



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 79588
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C
(45) Patentansökan nr 871976
Patentansökan nr 871976

(51) Kv.kl./Int.Cl.⁴ E 04 C 2/06

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus - Patentansökning	874899
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	05.11.87
(24) Alkupaivä - Giltighetsdag	05.11.87
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	06.11.88
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	29.09.89
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	05.05.87
Suomi-Finland(FI) 871976 Toteennäytetty-Styrkt	

(71) Kautar Oy, T-linja 38 A, 37800 Toijala, Suomi-Finland(FI)

(72) Pentti Virtanen, Toijala, Suomi-Finland(FI)

(74) Seppo Laine Ky

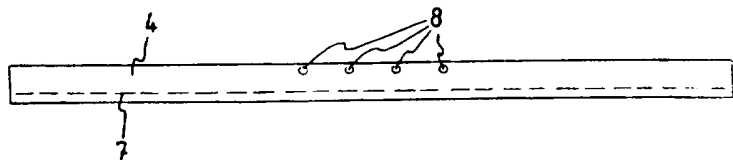
(54) Liittorakenteinen, esijännitetty rakennuselementti ja menetelmä sen valmistamiseksi - Förspänt byggnadselement med sammansatt konstruktion och förfarande för framställning därav

(57) Tiivistelmä:

Keksintö koskee liittorakenteista, esijännitettyä rakennuselementtiä, joka käsittää korkean vetolujuuden omaavan, esijännitetyn sauvamaisen tai vaijerimaisen sisäosan (1), sisäosan (1) ympärille sovitetun, puristuslujasta materiaalista, esim. lujasta betonista tai keraamisesta aineesta valmistetun, sisäosan (1) esipuristaman kuoriosan (2), ja kuoriosan (2) ympärille sovitetun tilaosan (4), jonka ulottuvuudet vastaavat rakennuselementin haluttuja ulottuvuuksia. Keksinnön mukaan tilaosa (4) on sellaista kimmoisaa materiaalia, joka pystyy murtumatta ottaamaan vastaan sekä puristus- että vetokuormitusta. Keksinnön mukaisella ratkaisulla saavutetaan luja ja helposti työstettävä rakennuselementti.

(57) Sammandrag:

Uppfinningen avser ett förspänt byggnadselement med en sammansatt konstruktion, vilket omfattar en förspänd stavformig eller vajeraktig inre del (1) med hög draghållfasthet, en omkring den inre delen (1) anordnad skaldel, som är framställd av kompressionsfast material, t.ex. av hård betong eller ett keramiskt material, och som är förkomprimerad av den inre delen (1), samt en sådan utrymmesdel (4) anordnad omkring skaldelen (2), vars dimensioner motsvarar de önskade dimensionerna hos byggnadselementet. Enligt uppfinningen utgörs utrymmesdelen (4) av sådant elastiskt material som förmår motta såväl kompressions- som dragbelastning utan att brista. Medelst den uppfinningsmässiga lösningen ernär man ett starkt byggnadselement som lätt kan bearbetas.



Liittorakenteinen, esijännitetty rakennuselementti ja menetelmä sen valmistamiseksi

Tämän keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen liittorakenteinen, esijännitetty rakennuselementti.

Keksinnön kohteena on myös menetelmä sen valmistamiseksi.

Rakennustekniikassa, jossa käytetään muodonmuutosominaisuuksiltaan erilaisia materiaaleja ja samoin kimmomoduliltaan ja lujuudeltaan erilaisia materiaaleja, on välttämättömyyden pakosta jouduttu menemään erikoisrakenteisiin. Näissä osa materiaaleista saatetaan sellaiseen olotilaan rakenteen sisässä, ettei koko rakenteen heikoimmassakaan rakenneosassa kuormituksen aikana tapahdu vääntymiä tai muutoksia, jotka johtavat halkeamiin. Toisin sanoen pyritään konstruktion yhtenäiseen käyttäytymiseen. Nämä vaatimukset johtavat tiettyjen lujuusopillisten sekä ekonomisten vaatimusten lisäksi yhä kasvavaan esijännitettyjen rakenteiden käyttöön. Nämä rakennekonstruktiot koostuvat teräksestä ja sitä ympäröivästä betonista. Tunnetut esijännitetyt konstruktiot ovat laat-tarakenteita tai massiivisia palkkirakenteita, jotka valmistetaan esimerkiksi liukuvalamalla betonia esijännitettyjen terästankojen tai -vaijerien ympärille. Esijännitys on toteutettu vetojännittämällä tangot tai vaijerit kahden kiinnityspisteen välille. Kiinnityspisteiden välimatka on tyyppillisesti 50 - 100 m. Betonin jähmetyttyä riittävästi elementit sahataan määrämittäisiksi. FI-kuulutusjulkaisusta 54638 ja DE-kuulutusjulkaisusta 2 035 385 tunnetaan myös palkkimaiset esijännittämättömät tukirakenteet, jotka ovat valettavissa betonin sisään.

Tunnetun tekniikan epäkohtana on se, että joutuessaan kuormituksen alaiseksi betonirakenteet muuttavat jatkuvasti muotoaan tiettyyn rajaan saakka. Tätä kutsutaan ammattikielellä hiipumaksi. Hiipuman selitetään johtuvan lähinnä kahdesta asiasta: tuoreen kovettuneen betonin sisältämän ylimääräisen veden vaeltamisesta ja poistumisesta rakenteesta, ja betonin

amorfisen aineosan plastisista muodonmuutoksista. Hiipuman määrä riippuu käytetyn sementin määrästä, sementin hydrataatioon ja betonimassan sekoittamiseen käytetyn veden määrästä, kiviaineksen määrästä, laadusta ja muodosta, betonimassan sisältämästä ilmamäärästä ja huokosjakautumasta, toisin sanoen asioista, joita on vaikea systemaattisesti ja täsmällisesti ennustaa. Toisaalta hiipuma johtuu myös esijännityksen määrästä ja rakenteen jännepituudesta ja rakenteen muusta kuormituksesta. Vaikka esijännitetyllä rakenteella pyritäänkin tiettyyn suunniteltuun kaarevuuteen tai tiettyyn suunniteltuun suoruuteen, aiheuttavat esijännityksen määrä, hiipuma ja muut seikat sen, että suunniteltu loppuolotila ei ole täsmällisesti saavutettavissa. Nykyisin esim. ontelolaattojen yhteydessä joudutaan käyttämään lattiatasotteita siten, että pahimmissa kohdissa, jotka ovat syntyneet esijännityksen aiheuttamasta laattojen käyristymisestä, tasoitteen paksuus voi olla jopa 2-5 cm, kun taas ohuimmissa kohdissa tasoitteen paksuus on vain millimetrejä. Kovan betonin käyryyden oikaiseminen lopullisella rakennuspaikalla kaikkine välillisine materiaali-, työ-, odotus-, lämmitys-, pääoman korkokuluineen jne., aiheuttaa kustannuksia, jotka ovat varovaisestikin arvioituna yli 50% laatan alkuperäisistä tehdaskustannuksista. Lisäksi nykyiset esijännitetyt ontelolaattakonstruktiot ovat palonkesto-ominaisuuksiltaan äärimmäisen kriittisiä. Esijännitetyt vaijerit voidaan nykyisessä tekniikassa asentaa vain tiettyihin paikkoihin ja niiden paksuusvariaatioilla on rajansa. Ontelolaatassa kaikki vaijerit ovat valmistusmenetelmänsä johdosta samansuuntaiset, eikä ainakaan esijännitettyjä poikittaisraudoituksia ole koskaan käytetty. Esijännittämättömillä tukirakenteilla puolestaan jäävät saavuttamatta esijännitettyjen rakenteiden edut, ja tunnetut konstruktiot ovatkin syntyneet lähinnä helpottamaan pientalorakentajien asennus- ja siirtelytyötä.

Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä kuvatussa tekniikassa esiintyvät haitat ja saada aikaan aivan uudentyyppinen liittorakenteinen, esijännitetty rakennuselementti ja menetelmä sen valmistamiseksi.

Keksintö perustuu siihen, että rakennuselementin tilaosa koostuu helmimäisistä täyteosista ja täyteosia ympäröivästä matriisirakenteesta, jonka lujuus on 2,5 - 3,5 kertaa tilaosan kokonaispuristuslujuutta suurempi, ja tilaosan ja kuoriosan kimmomoduulien suhde on välillä 0,15 - 0,30, jolloin elastinen tilaosa pystyy murtumatta ottamaan vetoa ja taivutusta vastaan vielä senkin jälkeen kun esijännitetyn sisäosan aiheuttama kuoriosan esipuristus on vedossa ja/tai taivutuksessa jo vapautunut.

Yhdessä edullisessa suoritusmuodossa tukirakenteen lujan kuoriosan annetaan hiipua lopulliseen muotoonsa varastossa ennen kuin sitä käytetään osana keksinnön mukaista laattarakennetta.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle liittorakenteiselle, esijännitetylle rakennuselementille on tunnusomaisista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle puolestaan on tunnusomaisista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 5 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

Erityttämällä rakennuselementin rakenneosien tehtävät voidaan tyypillinen rakenteen kompromissi lujuuden painon, muodonmuutosten jne. suhteen pitkälle välttää. Aikaisemmin ei ole ymmärretty, mitä erillisten vapausasteiden käyttö merkitsee ja jos niitä tuodaan käytettäväksi, kuinka niitä käytetään.

Keksinnön mukaisen tilamateriaalin käyttö esijännitetyn rakenteen ympärillä on lisäksi tuonut yllättävästi esiin tekemissämme kokeissa huomattavasti parantuneen palonkeston koko rakenteessa, koska kaasut pääsevät helposti poistumaan huokoisesta rakenteesta vaahtomuovisen täyteaineen sulaessa ja

jättäessä lämpöä eristäviä ja vesihöyryjä läpipäästäviä onkaloita materiaaliin. Koska kuplat tai onkalot eivät ole täysin suljettuja ja yhdisteitä muodostuu esim. kevyen täyteaineen vaikutuksesta, saadaan tällainen betoni erittäin palonkestäväksi, sillä sisäiset höyrynpaineet eivät räjäytä rakennetta rikki kuten normaalissa tiiviissä betonissa tapahtuu. Näin ollen tällainen kevytbetonista tehty rakenne pystyy suojaamaan vaijereita ja niiden päällä olevaa tiivistä betonia huomattavasti kauemmin korkeita lämpötiloja vastaan kuin suoraan tiiviistä betonista pohjansa muodostava laattakonstruktio, jonka sisässä on esijännitteinen vaijeri. Samoin tämän keksinnön mukaisessa menetelmässä, kun vaijeri ja sen päälliskuori ovat esihiipuneet, esitaipuneet tai -taivutetut ja esivalmistetut saadaan valettua laatan muu täyttöosa ja myöskin pysymään täysin suorina. Tällöin viimeistelytyönä tarvittava hionta tai jyrshintä merkitsee vain hyvin pienien materiamäärien poistamista verrattuna esimerkiksi nykyisin käyrän ontelolaatan jälkikäsitteilyyn rakennuspaikalla.

Kuormituksen aiheuttama venymä pienenee huomattavasti samalla teräsmäärällä varustettuun perinteisesti raudoitettuun ratkaisuun nähden. Tämä selittyy sillä, että keksinnön mukaisen esijännitetyn tukirakenteen avulla kuormituksen aiheuttama Hooken lain mukainen venymä Δl ($= F \cdot l / E \cdot A$) saadaan pienemmäksi, koska kaavan nimittäjän tulotermin kimmomoduli \cdot pinta-ala ($E \cdot A$) kasvaa merkittävästi. Tulotermin kasvu pienin kustannuksin, koska esijännitetyn teräksen osuus pinta-alasta A voidaan pitää pienenä nykyisistä erikoislujista betonilaaduista valmistetun kuoriosan avulla. Kun keksinnön mukainen esivalmistettu, esijännitetty, esihiipunut rakenneosa sijoitetaan rakentamisen tai betonielementin valmistuksen yhteydessä muun rakenteen sisään, tapahtuu haitallisia muodonmuutoksia olennaisesti vähemmän kuin aikaisemmin. Lopullisesti valettu kappale voidaan poistaa muoteista huomattavasti varhaisemmassa lujuusvaiheessa kuin tavallinen esijännitetty tuote, koska nyt muotista poistamisen edellytyksenä on ainoastaan sellainen lujuus, joka kestää kappa-

leen omaa painoa ja käsittelyä. Samoin tällaisessa kappa-
leessa on täydellinen vapaus asettaa mainittuja rakennekaa-
peleita eri asentoihin ja suuntiin siten, että laattoja
rei'itettäessä, lovettaessa tai muun käsittelyn yhteydessä
ei rakenteen sisällä olevia jännekaapeleita jouduta rikko-
maan ja katkomaan kuten nykyisessä, esimerkiksi ontelolaat-
tatekniikassa. Kun verrataan tavanomaista esijännitettyä tai
staattisesti raudoitettua betonilaattaa ja tätä uutta, esi-
valmistelluilla, esijännitetyillä kaapeleilla lujitettua ra-
kenneosaa, huomataan, että tavanomaisessa laatassa koko be-
toni on kauttaaltaan laadultaan samaa. Tämän betonin laatu,
lujuus, tiiviys jne. joudutaan valitsemaan kriittisimmän te-
kijän suhteen. Oletetaan, että kriittisin tekijä on esimer-
kiksi betoniraudoituksen korroosiosuoja. Keksinnön mukaises-
sa tekniikassa kuitenkin ainoastaan kaapelin kuoriosaa jou-
dutaan valmistamaan kriittisten ominaisuuksien perusteella.

Muu osa laatasta tai rakenneosasta saattaa olla patenttivaa-
timuksen 1 tunnusmerkkiosan rajoitusten puitteissa lähes mi-
tä materiaalia tahansa. Nämä lujuus- ja tiheysrajoitukset
huomioon ottaen suunnittelijalla on keksinnön mukaisia esi-
jännitettyjä tukirakenteita käyttäessään käytössään huomat-
tavasti laajempi valikoima erilaisia betonin tiheyksiä, lu-
juuksia, täyteaineita ja muita mahdollisuuksia verrattuna
tavanomaiseen tekniikkaan. Tällaisen esivalmistetun, esi-
jännitetyn, esihiipuneen kaapelin käyttö mahdollistaa ympär-
öivän materiaalin keventämisen niin pitkälle kuin on tar-
koituksenmukaista. Ympäröivän materiaalin lujuutta voidaan
myös heikentää ja täyteaineita muuttaa siten, että pintojen
hiominen, tasaaminen ja tarkkojen rakenneosien valmistaminen
tulee uudella tavalla mahdolliseksi, mikä ei ole taloudelli-
sesti mahdollista tavanomaisen, kovilla kivillä lujitetun
betonirakenteen yhteydessä. Myös laattapituutta voidaan kas-
vattaa pienentyneen venymän ansiosta. Suhteellisen kevyestä
ja hyvin lämpöä eristävästä betonista tehty ympäröivä laat-
tarakenne esijännitettyjen tukirakenteiden ympärillä johtaa
entistä parempaan lämmöneristävyyteen ja palonkestävyyteen,
jolloin saavutetaan etuja, joita on ollut vaikea edullisesti

aikaisemmin laattakonstruktioilla tavoittaa. Keksinnön mukaisen esijännitetyn tukirakenteen avulla esijännitetyjen kappaleiden tuotantoa voidaan nopeuttaa, ja tuotantokapasiteettia rajoittava ns. purkulujuusraja voidaan sivuttaa.

Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan oheisten piirustusten mukaisten sovellutusesimerkkien avulla.

Kuvio 1 esittää osittain halkileikattuna perspektiivikuvantona yhtä keksinnön mukaisen rakennuselementin esijännitetyä tukirakennetta.

Kuvio 2 esittää sivukuvantona yhtä keksinnön mukaista rakennuselementtiä, jossa on käytetty kuvion 1 mukaisia pitkittäisiä tukirakenteita.

Kuvio 3 esittää sivukuvantona toista keksinnön mukaista rakennuselementtiä, jossa on käytetty sekä pitkittäisiä, että poikittäisiä tukirakenteita.

Kuvio 4 esittää yläkuvantona kuvion 3 mukaista rakennuselementtiä.

Kuvio 5 esittää sivukuvantona laitteistoa esijännitetyn tukirakenteen valmistamiseksi.

Keksinnön mukainen rakenne perustuu toisaalta esijännitettyyn esivalmisteltuun tukirakenteeseen ja toisaalta sitä ympäröivään tilaosaan, jonka materiaalin kimmomoduuli on 0,3 - 0,15 esijännitetyn rakenteen lujan materiaalin kimmomoduulista. Tilaosan varsinainen matriisilujuus muodostuu noin 2,5 - 3,5 kertaa suurempi kuin rakenteen mitattu puristuslujuus. Tämä on saatu aikaan

- a) käyttämällä vahtomuovi- tai vahtokumi- jms. tähän luokkaan kuuluvaa täytettä korvaamaan osaa normaalibetonin kiviaineksesta ja/tai

- b) saattamalla rakenteeseen tunnetuin keinoin lisäksi kaasukuplista muodostettuja huokosia, jotka ovat pienempiä kuin aiemmin mainitut kevyen täytemateriaalin aikaansaamat huokokset.

Konstruoimalla rakenne sellaiseksi, että siinä käytetään edellämainitut ehdot täyttävää, lujuuden suhteen heikointa materiaalia, voidaan muodostaa seuraava edullinen konstruktio:

1) Esijännitetty tanko, joka voi olla metallia, polymeeriä tai amorfista tai kiteistä epäorgaanista materiaalia.

2) Tankoa tiiviisti ympäröivä, lujaa betonia tai keraamista materiaalia oleva kuoriossa, joka kokonaisuudessaan ottaa vastaan kaiken esijännitysvoiman ja joka on jo ennalta puristuneessa tilassa ja jonka lujuus edullisesti välillä 70 - 250 kPa puristusta ja jonka kimmomoduuli on välillä 10 000 kPa - 42 000 kPa.

3) Kuoriosan rakennetta ympäröivä, lopullisen ulkoisen muodon antava heikompi materiaali, joka halkeamatta osallistuu puristus- ja vetorasitukseen jonka kimmomoduuli on 0,15 - 0,30 kuoriosan materiaalin kimmomoduulista. Tämä materiaali, kuten kohdassa 2) kuvailtiin, ei sisällä karkeaa kiviainesta, vaan kaikkein suurin kiviaines, jos sitä käytetään, on halkaisijaltaan sitä luokkaa, joka tulee olemaan tämän rakenteen osan työstövaatimusten toleranssi.

Edellä mainittu rakenteen alhainen kimmomoduuli on edellytyksenä sille, että tämä materiaali pystyy ottamaan vastaan riittävän määrän vetokuormitusta halkeamatta siinä pisteessä ja sen pisteen jälkeen, jossa esijännityksen kaapelin ulko-vaipan esipuristus on jo purkautunut taivutuksessa.

Alhaisen lujuuden ja kimmomodulin omaavan edullisen betonin koostumus saadaan aikaan esim. seuraavasti:

tiheys 1500 kg/m³ , puristelujuus K 20 (MPa)

Rapid-sementtiä	360 kg
Hiekkaa 0-3mm,	1000 kg
Mikrosilikaa	40 kg
Lignosulfonaattia	6 kg
Polystyreeniä exp.	9 kg (hydrofiilisesti pintakäsiteltyä)
Vettä	126 kg

Suuren lujuuden omaavan betonin valmistusreseptin esimerkki:

Rapid-sementtiä	400 kg/m ³	
Hiekkaa	2000 "	lujuus 100 - 150 MPa
Silikaa	40 "	
Lignosulfonaattia	8 "	
Vettä	140 "	

Kuvion 1 mukaisesti keksinnön mukainen tukirakenne 3 koostuu kahdesta osasta, sisäosasta 1, joka on esijännitetty teräslanka, vaijeri tai tanko, ja tätä koaksiaalisesti ympäröivästä, poikkileikkaukseltaan ympyränmuotoisesta kuoriosasta 2, joka on betonia tai keraamista materiaalia. Tukirakenteen 3 kokonaishalkaisija on tyypillisesti 50 mm ja sisäosan 1 halkaisija vastaavasti 15 mm. Erikoislujaa betonia käytettäessä sisäosan 1 halkaisijan suhde kokonaishalkaisijaan voi olla 1/3.

Kuvion 2 mukaisesti rakennuselementin tilaosan 4 sisään elementin pituussuunnassa on valettu lyhyehköjä esijännitettyjä tukirakenteita 5 elementin keskiosaan. Elementin alapinnan läheisyyteen on sovitettu suorita esijännitettyjä tukirakenteita 7, ja lyhyiden tukirakenteiden 5 ja suorien tukirakenteiden väliin on sovitettu esitaivutetut tukirakenteet 6. Tilaosan 4 materiaalin laskennallinen lujuus K_N vaihtelee tyypillisesti alueella 10 - 50 MN/m².

Kuvioiden 3 ja 4 mukaisesti ulokkeella 9 varustettu rakennelementti on tuettu pituussuuntaisten, elementin alapintaan tilaosan 4 sisään valettujen esijännitettyjen tukirakenteiden 7 lisäksi poikittaisilla esijännitetyillä tukirakenteilla 8, jotka lujittavat uloketta 9.

Kuvion 5 mukaisesti esijännitetty tukielementti valmistetaan seuraavasti: jänneteräs 1 jännitetään tukien 11, 12 ja 16 väliin ja valetaan betonista tai keraamisesta massasta kuoriosaa 2 jänneteräksen 1 ympärille. Jänneteräs 1 puretaan rullalta 10 tunkkien 11 ja 12 läpi valualustalle, jonne massaa syötetään massan valmistusyksiköstä 13 syöttöruuvien 14 avulla paineenalaisena. Massaa syötetään jänneteräksen 1 ympärille. Massana käytetään jotain nopeasti kovettuvaa materiaalia, kuten US-patentin 4 306 912 mukaista F-betonia tai FI-patenttihakemuksen 871164 mukaista geelibetonia. Näiden massojen laskennallinen lujuus K_n voi nousta asennusvaiheessa aina arvoon 200 MN/m^2 . Tukielementtiäihio liikkuu eteenpäin paineen ja kuljettimen 18 liikuttamana kovetuslinjalla 15, joka on tyypillisesti n. 60 m pitkä. Kovetuslinja 15 voi olla varustettu lämmittimillä. Kovetuslinjalla 15 massa saa sellaisen lujuuden, että vetolaitteella 16 voidaan vetää tukielementtiäihion 3 pinnasta jänneteräkseen 1 haluttu esijännitys jänneteräksen 1 luistamatta kuoriosaan 2 nähden. Vetolaitteen 16 jälkeen esijännitetty tukielementti 3 katkaistaan katkaisulaitteella 17 haluttuun mittaan. Valettavana materiaalina voidaan käyttää erittäin lujaa betonia ja/tai erittäin tiivistä betonia. Voidaan myös käyttää betonia, jossa on erikseen sekoitettu korroosioinhibiitti, ja terästä varten voidaan käyttää erikoisia palolta suojaavia betoneja jne., koska kuorimateriaalin määrä verrattuna laatan muuhun materiaalitilavuuteen on olennaisen vähäinen. Saatu rakenne varastoidaan riittäväksi ajaksi, jotta kuoriosan ns. hiipumat ehtivät riittävän täydellisesti tapahtua. Vasta tämän varastoinnin jälkeen kaapelia käytetään betonirakenteen terästyksen tai osana terästystä.

Kuvioiden 3 ja 4 mukaisesti tukielementit voivat ulottua varsinaisen laattaosan tai paikallavaletun rakenteen ulko-

puolelle muodostaen tukia, joiden varaan voidaan asentaa parvekkeita, erkkereitä tai kiinnittää muita rakenteita. Esijännitetyjen tukirakenteiden ei välttämättä tarvitse olla laattarakenteessa toistensa suuntaisia, vaan ne voivat olla viuhkan muodossa, ristikkäin tai poikittain, muodostaa verkkoja ja mitä tahansa muita rakenteita, joihin esimerkiksi ontelolaattojen yhteydessä ei pystytä. Sellaisissa paikoissa, joihin tulee erikoisen suuria kuormituksia, mainittuja tukirakenteita voidaan erittäin edullisesti asettaa laatan sisään huomattavan monia, jopa niin tiheään kuin niitä mahtuu.

Suoritetuissa kokeissa keksinnön mukaisella esijännitetyllä tukirakenteella varustetun kevytbetonilaatan taipuma huoneistokuormituksella oli n. 2 mm. Vastaavalla kaasubetonilaatalla, jossa on lievästi esijännitetty rauditus, taipuma samalla kuormituksella on tyypillisesti 19 mm.

Esijännitetyn tukirakenteen 3 kuviossa 1 esitetty ratkaisu voidaan myös toteuttaa siten, että tukirakenteen 3 poikkeileikkaus on esimerkiksi ellipsin tai suorakaiteen muotoinen. Esijännitetty sisäosa 1 voidaan myös sijoittaa ei-keskeisesti, jolloin saadaan aikaan käyristyneitä rakenteita.

Silloin kun kaapeleita käytetään sellaisten laattakonstruktioiden lujitteena, jossa laatan rakenteessa käytetään kaasu- tai ilmakuplia, polystyreenihelmiä tai vastaavia hyvin lämpöä eristäviä kevyitä rakenneosia, voidaan laatan valun yhteydessä kaapeleihin kohdistaa pienitehoinen sähkövirta, jonka aiheuttama lämpeneminen aikaansaa kaapeliin venymän. Myöhemmin lämpötilojen tasaannuttua ja lämmityksen lakattua kaapelin kokoonkutistuminen kompensoi laatassa olevat painovoimasta johtuvat taipumat, mikä merkitsee sitä, että laataan lopullisessa asennuspaikassaan saadaan aikaan normaali-kuormitettuna täysin tasainen osa. Tällaisella laatalla, joka muodostuu vaahto- tai kaasubetonista tai näiden sekä polystyreenihelmien yhdistelmästä tai polystyreenihelmistä ja muulla ei-kovalla täyteaineella täytetystä kevytrakenteises-

ta betonista, on sellainen ominaisuus, että sen pinnat voidaan hioa tai jyrsiä halvoilla työstökaluilla lopulliseen, tasaiseen muotoonsa. Tällaisella rakenteella on se etu, että lattiapintoja, kattotasoitteita tai muita lopullisia pinnoitteita paikalle asetettaessa ei tarvita enää suurehkoja määriä välitasoitteita tai pinnoitteita kuten nykyisin.

Esijännitetyt tukirakenteet 3 voivat olla jopa eri paikassa esivalmistetuja, esijännitettyjä, esihiipuneita ja sopivaan konstruktion esitaipuneita ja esitaivutettuja. Kaikki tärkeät, rakenteen loppusyvyyden kannalta olennaiset muodonmuutokset voidaan suorittaa tai antaa niiden tapahtua ennakkolta.

On havaittu erittäin edulliseksi antaa tämän tukirakenteiden 3 taipua tai taivuttaa sitä alaspäin. Tällöin on havaittu, että esijännitetyllä, esihiipuneella, esivalmistetulla ja esitaivutetulla suoran rakenteen sisäosalla saadaan aikaan erityisen edullinen lopullisesti suora rakenne.

Samoin voidaan keksinnön mukaisia laattoja kytkeä peräkkäiksi kentiksi vaijereihin kytkettävien liitoskappaleiden avulla tai yhdistää näiden kenttien sivusuunnassa poikittain menevien armeerauskaapeleiden avulla ja saada aikaan jatkuva verkkomainen kenttä, jossa kaikki sisällä olevat metallivaijerit ovat esijännitettyjä ja joiden kaikkien metallivaijereiden päällä oleva kuori on lopullisen valutapahtuman hetkellä esihiipunut ja tarvittaessa edullisesti esitaivutettu.

Patenttivaatimukset:

1. Liittorakenteinen, esijännitetty rakennuselementti, joka käsittää

- korkean vetolujuuden omaavan, esijännitetyn saumaisen tai vaijerimaisen sisäosan (1), jonka materiaali on metallia, polymeeriä tai amorfista tai kiteistä epäorgaanista ainetta,

- sisäosan (1) ympärille sovitettun, puristuslujasta materiaalista, esim. lujasta betonista tai ke-
raamisesta aineesta valmistetun, sisäosan (1) esipuristaman kuoriosan (2), jolloin kuoriosan (2) edullisesti ympäröi sisäosaa (1) symmetrisesti ja tiiviisti, jolloin kuoriosan (2) on vastaavasti esipuristettu niin, että voimat olennaisesti kompensoivat toisensa ts. niin, että esipuristus riittää kantamaan esijännityksen täysin, ja

- kuoriosan (2) ympärille sovitettun tilaosan (4), jonka ulottuvuudet vastaavat rakennuselementin haluttuja ulottuvuuksia ja jonka materiaalin puristuslujuus on oleellisesti kuoriosan (2) puristuslujuutta alhaisempi,

t u n n e t t u siitä, että

- tilaosan (4) koostuu helmimäisistä täyteosista ja täyteosia ympäröivästä matriisirakenteesta, jonka lujuus on 2,5 - 3,5 kertaa tilaosan (4) kokonaispuristuslujuutta suurempi, ja

- tilaosan (4) ja kuoriosan (2) kimmomoduulien suhde on välillä 0,15 - 0,30, jolloin elastinen

tilaosa (4) pystyy murtumatta ottamaan vetoa ja taivutusta vastaan vielä senkin jälkeen kun esijännitetyn sisäosan (1) aiheuttama kuoriosan (2) esipuristus on vedossa ja/tai taivutuksessa jo vapautunut.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen rakennuselementti, t u n n e t t u siitä, että tilaosan (4) matriisimateriaali on kevytbetonia, ja täyteosina toimivat hydrofiilisesti pintakäsitellyt polystyreenihelmet.

3. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen rakennuselementti, t u n n e t t u siitä, että tilaosan (4) materiaalissa on kaasua sisältäviä huokosia.

4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen rakennuselementti, t u n n e t t u siitä, että tilaosan (4) materiaali on kevytbetonia, jonka painoprosenttipitoisuudet ovat seuraavat:

rapid-sementtiä	n.	18...28 %
hiekkaa (0-3 mm)	n.	60...70 %
mikrosilikaa	n.	2...3 %
lignosulfonaattia	n.	0,2..0,6 %
polystyreeniä	n.	0,3..0,9 %
vettä	n.	6...10 %.

5. Menetelmä liittorakenteisen, esijännitetyn rakennuselementin valmistamiseksi, jossa menetelmässä

- esijännitetty sisäosa (1) ja kuoriosan (2) liitetään yhteen, ja

- tilaosa (4) valetaan esijännitetyn tukirakenteen (1, 2) ympärille,

t u n n e t t u siitä, että

- tilaosa (4) valetaan esijännitetyn tukirakenteen (1, 2) ympärille vasta silloin, kun kuoriosassa (2) on tapahtunut niin paljon pysyvää muodonmuutosta, l. hiipumaa, että jäljellä oleva pysyvä muodonmuutos on olennaisesti samaa suuruusluokkaa kuin tilaosan (4) hydraulisista kovettumisreaktioista aiheutuva lineaarinen kutistuma.

Patentkrav:

1. Förspänt byggnadselement med sammansatt konstruktion, vilket omfattar

- en förspänd, stavformig eller vajeraktig inre del (1) med hög draghållfasthet, vars material utgörs av metall, polymer eller ett amorft eller kristallint oorganiskt ämne,

- en omkring den inre delen (1) anordnad skaldel (2), som är framställd av kompressionsfast material, t.ex. av hård betong eller keramiskt material, och som är förkomprimerad av den inre delen (1), varvid skaldelen (2) företrädesvis omger den inre delen (1) symmetriskt och tätt, varvid skaldelen (2) på motsvarande sätt är förkomprimerad, så att krafterna väsentligen kompenserar varandra dvs. så, att förkomprimeringen är tillräckligt stor för att helt uppbära förspänningen, och

- en sådan utrymmesdel (4) anordnad omkring skaldelen (2), vars dimensioner motsvarar de önskade dimensionerna hos byggnadselementet och som utgörs av ett material vars kompressionsfasthet är väsentligen lägre än skaldelens (2) kompressionsfasthet,

k ä n n e t e c k n a t av att

- utrymmesdelen (4) består av pärlformiga fyllkroppar samt en matriskonstruktion som omger fyllkropparna, vars hållfasthet är 2,5 - 3,5 gånger större än den totala kompressionsfastheten hos utrymmesdelen (4), och

- förhållandet mellan elasticitetsmodulerna hos utrymmesdelen (4) och skaldelen (2) ligger mellan 0,15 - 0,30, varvid den elastiska utrymmesdelen (4) förmår ta emot dragning och böjning utan att

brytas även efter det att den av den förspända inre delen (1) orsakade förkomprimeringen hos skaldelen (2) redan frigjorts vid dragning och/eller böjning.

2. Byggnadselement enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att matrismaterialet hos utrymmesdelen (4) utgörs av lättbetong och fyllkropparna utgörs av hydrofilt förbehandlade polystyrenpärlor.

3. Byggnadselement enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t av att utrymmesdelens (4) material innehåller porer med gas.

4. Byggnadselement enligt patentkrav 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a t av att materialet i utrymmesdelen (4) utgörs av lättbetong, som innehåller följande viktprocenthalter:

rapid-cement	ca 18...28 %
sand (0-3 mm)	ca 60...70 %
mikrosilika	ca 2...3 %
lignosulfonat	ca 0,2..0,6 %
polystyren	ca 0,3..0,9 %
vatten	ca 6...10 %.

5. Förfarande för framställning av ett förspänt byggnadselement med en sammansatt konstruktion, enligt vilket förfarande

- en förspänd inre del (1) och en skaldel (2) fogas samman och

- en utrymmesdel (4) gjuts omkring den förspända stödkonstruktionen (1, 2),

k ä n n e t e c k n a t av att

- utrymmesdelen (4) gjuts omkring den förspända stödkonstruktionen (1, 2) först när det skett så pass mycket beständig formförändring i skaldelen (2), dvs. krypning, att den återstående permanenta formförändringen är väsentligen av samma storleksordning som den lineära krympningen som orsakas av de hydrauliska härdningsreaktionerna i utrymmesdelen (4).

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 23 727 (E 04 C 5/07). Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 908 786 (37 b 4/01). Tanska-Danmark(DK) 60 360 (E 04 C 5/07). Norja-Norge(NO) 65 081 (E 04 C 5/08).

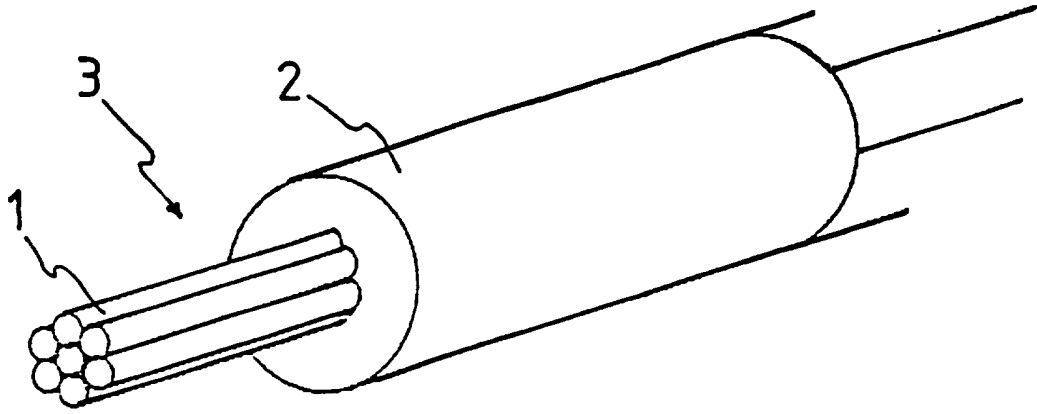


Fig. 1

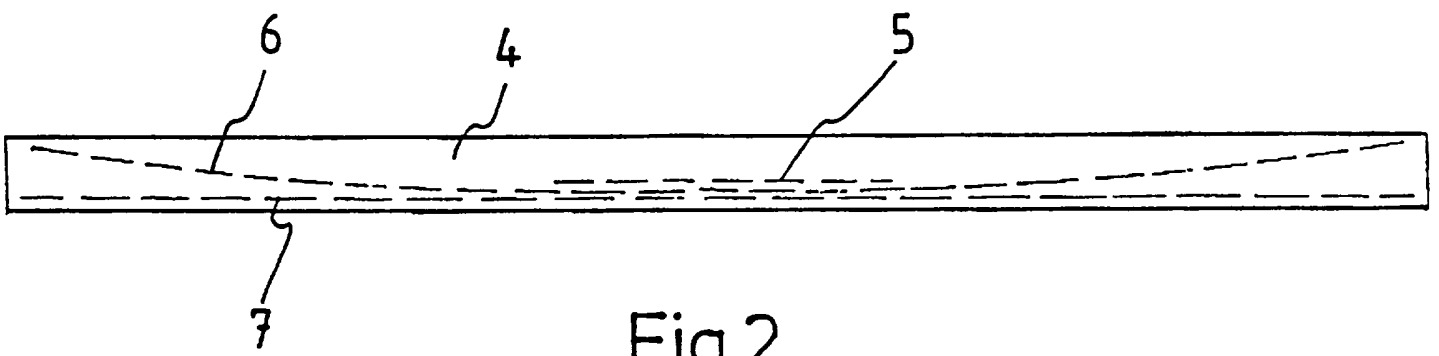


Fig. 2

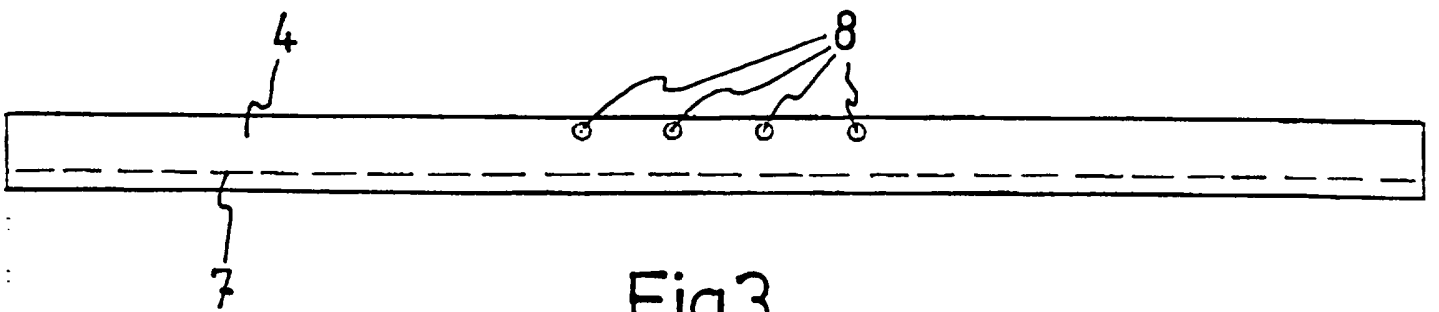


Fig. 3

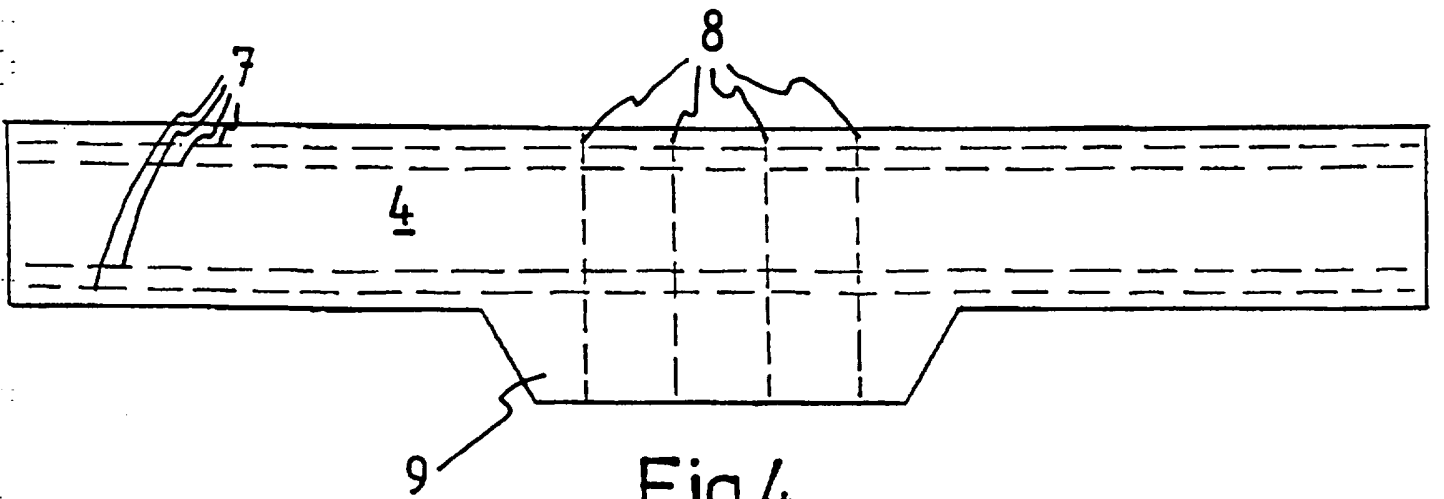


Fig. 4

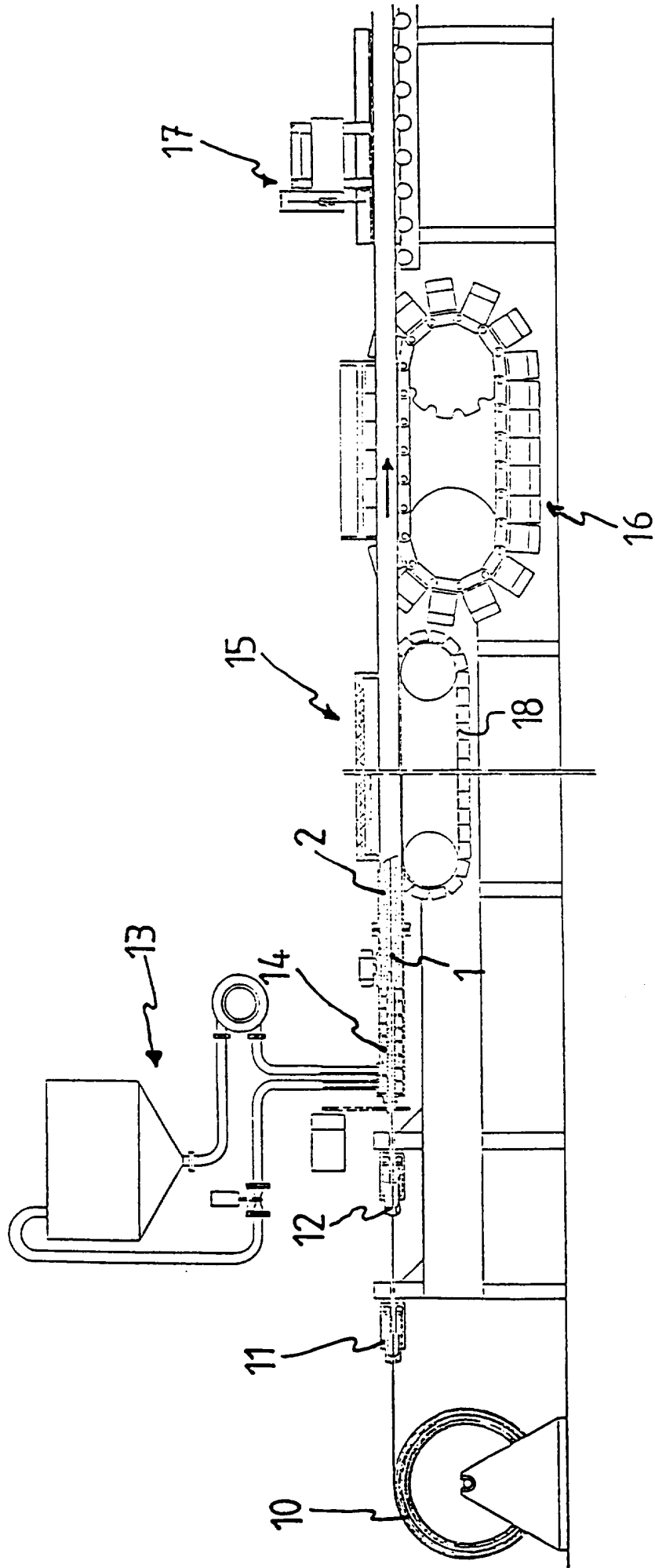


Fig.5

Patented 1954