



(12) PATENT

(19) NO

(11) 337441

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

E04C 3/10 (2006.01)

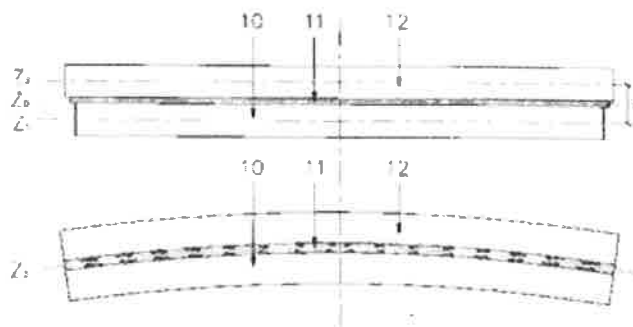
E04C 3/12 (2006.01)

### Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20101351	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2010.09.29	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2010.09.29	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2012.03.30		
(45)	Meddelt	2016.04.11		
(73)	Innehaver	Arne Vaslag, Karivollveien 90, 7224 MELHUS, Norge		
(72)	Oppfinner	Arne Vaslag, Karivollveien 90, 7224 MELHUS, Norge		
(74)	Fullmektig	Curo AS, Industriveien 53, 7080 HEIMDAL, Norge		

(54)	Benevnelse	<b>Forspente bjelker av massive tverrsnitt og fremgangsmåte for tilvirkning av slik bjelke.</b>		
(56)	Anførte publikasjoner	GB 1305645 A WO 0009830 A1 DD 26379 A US 4745718 A CH 663980 A5		
(57)	Sammendrag			

Forspente bjelker hvor to ytre elementer (10,12), som er symmetriske eller tilnærmet symmetriske om det samlede tverrsnitts nøytralakse, sammenføyes med hjelp av et midtre element (11), etter forbøyning og innbyrdes glidning mellom elementene. De ytre elementene (10, 12) blir holdt sammen med hjelp av et skjæroverførende midtre element (11), utført for mekanisk og/ eller kjemisk kraftoverføring. Det anvises også en metode for å tilvirke slike bjelker.



Oppfinnelsen gjelder forspente bjelker av massive tverrsnitt hvor bærende elementer består av to bøye-forspente, symmetriske eller tilnærmet symmetriske ytre elementer som er sammenføyd i forbøyet tilstand.

- 5 Oppfinnelsen gjelder dessuten framgangsmåte for tilvirkning av slike forspente bjelker.

Med "ytte elementer" menes i denne sammenheng langstrakte massive elementer av elastisk materiale, f.eks. treverk eller kompositter, som har form og egenskaper som gjør det egnet til bruk i bærebjelker.

### Bakgrunn

- 10 Det er vanlig å utforme bjelker og dekker med tverrsnittsformer som gir god material-utnyttelse, f. eks. H-form og I-form. Det er også vanlig å utføre bjelker med overhøyde for å oppnå reduksjon i resulterende nedbøyning hvor deformasjonskravene er avgjørende for dimensjoneringen.

Fra produksjon av betong er det kjent å utføre støpte bjelker og dekke-elementer med forspent armering for å oppnå overhøyde og øket bæreevne, f.eks. hulldekke

- 15 Fra tidligere patenterte løsninger vises til US patent nr.4 754 718, US patent nr. 2 039 398, DE 2 335 998, GB patent nr. 1 305 645, CH patent nr. 663 980 og norsk patent nr. 162124.

GB patent nr. 1 305 645 omhandler en tresjikts struktur for en bjelke hvor to ytre sjikt i forbøyet tilstand blir låst sammen av et midtre sjikt bestående av en form for spikermatte som har spiker ragende ut på begge sider, som tvinges inn i de respektive ytre sjikt og derved låser disse i den

- 20 ønskede krumning.

US 4 745 718 beskriver en tosjikts bjelke som limes sammen med ønsket krumning.

CH patent nr. 663 980 beskriver en flersjikts (tresjikts) bjelke som settes sammen av et antall sjikt (lameller) og gis en ønsket forbøyning eller krumning som i likhet med ovenfor nevnte løsning låses ved bruk av lim mellom sjiktene.

- 25 **Formål**

Hovedformålet med oppfinnelsen er å utvikle en metode for forspenning og sammenføring av massive bjelker for bruk i bygningsmessige konstruksjoner og anlegg som gir optimal materialutnyttelse samt fleksibilitet i valg av tverrsnittsform, slik at tilgjengelige råvarer kan utnyttes bedre.

- 30 Det er videre et vesentlig formål er å kunne proporsjonere forspenningen slik at initialdeformasjonen (dvs. overhøyden) tilpasses aktuelle funksjonskrav m.h.t. brukerbehov, spennvidde, belastning, offentlige krav, etc.

### Oppfinnelsen

I følge oppfinnelsen kan dette oppnås med en løsning som i prinsipp framgår av patentkrav 1, hvor to ytre bjelkeelementer sammenføres med hjelp av et midtre element etter forbøyning og innbyrdes glidning mellom elementene.

- 5 I henhold til et annet aspekt angår foreliggende oppfinnelse tilvirkning av en slik bjelke som nærmere angitt i patentkrav 5.

Med "midtre element" menes i denne sammenheng et skjæroverførende element som har form og egenskaper som gjør det egnet til å holde de ytre elementene sammen til en forspent, stiv struktur.

- 10 Den omsøkte løsning skiller seg fra tidligere kjente teknikker og patenter ved at den gir muligheter for nye tverrsnittsformer, høyere lastkapasitet, uten økning i materialforbruket.

Midtre element kan produseres av samme materiale som de ytre elementene eller av et materiale med høyere skjærkapasitet. Sammenføyningen kan utføres mekanisk ved at ytre elementer og midtre element "går i lås" ved gitt forbøyning.

- 15 Den ferdige, skjærforspente bjelken har i ubelastet tilstand spenningsreserve og overhøyde som kan proporsjoneres i forhold til på forhånd gitte funksjonskrav. F.eks. kan forspenningen dimensjoneres slik at resulterende nedbøyning for normalt opptredende belastning på bjelken blir minimal eller tilnærmet null. For bjelker hvor deformasjonskravene er avgjørende for dimensjoneringen, f.eks. bjelker i dekkeelementer av tre, gir metoden mulighet for vesentlig større spennvidder enn tradisjonelle løsninger.
- 20

### Eksempelbeskrivelse

Oppfinnelsen er illustrert i de medfølgende tegninger, hvor:

Figur 1A viser skjematisk sideriss av sammenstilte bjelkeelementer i ubelastet tilstand.

- 25 Figur 1B viser elementene i figur 1A etter forbøyning, innbyrdes glidning, sammenføyning og avlastning.

Figur 1C viser prinsipp-detalj av midtre element utført av samme materiale som de ytre elementene og produsert med form som gir mekanisk kraftoverføring.

Figur 1D viser prinsipp-detalj av midtre element utført av et materiale med høyere skjærkapasitet enn de ytre elementene, produsert med form som gir mekanisk kraftoverføring.

- 30 Figur 1E viser den ferdige bjelken fra figur 1B påført jevnt fordelt ytre belastning.

Figur 1F viser prinsipp-diagrammer for bøye- og normal-spenninger i den ferdige bjelken fra figur 1 E.

Figur 1G viser prinsipp-diagrammer for skjær-spenninger i den ferdige bjelken fra figur 1 E.

Figur 2A-B viser eksempler på aktuelle tverrsnitt for forspente bærebjelker av massive tverrsnitt.

Figur 3A-B viser perspektivskisser av aktuelle bærebjelker av massive tverrsnitt.

Figur 4A-C viser eksempler på dekke-elementer hvor bærebjelken i figur 2A er benyttet.

### Tegnforklaringer

- 5  $Z_1$  = nøytralakse nedre element,  $Z_2$  = nøytralakse øvre element,  $Z_0$  = nøytralakse ferdig bjelke,  $a$  = avstand mellom  $Z_1$  og  $Z_2$ ,  $t$  = netto tykkelse midtre element,  $f$  = bøy- og normal-spenning og  $\tau$  = skjærspenning.
- Med nøytralakse menes den posisjon i en bjelke som får null lengdeendring når bjelken utsettes for et elastisk bøyemoment.
- 10 Figur 1 Prinsippskisser
- Figur 1A viser skjematisk sideriss av bjelkeelementene 10, 11 og 12 i ubelastet tilstand.
- Ytre elementer 10 og 12 er symmetriske eller tilnærmet symmetriske om akse  $Z_0$ . Dette gir gunstig spenningsfordeling over tverrsnittet og dermed god materialutnyttelse. Elementene kan f.eks. være utført av trevirke, kompositt, eller annet elastisk materiale. Midtre element 11 kan utføres av
- 15 samme materialtype som de ytre elementene (figur 1C) eller av et materiale med større skjærkapasitet (figur 1D).
- Figur 1B viser elementene i figur 1A etter forbøyning, sammenføyning og avlastning. Forbøyningen, som utføres med en hydraulisk presse eller liknende kjent utstyr, medfører glidning i kontaktflatene mellom elementene. Ved sammenføyning og avlastning oppstår en skjær-strøm
- 20 mellom midtre element 11 og de ytre elementene 10 og 12, angitt med piler i figur 1B. Skjæroverføringen skjer mekanisk med en tilpasset overflatestruktur.
- Figur 1C-D viser prinsippdetaljer av midtre element, utformet med overflatestruktur som medfører at elementene 10, 11 og 12 låses sammen til en forspent, stiv struktur ved gitt forbøyning.
- I tillegg til skjæroverførende funksjon (forspenning) gir midtre element en økning av bjelkens
- 25 lastkapasitet ved at avstanden mellom nøytralaksene  $Z_1$  og  $Z_2$  blir større. For noen bjelketyper og dimensjoner utgjør denne kapasitetsøkningen over 50 %, se vedlagte regne-eksempel.
- Dersom midtre element utføres av et tilstrekkelig hardt materiale, kan skjæroverføring (forspenning) oppnås ved at elementene presses sammen i forbøyet tilstand. Bjelken kan dermed produseres uten fresing.
- 30 Midtre element kan framstilles i korte lengder og f. eks. støpes i form. Det forutsettes at utformingen tillater glidning mellom elementene når forbøyningen pågår.
- Figur 1E viser den ferdige bjelken etter at ytre last er påført.

Figur 1F viser prinsipp-diagrammer for bøy- og normal-spenninger fra:

(1) forbøyning/ avlastning, (2) spenninger fra ytre last og (3) resulterende spenning.

Ved høy forspenning kan symmetriske tverrsnitt oppnå tilnærmet plastisk spenningsfordeling etter at jevnt fordelt ytre last er påført - uten plastisering av materialet. Dette gir maksimal utnyttelse av bjelketverrsnittet med hensyn til lastkapasitet. I praksis vil en redusert overhøyde være mest aktuelt, og deformasjonskrav avgjørende for valg av forspenningen.

Figur 1G viser prinsipp-diagrammer for skjær-spenninger fra:

(1) forbøyning/ avlastning, (2) spenninger fra ytre last og (3) resulterende spenning.

Av prinsippdiagrammene 1F framgår at bjelkens bøyesspenningsreserve tilsvarer spenningsnivået etter forbøyning og avlastning.

Av prinsippdiagrammene 1G framgår at skjær-kapasiteten reduseres tilsvarende resulterende skjær-strøm etter forbøyning og avlastning. Bjelken må derfor dimensjoneres for summen av skjær-påkjenning fra forbøyning/avlastning og fra ytre last. For aktuelle bjelketyper og spennvidder har denne reduksjon liten praktisk betydning.

#### 15 Figur 2 Eksempler på bjelketverrsnitt

I figur 2A er vist en massiv firkantbjelke som består av de ytre elementene 21 og 23, og midtre element 22. Bjelken er sammenføyd under forspenning med hjelp av tilpasset overflatestruktur/ pressing.

I figur 2B er vist en massiv bjelke med tilnærmet sirkulært tverrsnitt (f. eks. rundtømmer)

20 som består av de ytre elementene 24 og 26, og delt midtre element 25.

Bjelken er sammenføyd under forspenning med hjelp av tilpasset overflatestruktur/ pressing.

#### Figur 3 Perspektivskisser bjelker

Figurene 3A til 3B viser alle eksempler på massive bjelker av tre.

#### Figur 4 Bærebjelke i dekkeelementer

25 Eksempler på dekkeelementer basert på bærende prinsipp tilsvarende figur 2A.

Figur 4A viser et eksempel på "ribbedekke", figur 4B viser et eksempel på "bjelkedekke" mens figur 4C viser et eksempel på "massivdekke".

Regneeksempel

Fritt opplagt bjelke med jevnt fordelt last og spennvidde  $L = 6\text{m}$ .

- Råmaterial: Rundtømmer (d.v.s. begrenset tilgang ved økende dimensjoner).  
 Ytre elementer: Delt rundtømmer med diameter 250 mm.  
 5 Midtre element: Rektangulær, netto tykkelse =  $t$   
 Tverrsnitt: Se fig. 2B.  
 Basisverdi: Lastkapasitet beregnet for midtre element  $t=0$  og forspenning som tilsvarer en overhøyde på  $L/100$ , dvs. 6 cm etter avlastning.

- 10 Kapasitetsøkninger for ulike tykkelser midtre element:

Tykkelse  $t=30$  mm: ca.40 % økning

Tykkelse  $t=40$  mm: ca.55 % økning

Tykkelse  $t=50$  mm: ca.70 % økning

- 15 Fordeler ved foreliggende oppfinnelse

Bjelken som foran beskrevet skiller seg fra tidligere kjente teknikker og patenterte løsninger ved at:

1. Massive bjelker kan produseres med ønsket forspenning uten klebing/ liming, se fig. 2A-B.
2. Metoden er velegnet for bjelker i dekkeelementer med større spennvidder, se fig. 4A-C.
- 20 3. Metoden gir mulighet for bedre utnyttelse av basismaterialet, se regne-eksempel.

**Patentkrav**

1. Forspent, massiv bjelke av elastisk materiale hvor to ytre elementer (10, 12), som er symmetriske eller tilnærmet symmetriske om det samlede tverrsnitts nøytralakse, er sammenføyd i forbøyet tilstand med hjelp av et skjæroverførende midtre element (11), utført for mekanisk kraftoverføring, **karakterisert ved** at de ytre elementene (10, 12) er holdt sammen etter innbyrdes glidning mellom elementene(10-12).  
5
2. Forspent, massiv bjelke i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at midtre element (11) er utført i samme materiale som de ytre elementene (10, 12) eller av et materiale med høyere skjærkapasitet.  
10
3. Forspent, massiv bjelke i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at det ved full forspenning kan oppnås en tilnærmet plastisk spenningsfordeling over tverrsnittet, uten plastisering av materialet.
4. Forspent, massiv bjelke i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at mekanisk kraftoverføring blir besørget ved at tilstøtende overflater i midtre element (11) og de ytre elementer (10, 12) er gitt en tredimensjonal struktur som er innrettet til å gå i tettsluttende gjensidig inngripen bare når elementene (10-12) er påført en gitt forbøyning og derved gjensidig låse hverandre i bøyd stilling.  
15
5. Framgangsmåte for tilvirkning av forspent, massiv bjelke av elastisk materiale som omfatter to ytre elementer (10, 12) som er symmetriske eller tilnærmet symmetriske om deres nøytrale akse og som sammenføyes i forbøyet tilstand ved at et skjæroverførende, midtre element (11) plasseres mellom de to ytre elementer (10, 12) hvorpå elementene påføres en elastisk bøyedefomasjon, **karakterisert ved** at en innbyrdes glidning utøves mellom elementene (10-12) før de mekanisk sammenføyes og deretter avlastes.  
20
6. Framgangsmåte i samsvar med patentkrav 5, **karakterisert ved** at elementenes (10-12) kontaktflater låses mekanisk ved gitt forbøyning.  
25

1/4

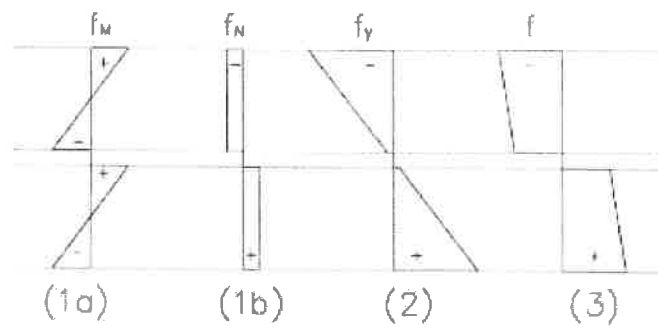
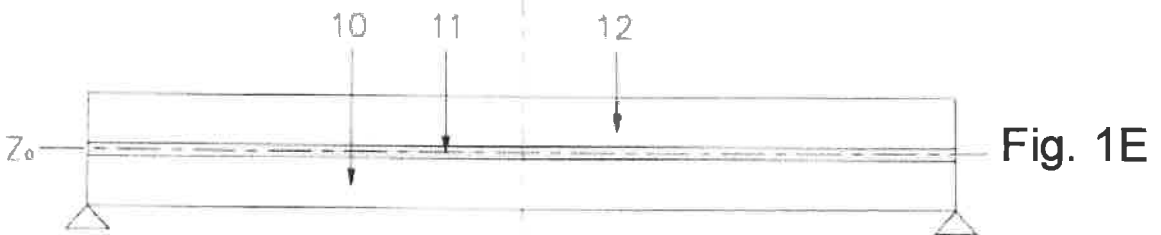
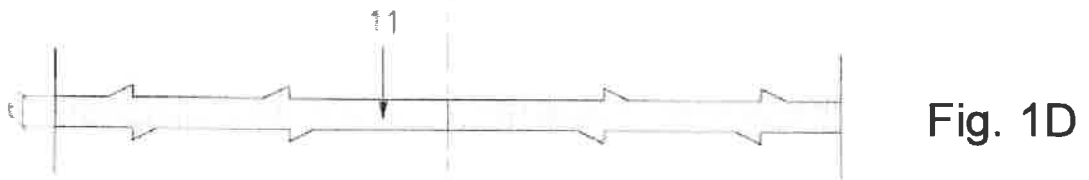
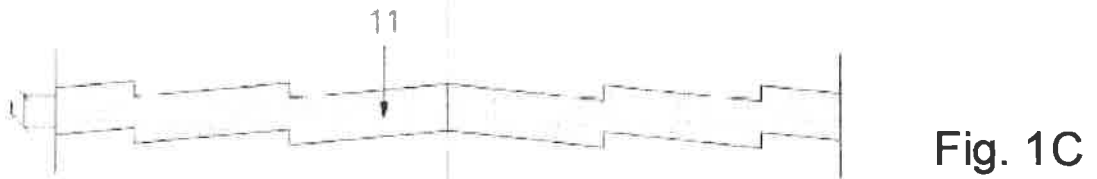
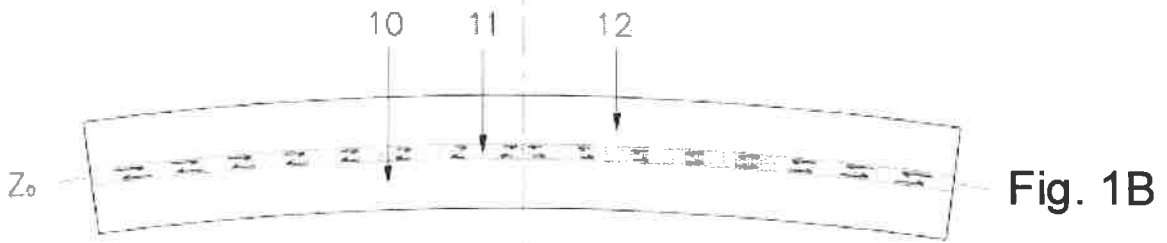
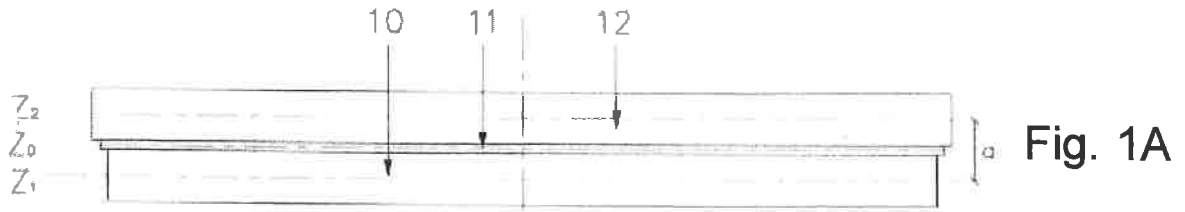


Fig. 1F

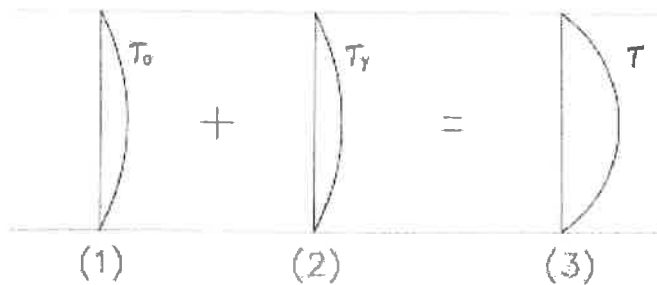


Fig. 1G



2/4

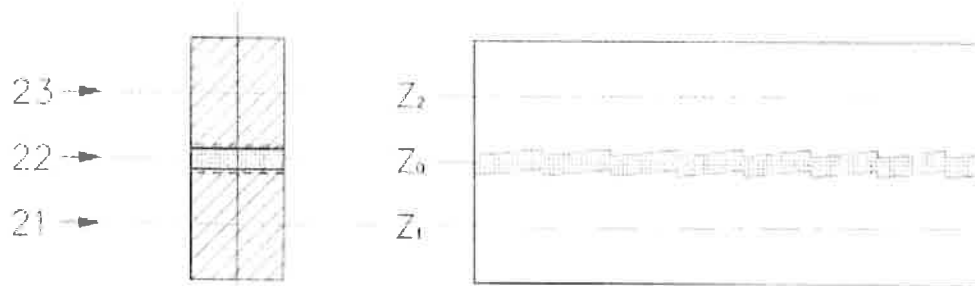


Fig. 2A

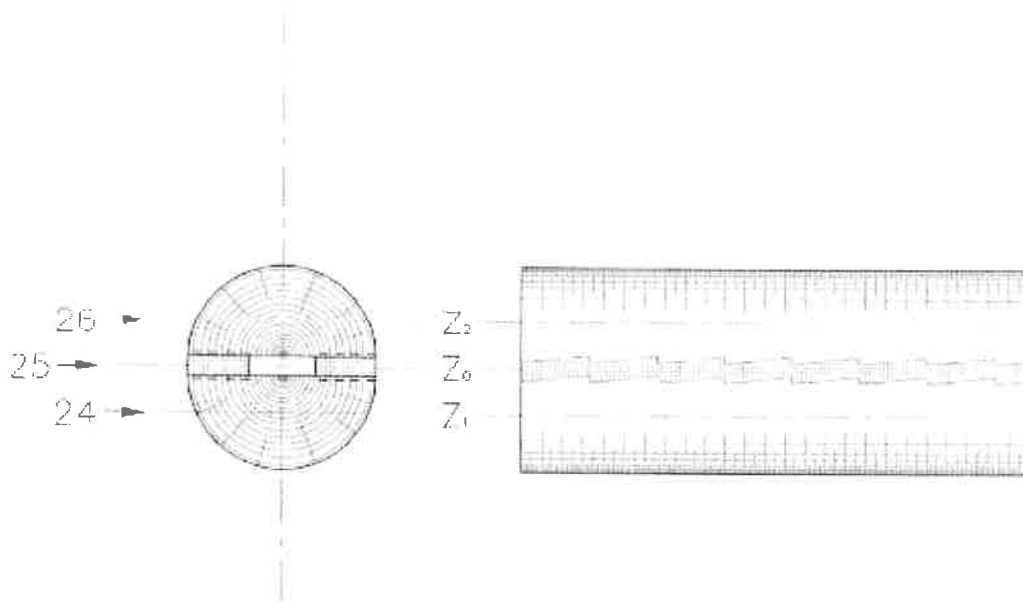


Fig. 2B

3/4



Fig. 3A



Fig. 3B

4/4

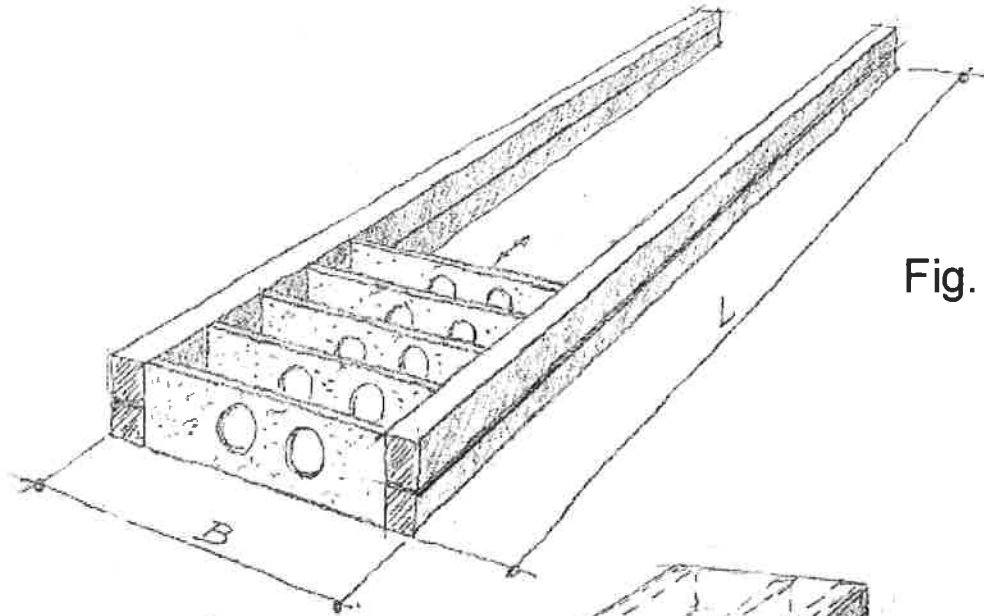


Fig. 4A

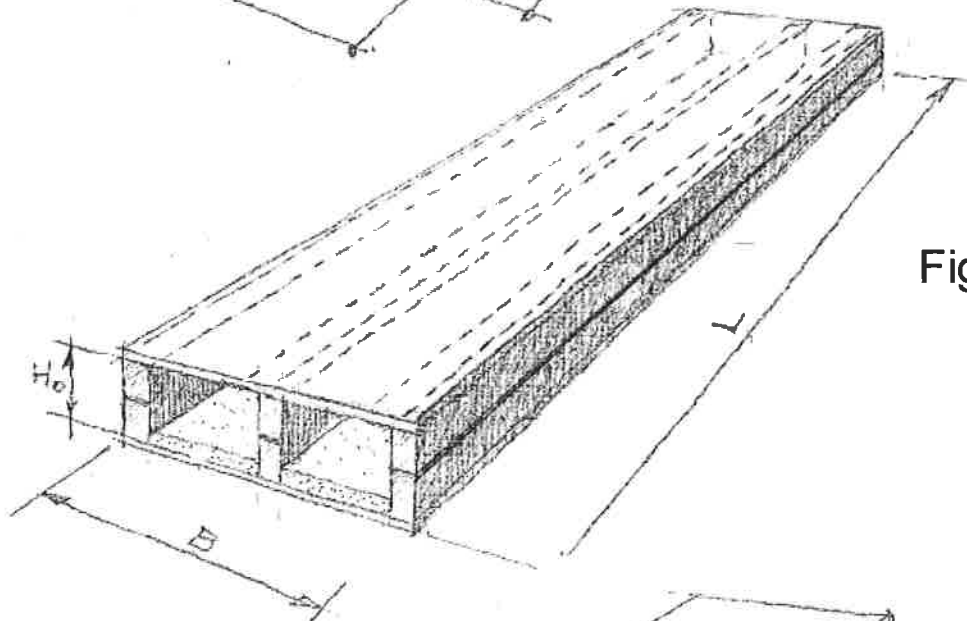


Fig. 4B

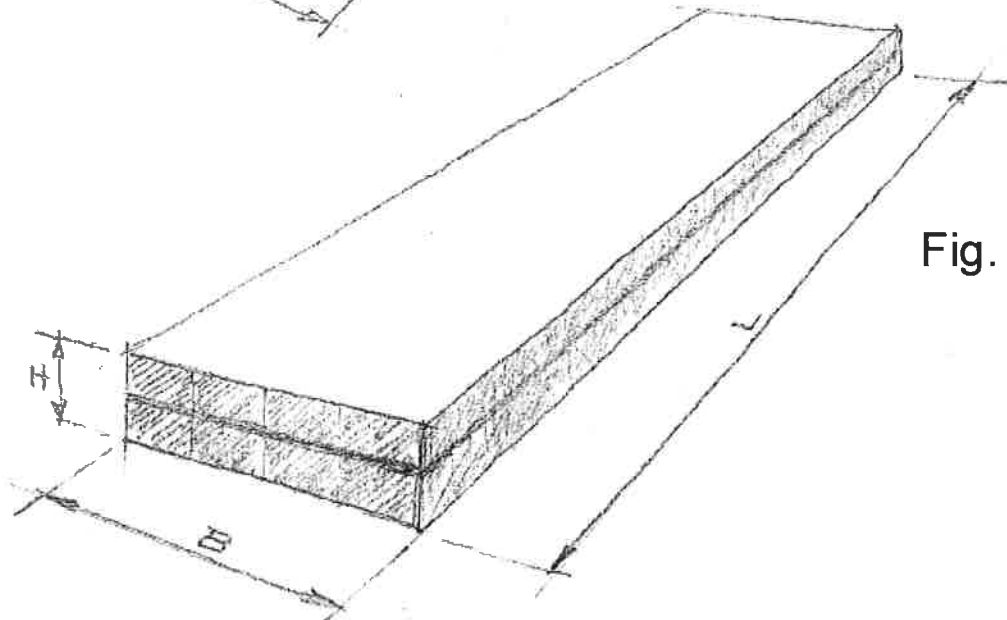


Fig. 4C