hittil ikke oppnådd fullstendig forståelse av dette, skjønt ved en empirisk metode kan oppfinnelsen i foreliggende tilfelle antyde systematiske variasjoner. Fremgangsmåten ved prøving av wirer er beskrevet i det følgende.

Det har nå overraskende vist seg at deformeringsmodulen for forspenningswire i buede kanaler er svært avhengig av wirens stigning S , og den foreliggende oppfinnelse fører spesielt til at det kan oppstå et betydelig bedre samsvare mellom deformeringsmodulen og elastisitetsmodulen når stigningen S av de ytre tråder i forspenningswiren er mellom 20 og 150 ganger wirens ytterdiameter D . Det skal bemerkes at disse grenseverdier er betydelig høyere enn de som hittil har vært anvendt på dette område.

Det må antas at det med større stigning oppnås at kjernetråden spennes mer fullstendig over hele sin lengde og da bidrar mer som et belastningsbærende element. På den annen side må forspenningswiren i tilstrekkelig grad forbli integrert for at glidning mellom kjernetråden og de ytre tråder skal være hindret, fordi denne glidning har som resultat at kjernetråden ikke lenger står under full belastning. Den egenskap som angir den maksimale glidningsfri overføring av strekkraft mellom wiren og en tilknyttet kileforankring er angitt som en forbindelses "gripeevne".

Det har vist seg at både når det gjelder deformeringsmodul og gripeevne er wirer innenfor de ovenfor angitte grenseverdier for stigning mellom 20 og 150 D , betydelig mer tilfredsstillende enn kjente forspenningswirer. Det har vist seg i denne forbindelse at det ikke opptrer noen glidning mellom kjernetråden og de ytre tråder.

Det har også vist seg at når spennbetongkonstruksjonene belastes med varierende belastning, er utmattingsegenskapene for wirene ifølge oppfinnelsen bedre enn de for kjente wirer. Dette kan forklares med en redusert fare for stedlige toppspenninger ved kontaktlinjen mellom kjernetråden og de ytre tråder, hvilke toppspenninger kan resultere i lokale påkjenninger over materialets flytegrense.

Hvis forspenningswiren er av den vanlige type

157985

beskrevet ovenfor, hvor der er seks like tykke ytre tråder og en enkelt kjernetråd med en diameter 2 - 5% større enn den for de ytre tråder, har det vist seg at særlig gode resultater kan oppnås hvis stigningen S er 20 - 100 ganger wirens ytterdiameter. Særlig foretrukket er en stigning på mellom 22 og 50 ganger wirens ytterdiameter.

I det følgende skal, med henvisning til fig. 3 - 6 ytterligere illustreres hvordan sammenhengen mellom wirens stigning og deformeringsmodulen blir bestemt. Fig. 3 viser et prøveapparat for forspenningswire i planriss, fig. 4 er et frontriss av apparatet på fig. 3, fig. 5 viser resultater oppnådd under anvendelse av prøveapparatet på fig. 3 og 4, og fig. 6 viser prøveresultater fremkommet ved forskjellige lignende prøveapparater.

Fig. 3 og 4 viser en betongplate 1 med en tykkelse på 22 cm. Gjennom denne plate 1 strekker seg en kanal 3 som over en vinkel på 5,07 radianer er buet med en bueradius R på 100 cm. Lengden L_2 av den buede kanaldel er følgende 507 cm. Mot hver ende av kanalen 3 befinner seg en bærebjelke 2 som på venstre side har en kileforankring 5 for en forspenningswire og på høyre side en lignende kileforankring 5 bak en hydraulisk presse 4 (vist skjematisk).

Etter at en wire er ført inn gjennom kanalen 3, festes wiren med kileforankringen 5, hvorefter den spennes med den hydrauliske presse 4. Den spente wire består deretter av en rett seksjon med lengde L_1 på 175 cm, en buet seksjon med lengde L_2 på 507 cm og en annen rett seksjon med lengde L_3 på 210 cm.

Det ble utført prøver under anvendelse av den mest alminnelige forspenningswire med tykkelse D på 1,27 cm og med én kjernetråd og seks ytre tråder. Først ble wiren ut-satt for nominell spenning for å strekke den tilstrekkelig, hvorefter spenningen ble økt til en verdi nær den vanlige fullbelastningsverdi som anvendes i spenningsteknologien. Under økningen av spenningen ble forlengelsen og spenningen i wiren kontinuerlig målt.

Ved hjelp av "elementmetoden" ble wiren betraktet som oppdelt i elementer og for hvert element ble strekk- og spenningsbetingelser beregnet når det ble forutsatt en

friksjonskraft mellom kanalveggen og forspenningswiren. Ved hjelp av separate prøver med små omhyllingsvinkler ble friksjonskoeffisientene mellom wiren og kanalveggen ved forskjellige spenninger i wiren bestemt. For hvert element ble disse friksjonskoeffisienter innført i beregningen slik at det var mulig ved beregning å bestemme hvilken spenning som måtte foreligge i wiren, på grunnlag av den samlede målte forlengelse av wiren mellom kileforankringene 5. Denne verdi ble sammenlignet med den virkelige verdi som fremkom, fra hvilken en verdi kunne oppnås for deformeringsmodulen i hver utført prøve.

Denne prøve ble gjentatt med wire med forskjellig stigning, men forøvrig de samme dimensjoner. I hvert tilfelle ble det på en tilsvarende måte bestemt en verdi for deformeringsmodulen.

De således ved måling og beregning funne verdier for deformeringsmodulen er vist på fig. 5. På denne figur er stigningen S i millimeter angitt langs den horisontale akse og også som et multiplum av wirens ytterdiameter D . For dette formål ble diameteren D målt separat.

Langs den vertikale akse er angitt deformeringsmodulen i kN/mm^2 . Ved toppen av diagrammet viser en horisontal linje nivået for 201 kN/mm^2 som er verdien for elastisitetsmodulen E (Hooke's modul) for det anvendte trådmateriale. Prøven ble foretatt med wirer med stigning på henholdsvis 210, 290, 470 og 550 mm. Målepunktene ble forbundet med rette linjer selv om en sammenhengende bueformet linje ville fremkomme hvis det ble foretatt flere prøver med flere forskjellige verdier av stigningen.

Det skraverte område på høyre side av fig. 5 antyder hvor målingene for tidligere kjente wirer havner. Det fremgår klart at deformeringsmodulen for wirer med store stigningsverdier er betydelig større enn for kjente wirer med mindre stigning.

Prøvene ble gjentatt med prøveapparater med kanaler med forskjellig bueradius større enn 1 m. Disse bueradier R er vist langs den horisontale akse på fig. 6 og langs den vertikale akse er vist verdiene for en faktor K som representerer forholdet mellom den målte verdi for

157985

6

deformeringsmodulen og elastisitetsmodulen for det anvendte materiale. Det fremgår at når R går mot uendelig vil faktoren K bli tilnærmet lik 1,0.

For wirer med stigning som varierer mellom $S = 150$ mm og $S = 500$ mm, ble fastlagt verdier for K for forskjellig bueradius R (alle for wirer med en diameter på 1,27 cm).

Fig. 6 viser klart at faktoren K (og således også deformeringsmodulen) for wirer med en liten stigning avtar når bueradien for kanalen øker. For verdier av stigningen på 400 - 500 mm (32 - 40 D), er faktoren K neppe påvirket av kanalens form, hvilket betyr at når wiren spennes er den forlengelse som wiren får et pålitelig mål for den spenning som kan ventes i betongkonstruksjonen.

Fig. 6 indikerer at det ikke er noen fare for glidning mellom kjernetråden og de ytre tråder. For verdier av stigningen betydelig over de gitte verdier begynner faren for gjensidig glidning mellom trådene å øke, slik at påliteligheten av beregningene av spenningen på basis av forlengelsen blir redusert.

I alle tilfelle har det vist seg at en økning av stigningen forbedrer gripeeviden for forbindelsen mellom wiren og kileforankringene.

P a t e n t k r a v

1. Forspenningswire for betongkonstruksjoner, omfattende minst én sentral kjernetråd og ytre tråder som skruelinjeformet omslutter denne, k a r a k t e r i s e r t ved at stigningen (S) for de ytre tråder velges mellom 20 og 150 ganger wirens ytterdiameter (D).

2. Wire ifølge krav 1, av den type som omfatter seks like tykke ytre tråder og en enkelt kjernetråd med en diameter som er 2 til 5% større enn diameteren av de ytre tråder, k a r a k t e r i s e r t ved at stigningen (S) for de ytre tråder er mellom 20 og 100 ganger wirens ytterdiameter (D).

157985

7

3. Wire ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t ved at stigningen (S) for de
ytte tråder er mellom 22 og 50 ganger wirens ytterdiameter
(D).

5

10

15

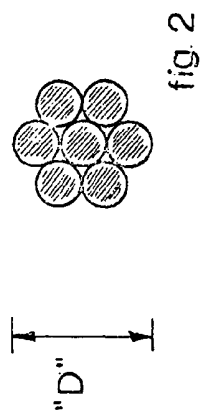
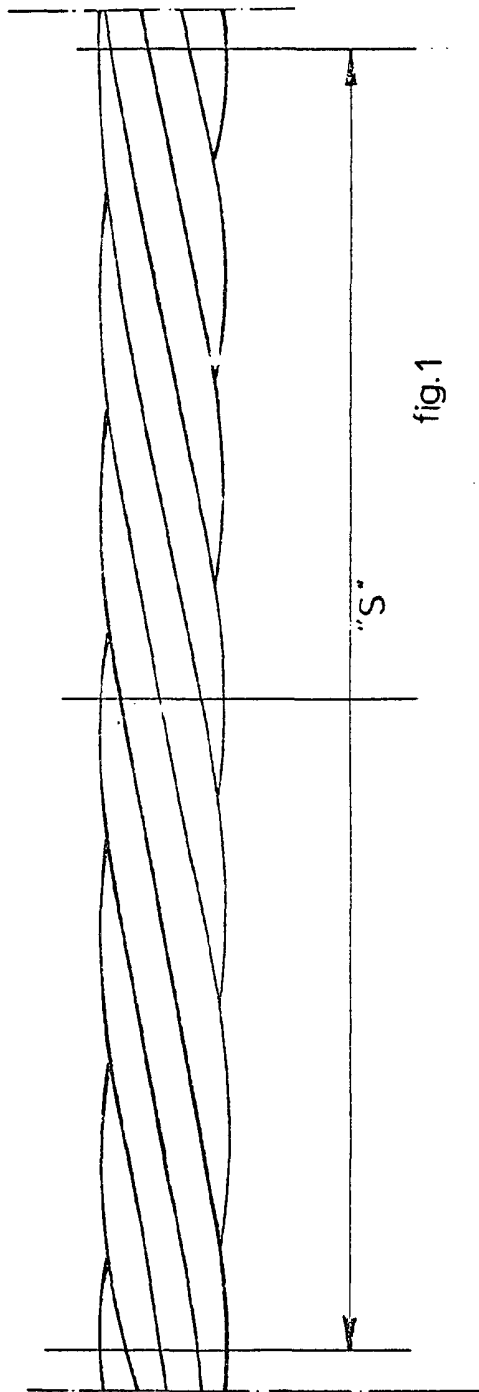
20

25

30

35

157985



157985

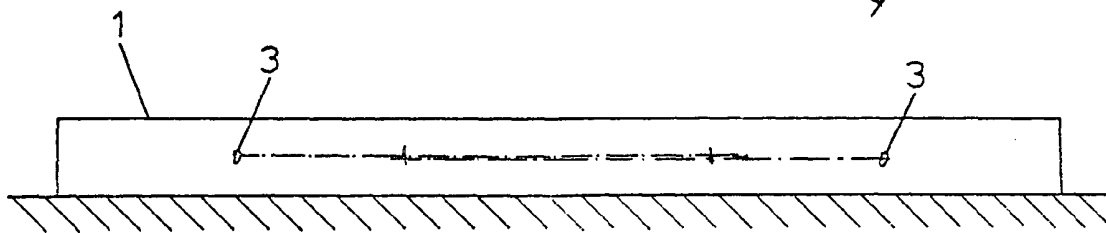
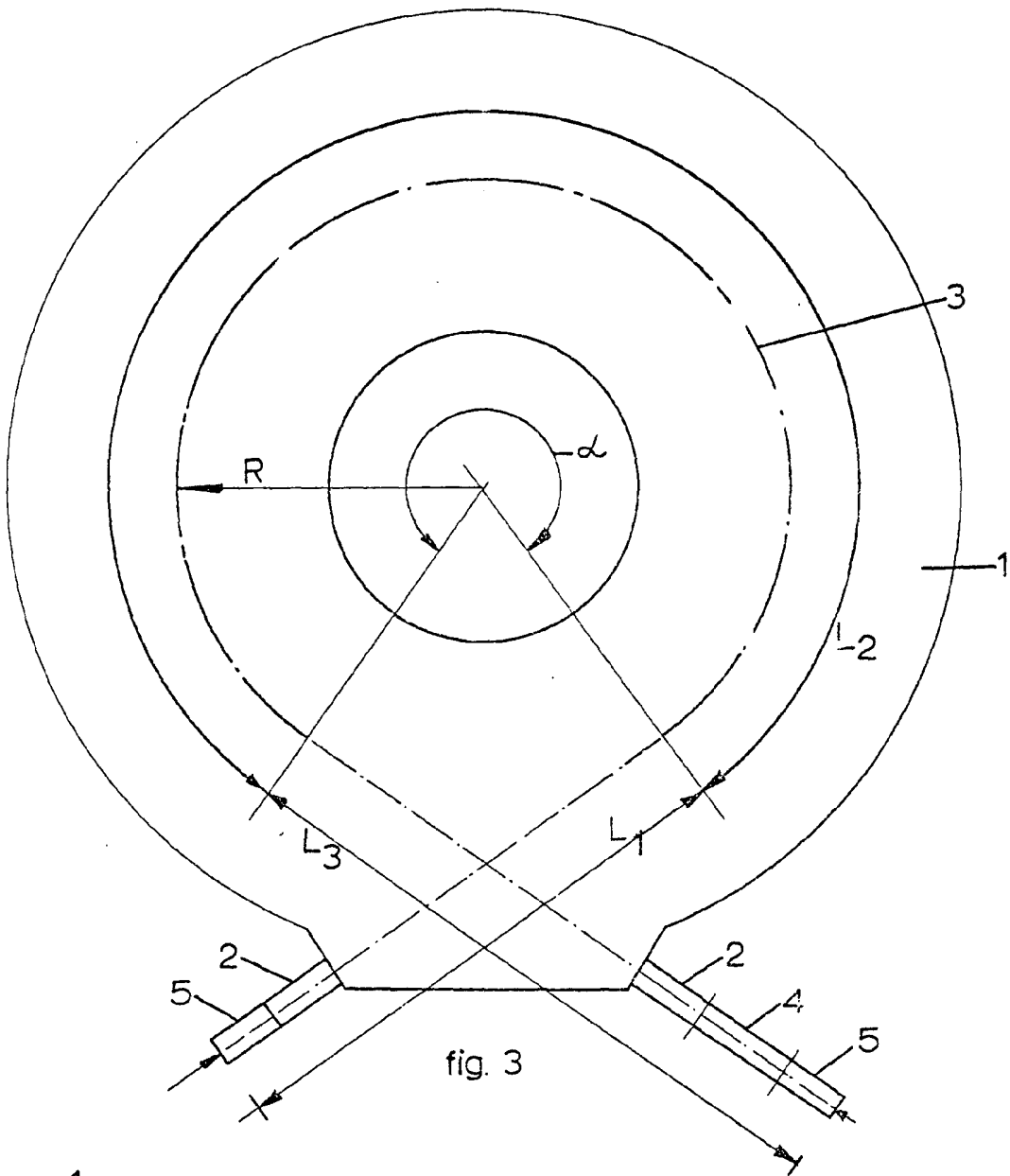


fig. 4

157985

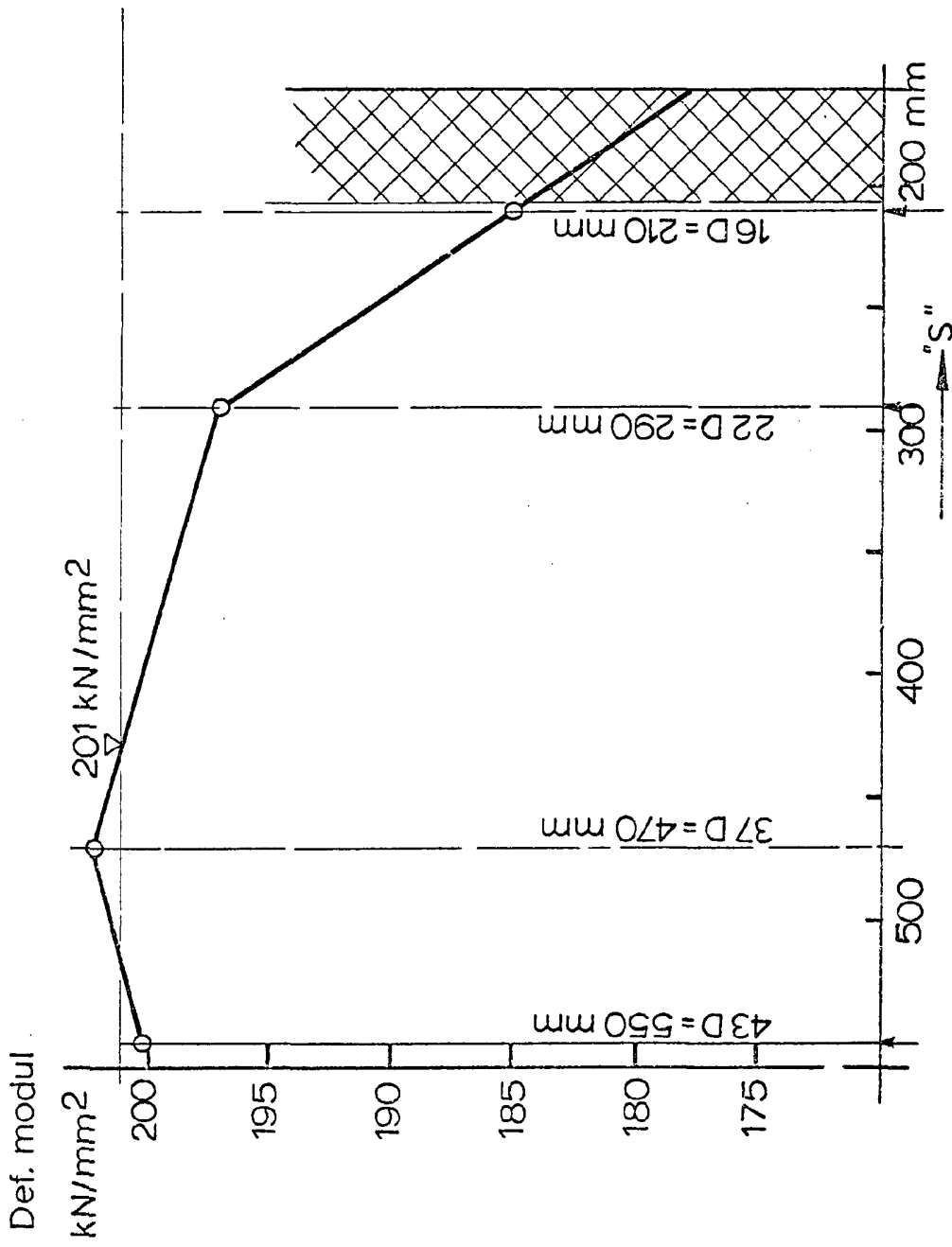


fig. 5

157985

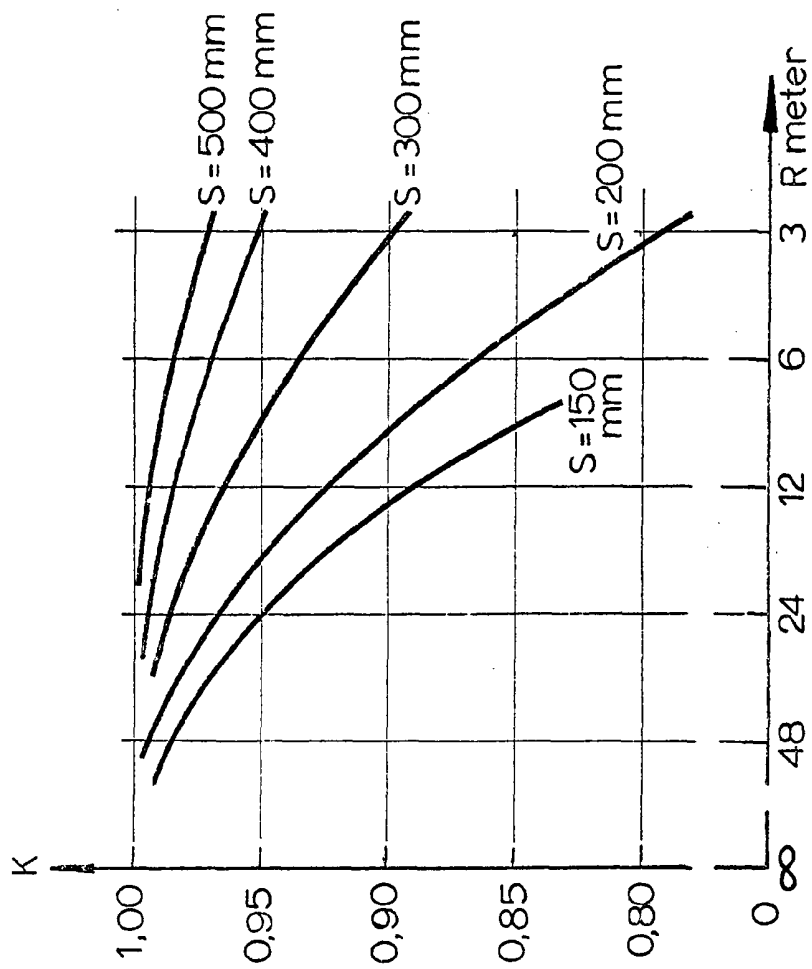


fig. 6