(19) DANMARK

(11) **DK 173374 B1**

(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl⁷.: **C 04 B 16/06** **B 28 B 3/20**

(21) Patentansøgning nr: **PA 1989 02822**

(22) Indleveringsdag: **1989-06-09**

(24) Løbedag: **1989-06-09**

(41) Alm. tilgængelig: **1989-12-12**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2000-09-11**

(30) Prioritet: **1988-06-11 GB 8813894**

(73) Patenthaver: **Redland Roof Tiles Limited, Redland House, Reigate, Surrey RH2 0SJ, Storbritannien**

(72) Opfinder: **Eric Rirsch, 43 Daux Avenue, Billinghurst, West Sussex, Storbritannien**
Jeremy Wingfield, 99 South Holmes, Roffey, Horsham, West Sussex, Storbritannien

(74) Fuldmægtig: **Hofman-Bang A/S, Hans Bekkevolds Allé 7, 2900 Hellerup, Danmark**

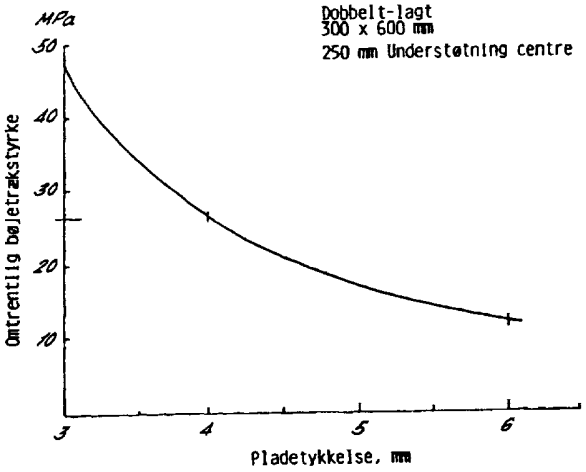
(54) Benævnelse: **Formgenstande af betonmaterialer samt fremgangsmåde til fremstilling af disse**

(56) Fremdragne publikationer:
Ingen

(57) Sammendrag:

Fremgangsmåde til fremstilling af betonbyggematerialer, f.eks. med en snittykkelse mindre end eller lig med 15 mm, ved hvilken en cementholdig blanding omfattende (i) aggregat, (ii) en hydraulisk cement og (iii) vand ved en valse og glidermetode udformes til et formgivet ekstrudat, som opdeles til formelementer, der hærdes til byggemateriale, idet blandingen desuden indeholder forstærkningsfibre med længder på 2,0 - 20 mm i en mængde svarende til 0,25 - 4 vægt-%, beregnet på basis af blandingens totalvægt. De herved fremstillede byggematerialer kan anvendes som tagbeklædning med god slagstyrke til erstatning for kendte tagbeklædningsplader og -sten.

fortsættes


MPa
50
40
30
20
10
Omtrentlig bøjetrækstyrke
Dobbelt-lagt
300 x 600 mm
250 mm Understøtning centre
3
4
5
6
Pladetykkelse, mm

Formgenstande af betonmaterialer samt fremgangsmåde til fremtilling af disse

Den foreliggende opfindelse angår fremgangsmåder til fremstilling af fiberforstærkede betonbyggematerialer ved anvendelse af gængse ekstruderingsprocesser, nærmere betegnet fremgangsmåder, ved hvilken der tilvejebringes tagbeklædningsmateriale med god slagstyrke, der f.eks. er velegnet i form af tagsten, der kan gribe ind i hinanden indbyrdes, eller som erstatning for singels, tagplader, asbestcement- og skifertagsten og -plader.

Som eksempel på en sådan gængs ekstruderingsproces kan nævnes valse og glidermetoden til fremstilling af betontagsten. Denne fremgangsmåde er velkendt og omfatter trin omfattende komprimering af en blanding af cement, aggregat og vand på et sig bevægende underlag ved hjælp af en valse og derpå en glider. Den herved fremkomne streng skæres derpå ud til elementer med den ønskede længde, som derpå hærdes på gængs måde. En beskrivelse af den gængse og i vidt omfang anvendte metode til fremstilling af tagsten ved den ovenfor omtalte fremgangsmåde kan findes i PCT-ansøgning publikation nr. WO 85/00135,

Cementmørtel og cementbeton anvendes i vidt omfang som et billigt byggemateriale. Skønt sådanne cementbundne materialer ofte har en acceptabel holdbarhed, udviser de ulemper i form af lav trækstyrke, lav bøjetrækstyrke og lav slagstyrke. Ved mange anvendelsesformål udgør disse ulemper ikke noget problem, men i de tilfælde, hvor det er ønskværdigt at reducere materialetykkelsen, eller hvor der kræves produkter med særdeles tynde tværsnit, er det ønskeligt at råde over produkter med stor slagstyrke og god holdbarhed. Ved god holdbarhed forstås god modstandsevne overfor:

(a) variationer i klimatiske betingelser, især fryse-tø samt perioder med alternativ regn og solskin;

(b) ultraviolet angreb;

(c) sur regn; samt

(d) slid af overfladerne hidrørende fra vejrliget, således at produktets stryke opretholdes i hele dettes levetid.

Produkter med reduceret tykkelse kræves f.eks. i de tilfælde, hvor det er nødvendigt at reducere vægtbelastningen på ældre tage, der tidligere var dækket med skifer, hvor anvendelse af betontagsten med gængstykkelse ikke er mulig på grund af den forøgede vægtbelastning på tagunderstøtningsbjælkerne, i de tilfælde, hvor det er ønskeligt at reducere materialeomkostningerne ved reduktion af de anvendte mængder, eller af æstetiske grunde, hvor tykkere produkter kan være mindre ønskelige.

Produkter med meget tyndt tværsnit kræves f.eks. i de tilfælde, hvor det er nødvendigt at erstatte naturlig skifer med et mindre kostbart materiale eller erstatte asbestcementtagplader med et materiale, der ikke udgør en sundhedsrisiko, eller i de tilfælde, hvor man ønsker at skifte til mere bestandige alternativer til træplader eller -singels.

Der er således et behov for betonbyggematerialer fremstillet ved gængse ekstruderingsprocesser, som udviser god slagstyrke ved reduceret tykkelse eller som giver

produkter med meget tyndt tværsnit, men med høj bøjetrækstyrke og høj slagstyrke, således at der åbnes mulighed for anvendelse af et relativt billigt materiale uden de sundhedsrisici, der er knyttet til alternative materialer med et bredt anvendelsesspektrum. For et givet materiale gælder det, at en reduktion af tykkelsen giver formindsket modstandsevne mod slagpåvirkning. Dette forhold kan man kompensere for ved at forøge slagstyrken pr. tykkelsesenhed.

Indenfor cementsektoren er det kendt at anvende en række polymere forbindelser som additiver til modifikation af egenskaberne af de hærdede eller uhærdede produkter.

I US patentskrift nr. 3 850 651 beskrives forbedringer af mekaniske egenskaber og kemikaliebestandighed tilvejebragt ved inkorporering af vinylpolymere eller -copolymere i en betonblanding.

I UK 2 195 626 A beskrives tilvejebringelse af forbedringer af bøjetrækstyrke og holdbarhed ved modifikation af en cementholdig blanding med en polymerlatex. Ved "polymerlatex" forstås i dette tilfælde samt i den foreliggende beskrivelse små partikler af en vanduopløseligt polymert materiale, som er suspenderet i et vandigt medium. Specielt kan der tilvejebringes bøjetrækstyrker på mindst 25 MPa ved tilsætning af 10% polymer (polymer i fast form udtrykt som vægt-%, baseret på vægten af cement) samt en markeret forbedring af holdbarheden. Forbedringerne af holdbarheden formenes tilvejebragt ved anvendelse af et vanduopløseligt polymermateriale samt kombinationen af lavt vand/cement-forhold og god komprimeringsteknik, fordi det hærdede materiale herved får en lav porøsitet,

specielt et særdeles lavt volumen med porer større end 100 µm.

I UK 2 101 984 B beskrives virkningen af reduktion af vand/cement-forholdet i polymermodificeret beton samt specielle metoder til tilvejebringelse af god komprimering af den cementholdige blanding. Ved anvendelse af tørre materialer kan der tilvejebringes bøjetrækstyrker på 20-25 MPa, men når materialerne er mættet eller delvis mættet med vand, fås materialer med reduceret styrke.

Mange typer polymerlatex kan anvendes til tilvejebringelse af den forøgede styrke og bestandighed, jf. UK 2 195 626 A. Som eksempler på egnede latexer kan følgende nævnes: elastomere polymere, såsom naturligt og syntetiske gummi, termoplastiske materialer, såsom polyacrylestere, ethylen-vinylacetat-copolymere, polyvinylidenchlorid og polyvinylacetat, og termohærdende harpikser, såsom epoxyharpisker.

Almindeligvis kan slagstyrken af et produkt anvendes som et mål for produktets evne til at modstå en pludselig påført belastning. For tagbeklædningsprodukter kan slagstyrken give en indikation af hvor bestandigt et specielt produkt vil være over for brud ved sømning, skæring eller transit.

Det er kendt, at slagstyrken af et cementprodukt kan forøges ved inkorporering af fibre i materialet. Sådanne fiberforstærkede produkter kan også udvise en acceptabel bestandighed, det bedst kendte eksempel er asbestcement.

De fibermaterialer, der hidtil har været anvendt til forøgelse af styrken af cementprodukter, omfatter fibre af

asbest, glas, stål, keramisk materiale, polymer og naturmaterialer. Anvendelsen af fibre udviser imidlertid i visse tilfælde visse ulemper, idet tilstedeværelsen af fibrene i det lange løb kan bevirke en uheldig indflydelse på produktets styrke, fordi fibrene kan blive nedbrudt ved alkalisk angreb, som, koblet med langtidsvejrpåvirkning, også kan give en uheldig indflydelse på produktets holdbarhed. Desuden kan der ved anvendelsen af sådanne fibermaterialer, afhængigt af den valgte fremstillingsmetode, optræde forøgede vanskeligheder ved behandling af materialet. Almindeligvis vil materialets behandlingsegenskaber falde, når mængden eller længden af fibrene forøges. Endelig kan anvendelsen af visse fibre, f.eks. asbestfibre, involvere sundhedsricisi på grund af fibermaterialets carcinogenitet og/eller toxicitet.

Den såkaldte "valse og glidermetode" er en af de gængse metoder, der anvendes ved behandling af cementmørtel til fremstilling af tagsten. Inkorporering af fibre i sådanne mørtler har været undersøgt tidligere og vist sig uheldig, idet fibertilsætningen resulterede i ureglmæssig materialetilføring og defekte sten.

På grund af disse vanskeligheder har man tidligere undersøgt andre mere indviklede metoder, f.eks. den, der er beskrevet i UK 2 108 897 B, hvor man fandt det nødvendigt at arbejde med vibrationsstøbning for at fremstille fiberforstærkede cementmaterialer. For nærværende er der ingen løbende produktion af fiberforstærkede produkter fremstillet ved valse og glidermetoden.

Den første til grund for opfindelsen liggende opgave går ud på at tilvejebringe produkter med reduceret vægtbelastning, god slagstyrke, lav følsomhed over for vand og

god holdbarhed ud fra cement og beton baseret på hydraulisk cement og modificeret ved tilsætning af forstærkningsfibre, hvilke produkter kan fremstilles ved valse og glidermetoden.

Den anden til grund for den foreliggende opfindelse liggende opgave går ud på at tilvejebringe særdeles tynde produkter med høj bøjetrækstyrke, høj slagstyrke, lav følsomhed over for vand og god holdbarhed ud fra mørtel og beton baseret på hydraulisk cement og modificeret ved tilsætning af en polymerlatex og forstærkningsfibre, hvilke produkter kan fremstilles ved valse og glidermetoden.

Disse opgaver løses ifølge opfindelsen ved en fremgangsmåde til fremstilling af betonbyggematerialer med snittykkelse mindre end eller lig med 15 mm af en cementblanding omfattende (i) aggregat, (ii) en hydraulisk cement og (iii) vand ved en valse og glidermetode udformes til et formgivet ekstrudat, som opdeles til formelementer, der hærdes til byggemateriale, som er særegen ved, at blandingen desuden indeholder forstærkningsfibre med længder på 2,0 - 20 mm i en mængde svarende til 0,25 - 4 vægt-%, beregnet på basis af blandingens totalvægt.

Ved at arbejde med fibre inden for et givet dimensionsinterval er det med fordel muligt at formulere materialer, der kan behandles ved den gængse valse og gliderekstruderingsteknik. Om ønsket, men ikke nødvendigvis, kan bearbejdeligheden forøges ved inkorporering af f.eks. superplastificeringsmidler eller polymerlatexer, der forøger materialeblandingernes bearbejdelighed ved reduktion af de forskydningskræfter, der kræves for at materialet kan flyde. Ved anvendelse af større andele af cement i blan-

dingerne er det endvidere muligt at forøge fibervolumenet i blandingen og stadig bevare bearbejdeligheden.

En anden fordel ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen ligger i fremstillingen af flade tagsten, der kan anvendes til erstatning for naturlige skifertagsten. Disse sten kan typisk have en længde på 600 mm og en bredde på300 mm, og de kan fremstilles under anvendelse af valse og gliderekstruderingsprocessen ved ekstrudering af et bånd med en bredde på 300 mm, som skæres i længder på 600 mm. En fordel ved valse og gliderprocessen består i, at fibrene og skiferpartiklerne rettes ind parallelt med ekstruderingsretningen, således at der derved fremkommer en anisotropi i materialeegenskaberne. Dette er særligt fordelagtigt i forbindelse med hindring af revnedannelse under pålægning, således at der kan arbejdes med relativt store spændvidder, f.eks. svarende til afstanden mellem taglægter.

Den foreliggende opfindelsen angår endvidere en fremgangsmåde til fremstilling af betonbyggematerialer af at en cementholdig blanding omfattende (i) aggregat, (ii) en hydraulisk cement og (iii) vand ved en valse og glidermetode udformes til et formgivet ekstrudat, som opdeles til formelementer, der hærdes til byggemateriale, som er særegen ved, at blandingen desuden indeholder en polymerlatex i en mængde svarende til et vægtforhold mellem polymer (beregnet som tørvægt) og cementmateriale i intervallet fra 5/100 til 50/100 samt forstærkningsfibre med længder på 2,0 - 20 mm i en mængde svarende til 0,25 - 4 vægt-%, beregnet på basis af blandingens totalvægt.

Blandingen indeholder fortrinsvis desuden et plastificeringsmiddel eller et superplastificeringsmiddel.

Polymerlatexen foreligger fortrinsvis i et mængdeforhold mellem polymer og cementmateriale på 7/100 - 15/100. Særligt foretrukket indeholder blandingen polymerlatex i et vægtforhold mellem polymer og cementmateriale på ca. 12,5/100.

Blandingen indeholder fortrinsvis forstærkningsfibre i en mængde på 0,25 - 1 vægt-% fibre, beregnet på blandingens totalvægt. Fibrene har særligt foretrukket længder på 4 - 8 mm. Særligt foretrukket omfatter blandingen 0,5 vægt-% forstærkningsfibre, baseret på blandingens totalvægt, med en længde på 6 mm.

Fibrene er fortrinsvis polypropylenfibre, og blandingen omfatter fortrinsvis fra 1 til 30% silicarøg, beregnet som vægt-% i forhold til vægten af cementmateriale i blandingen.

Blandingen kan hærdes i en autoklav.

Fordelene ved autoklavering omfatter muligheden for reduktion af hærdningstiden, men også styrkeforbedringer. F.eks. er det vist i "The Effects og Activated Silica on the Mechanical Properties og Concrete Submitted to High Temperature Curing", af S. Nagataki, Cement and Concrete (Japan) NO387, May 1979, at autoklavering af et materiale omfattende Portlandcement, silicarøg og superplastificeringsmiddel giver forbedret styrke sammenlignet med styrken af materiale hærdet ved normal varmehærdning.

Den foreliggende opfindelse angår endvidere formgenstande fremstillet ved ekstrudering af beton eller mørtel, der

som ovenfor beskrevet er modificeret ved fiberforstærkning, med tværslagstyrkeværdier større end 1,5 KJm^{-2}.

Den foreliggende opfindelse angår endvidere formgenstande fremstillet ved ekstrudering af beton eller mørtel, som er modificeret som ovenfor beskrevet ved hjælp af en polymerlatex og en fiberforstærkning, med brudmodulusværdier (MOR-værdier) på mindst 20 MPa og flagstyrkeværdier større end 1,6 KJm^{-2}.

De sidstnævnte formgenstande ifølge opfindelsen har fortrinsvis et tværsnit på 12 mm eller mindre, især 6 mm eller mindre. Ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen åbnes mulighed for fremstilling af fiberforstærket cementbeton- eller cementmørteltagsten, især betonsten med reduceret tykkelse og betonplader til erstatning af asbestcement- eller skiferplader. De ved den her omhandlede fremgangsmåde fremstillede produkter har fortrinsvis en æstetisk tiltagende overflade mindende om en spaltet naturlig skiferplade. Andre anvendelser for de ved den her omhandlede fremgangsmåde fremstillede betonprodukter med forøget styrke og holdbarhed er gulvplader, beklædningsplader, andre plader samt ekstruderende rør og ekstruderede plader.

Den blanding, der anvendes ved fremstillingen af den fiberforstærkede beton og mørtel omfatter følgende bestanddele:

(i) Aggregat

Aggregater består fortrinsvis af skifer eller sand eller blandinger af disse. Det foretruken aggregat/cement-vægtforhold ligger i intervallet 0,5/1 til 4/1. Almindeligvis

har foretrukne blandinger et aggregat/cement-vægtforhold på 1,5/1. Dette materiale kan f.eks. omfatte grov skifer og fint sand. Generelt kan grov skifer eller groft sand defineres som omfattende partikler, hvor ikke mere end 10 vægt-% har en størrelse mindre en 200 µm. Fin skifer eller fint sand har generelt mere end 90 vægt-% partikler med en størrelse på mindre end 300 µm. Den grove skifer kan leveres af Delabole Slate Quarries, Cornwall, England, eller Redland Aggregates, Blaenau Ffestiniog, Wales og et nyttigt materiale til anvendelse ved den foreliggende opfindelse er type S12, som indeholder følgende fraktioner:

Størrelse		(µm)	Vægt-%
A		2360	0,1
B		1180	9,0
C		600	61,1
D		300	26,3
E		150	1,3
F		75	0,3
G		53	0,6
H	mindre end	53	1,3

Aggregatet kan også omfatte et aggregat med lav densitet, såsom vermiculit, perlit, hule glaskugler samt naturlige letvægtsaggregater. Anvendelsen af sådanne aggregater er fordelagtig til reduktion af produktets vægt, og i forbindelse med tagplader og -sten, tilvejebringes herved en reduktion af belastningen på tagkonstruktionen.

Et passende fint sand leveres af David Ball of Cambridge, England, og indeholder følgende fraktioner:

Størrelse	(µm)	Vægt-%
I	300 - 150	50
J	150 - 90	25
K	mindre end 90	25

Andet fint sand kan også anvendes, f.eks. Wrotham 75 fra Buckland Sand and Silica Co., Reigate, Surrey.

En foretrukken blanding af skifer med fint sand indeholder 60% grov skifer af type S12 samt en blanding af fint sand: 20% I, 10% J og 10% K.

(ii) Cement

Den i blandingerne anvendte cement er fortrinsvis hydraulisk cement, dvs. cement, som afbinder og hærder ved tilsætning af vand, dvs. i nærværelse af vand. Cementen kan være en silicatcement, f.eks. Portlandcement eller hurtigt hærdende Portlandcement (Rapidcement), men man kan også anvende en aluminatcement. Blandingerne kan indeholde blandinger af forskellige hydrauliske cementer.

Den cementholdige blanding kan omfatte højovnsslagge, pulveriseret brændselsaske eller silicarøg. Det foretrækkes især at arbejde med en tilsætning på 1 til 30% silicarøg, beregnet som vægt-%, på basis af vægten af cementmateriale i blandingen, idet anvendelsen af silicarøg fører til reduceret porøsitet og forøget styrke af det hærdede produkt. Blandingen indeholder især fra 5 til 15% silicarøg. Ved alle beregninger af vægt af cement eller cementholdigt materiale inkluderes vægten af silicarøg.

Silicarøg indeholder fortrinsvis følgende fraktioner:

Størrelse	Vægt-%
A mindre end 0,05 µm	20
B mindre end 0,10 µm	70
C mindre end 0,20 µm	95
D mindre end 0,50 µm	99

(iii) Vand

Almindeligvis foretrækkes et vand/cementmateriale-vægtforhold på 0,15 - 0,40, og vægtforholdet vand/cement og/eller cementmateriale er fortrinsvis netop tilstrækkeligt til sikring af en passende bearbejdelighed af blandingen. I det tilfælde, hvor der tilsættes polymerlatex til cementmaterialet, foretrækkes et vægtforhold mellem vand og cementholdigt materiale på fra 0,12/1 til 0,25/1. Vandet omfatter vand indeholdt i eventuelt tilstedeværende latex og plastificeringsmiddel, og bindemidlet omfatter både cement (C) og silicarøg (S), når denne tilsættes. Et mål for den totale vandmængde i en given recept gives som W/(C+S)-forholdet. Dette er forholdet mellem det samlede vandindhold og det samlede bindemiddelindhold.

(iV) Fibre

Som ovenfor nævnt har man tidligere anvendt mange fibertyper til forstrækning af cement- og/eller betonmaterialer.

Forskellige fibertyper kan anvendes ved den her omhandlede fremgangsmåde, blandt andet polypropylenfibre, polyvinylalkoholfibre, polyacrylonitrilfibre, jute, E-glasfibre

samt cellulosefibre. Forskellige fibertyper og vigtige egenskaber ved disse er sammenstillet i følgende tabel 1.

FIBEREGENSKABER

TABEL 1

Type	Densitet (g/cm^3)	Eksempler benyttet i			
		Navn	Længde (mm)	Diameter (µm)	E-modulus (GPa)
Polypropylen (fibrilleret)	0,92	Krenit Rein	2,5 - 10	140 - 220	15
		Fibermesh	6	300	15
Polypropylen (monofilament)	0,92	PFE (crimped)	10	50	5
		Crakstop	6 - 12	20	5
Polyvinylalkohol	1,3	Kuralon RM182	6	15	35
		Kuralon RMS182	6	20	30
		Mewlon	6 - 12	20	20
Polyacrylonitril	1,15	Sekril 110	6	15	13
		Sekril 900	6	35	7
		Courtelle SP/15 (crimped)	20	15	7
		Ricem	6	15	5
		Dolanit	6	55	16
Polyester	1,2	Nurlon	20	35	17
E Glass	2,5	Chopped Strands	5	15	75
Jute	1,2	Taytec	5	60	30
Cellulose	1,2	Kraft Board	1	30	30
		Custom	1	20	30
Keramisk fiber	2,7	Fiberfrax	0,5 - 10	2	95

DK 173374 B1

KRENIT og CRACKSTOP er leveret af FIBROMIX LIMITED of Clifton, Derbyshire, England.

CUSTOM er leveret af BOUD MARKETING LIMITED of Laddington, England.

FIBERMESH er leveret af FIBERMESH (EUROPE) LIMITED of Chesterfield, England.

NURLON er leveret af SMITH CHEMICAL CORPORATION of Ohio, USA.

FIBERFRAX er leveret af CARBORUNDUM RESISTANT MATERIALS LIMITED of St. Helens, England.

DOLANIT er leveret af HOECHST UK LIMITED of Hounslow, England.

KURALON er leveret af MITSUBISHI CORPORATION of London, England.

MEWLON er leveret af UNITIKA KASEI of Osaka, Japan.

SEKRIL og COURTELLE er leveret af COURTAULDS FIBRES LIMITED of Conventry, England.

PFE er leveret af POLYMER FIBRE ENGINEERING of England

RICEM er leveret af MONTEFIBRE UK LIMITED of Bradford, England.

TAYTEC er leveret af CROXTON & GARRY LIMITED of Dorking, England.

E-GLASS er leveret af FIBREGLASS LIMITED of St. Helens, England.

KRAFT er leveret af BUNZL PULP & LIMITED of London, England.

Som nævnt ovenfor har det tidligere ikke været muligt at arbejde med fiberforstærkede materialer ved gængse ekstruderingsprocesser. Det har overraskende vist sig, at det er muligt at arbejde med visse af de i tabel 1 anførte fibre. Gode procesegenskaber for en cementholdig blanding fås især med fibre af polypropylen, polyvinylalkohol, polyacrylonitril og E-glas. Særligt gode procesegenskaber for en cementholdig blanding opnås især med polypropylenfiibre af typen KRENIT, der markedesføres som 38000 denier fibrillerede fibre. Sådanne fibrillerede fibre med fiberdiametre på ca. 200 µm kan lettere inkorporeres i blandingerne end de langt finere monofilamentfibre, fordi blandingens vandbehov er reduceret. Under fibrillering, som er en mekanisk proces, dannes fibre med indbyrdes forbundne bånd og en ru overflade, der, i modsætning til monofilamentfibre, giver en god mekanisk binding til cementmatrixen. En fordel ved fine monofilamentfibre i forhold til de tykkere fibrillerede fibre består i, at der tilvejebringes et mere glat produkt, idet de fibrillerede fibre udviser tilbøjelighed til at stikke ud fra det ekstruderede materiale.

Mængden af fibre inkorporeret i de forskellige blandinger udtrykkes som vægtprocent, beregnet på den totale vægt. Mængden af fibre kan også udtrykkes som volumenprocent beregnet på totalvolumen, og vil derfor afhænge af densiteten af hele blandingen samt af fibrenes specifikke vægt. I de givne eksempler vil en mængde KRENIT-polypro-

pylenfibre svarende til en vægt-% på 0,5% være ækvivalent med en volumen-% på 1,1%, idet den specifikke vægt af polypropylen er 0,92 g/cm³.

En mængde på 0,5 vægt-% SEKRIL 110-fibre, som har en specifik vægt på 1,18 g/cm³, er ækvivalent med en volumen-% på 0,9%.

Der arbejdes fortrinsvis med en fiberkoncentration i blandingen på mindre end 2 vægt-%, fortrinsvis på 0,4 - 0,6, f.eks. ca. 0,5 vægt-%. Blandinger indholdende mere end 4 vægt-% fibre har vist sig vanskelige at håndtere ved valse og glidermetoden.

Længden af fibrene i blandingen er fortrinsvis mindre end 10 mm, særligt foretrukken 3 - 7, f.eks. 5 mm. Blandinger indeholdende fibre længere end 20 mm har vist sig at have en noget "langhåret" karakter, hvilket påvirker det hærdede produkts æstetiske indtryk. Man har også konstateret problemer med udskæring, når der arbejdes med blandinger indeholdende fibre længere end 20 mm.

(v) Additiver

For at fremme en homogen dispergering af de forskellige komponenter i blandingen og for at tilvejebringe en let bearbejdelig blanding er det anbefalelsesværdigt at tilsætte en polymerlatex som anvendt i UK 2 195 626 A og/eller et plastificeringsmiddel såsom CORMIX P1 eller et superplastificeringsmiddel, f.eks. CORMIX SP2, som begge leveres af Cormix Ltd., of Cheshire, England. CORMIX P1 plastificeringsmidlet er et flydende lignosulfonat-plastificeringsmiddel, der leveres som en 25%'s vandig opløsning. CORMIX SP2 superplastificeringsmidlet

er et melamin-formaldehyd-sulfonat med et faststofindhold på 28%, fremstillet ved kondensationsreaktion og påfølgende sulfonering af melamin og formaldehyd.

Den primære funktion af såvel superplastificeringsmidler som polymerlaxeter er formentlig, at disse hjælper pådispergeringen af komponenterne i den cementholdige blanding. Ved dispergering af agglomerater af partikler reducerer disse additiver viskositeten af blandingen, hvilket tillader reduktion af mængden af tilsat vand, og styrken af den hærdede cementmatrix vil følgende blive forøget i tilsvarende grad. Når blandingen indeholder en polymerlatex, kan der tilvejebringes en yderligere styrkeforøgelse ved et bidrag til styrken hidrørende fra styrken af de coalescerede polymerpartikler. Den coalescerede polymerlatex kan også reducere det hærdede produkts vandoptagelse.

Ved den her omhandlede fremgangsmåde har disse additiver også en anden funktion, idet de letter bearbejdeligheden af den fiberholdige mørtel ved valse og gliderteknikken ved modifikation af blandingens viskositetsegenskaber.

Ved blanding af cementblandinger indeholdende superplastificeringsmiddel er det fordelagtigt at udskyde tilsætningen af plastificeringsmidlet, indtil alt vand er tilsat. Denne tidsforsinkelse kan fordelagtigt være fra nogle sekunder til op til 10 minutter. Ved forsinket tilsætning af plastificeringsmidlet har det vist sig, at der kræves mindre vand til tilvejebringelse af samme blandingskonsistens end i det tilfælde, hvor vand og plastificeringsmiddel tilsættes sammen. Denne reduktion i det totale vandindhold kan fører til større bøjetrækstyrker, der som bekendt er afhængige af vandindholdet.

For at reducere unødvendig eller uønsket luftindføring i blandingen under dennes behandling er det fordelagtigt at anvende et anti-skummiddel, f.eks. BEVALOID 691, BEVALOID 770 DD eller BEVALOID 581B leveret at Bevaloid Limited, Beverly, Yorkshire, England.

Blandingerne kan anvendes til fremstilling af produkter med en snittykkelse i intervallet fra 2 eller 3 mm til 15 mm. Materialet kan f.eks. anvendes til fremstilling af betontagsten med en maksimumtykkelse på 15 mm og en vægtbelastning på 22,5 kgm^{-2} med en tværslagstyrke på 1,6 KJm^{-2} som alternativ til en betonsten med maksimumtykkelse 26 mm og en vægtbelastning på 51,2 kgm^{-2} med en tværslagstyrke på 0,9 KJm^{-2}. Materialet kan også anvendes til fremstilling af en betonsten med høj bøjetrækstyrke, med MOR-værdier større end 20 MPa og stor tværslagstyrke med værdier større end 1,6 KJm^{-2} til erstatning af asbestcementtagplader eller naturlige skiferplader.

I praksis har det vist sig, at der som hovedregel kræves bøjetrækstyrker som vist i fig. 1 på tegningen til produkter fremstillet ud fra det ovenfor beskrevne materiale, for at disse er egnede som erstatningsplader med en given tykkelse. For en plade med en tykkelse på 6 mm kræves f.eks. en omtrentlig minimumsbøjetrækstyrke på 12 MPa, og for en plade med tykkelsen 4 mm kræves en omtrentlig minimunsbøjetrækstyrke på 26 MPa.

I det følgende illustreres opfindelsen nærmere ved en række eksempler.

I eksempel 1-3 illustreres den første udførelsesform for opfindelsen. I disse tre eksempler måltes bøjetrækstyrker ved trepunkt-belastning under anvendelse af formlen:

$$S = \frac{3Wl}{bd^2}$$

hvor S = bøjetrækstyrke
W = brudbelastning
l = afstand mellem understøtningspunkt og centralt belastningspunkt
b = bredde
d = tykkelse

Slagstyrker blev målt på tværs af ekstruderingsretningen og i nogle tilfælde parallelt med ekstruderingsretningen ved hjælp af en Zwick Charpy slagstyrkemåler på legemer med dimensionerne 100 mm x 10 mm x 10 mm eller så tæt herpå som muligt. Mar arbejdede med en prøvespændvidde på 10 mm med en 0,5 J hammer.

De cementholdige blandinger blev fremstillet ved blanding af de tørre komponenter i en Cretangle multiflow mixer i 2 minutter efterfulgt af tilsætning af de flydende komponenter (vand, anti-skummiddel og superplastificeringsmiddel). Blandingerne blev blandet i yderligere 3 minutter. Derpå blev fibrene tilsat, og blandingerne blev blandet i endnu 3 minutter.

Derefter blev blandingerne ekstruderet ved valse og glidermetoden på en pladefremstillingsmaskine i laboratoriemålestok, hvorved der fremkom grønne formlegemer med en tykkelse på mellem 8 mm og 10 mm.

De grønne produkter blev derpå hærdet i et hærdningskammer ved 50 °C og en relativ fugtighed på 100% i 24 timer.

EKSEMPEL 1 til 3

Recept

360 g Delabole S12 skifer
240 g David Ball sand
360 g Cement OPC
40 g Silicarøg (microsilica)
10,5 g Pigment
16 g Superplastificeringsmiddel (Cormix SP2)

I de tilfælde hvor der anvendtes fiberforstærkning, blev der hertil benyttet KRENIT-polypropylenfibre. I eksempel 1 anvendtes 112 g vand, i eksempel 2 anvendtes 96 g vand og i eksempel 3 anvendtes 88 g vand. Resultaterne fremgår af nedenstående tabel 2.

TABEL 2

Eks.	A/C+	V/C+	Bøjetrækstyrke (tværs) MPa	Slagstyrke (tværs) KJm^{-2}	fibervægt-%	fiberlængde mm
1	1,5	0,31	13,2 ± 0,7	1,7 ± 0,4	0,5	5
2	1,5	0,27	15,1 ± 1,7	1,5 ± 0,2	0,5	5
3	1,5	0,25	16,5 ± 1,8	1,2 ± 0,1	0,0	-

A/C = Aggregat/(cement + silicarøg)-forhold
V/C = Vand/(cement + silicarøg)-forhold

Bøjetrækstyrkemålingerne blev foretaget efter 7 dage ved laboratorieomgivelsesbetingelser efter hærdning efterfulgt af én dags nedsænkning i vand.

Blandinger til anvendelse ved fremstilling af polymer-modificeret fiberforstærket beton og mørtel omfatter følgende komponenter som ovenfor definerede aggregater: cement, fibre, additiver og vand, idet vand/cement-forholdet ligger i intervallet 0,12 - 0,25 og fortrinsvis er netop tilstrækkeligt til tilvejebringelse af passende bearbejdelighed, og idet blandingerne desuden indeholder den polymer, der tilvejebringer de fordelagtige ekstra egenskaber i forhold til tilsvarende blandinger, som ikke indeholder nogen polymer.

Den polymere kan anvendes i form af en polymerlatex som ovenfor defineret, eller der kan anvendes en termohærdende harpiks, f.eks. en alkaliopløselig phenolisk resol.

Som omtalt ovenfor kan der anvendes mange typer polymerlatex til tilvejebringelse af den forøgede styrke og holdbarhed ved udøvelsen af den foreliggende opfindelse.

Foretrukne latexer til anvendelse ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen er vinylchlorid/vinylacetat/ethylen-terpolymere, såsom Wacker Chemie produktet VINNOL CE35 og copolymere af alkylmethacrylat eller -aceylat samt methacryl- eller acrylsyre, såsom PRIMAL B-60A eller PRIMAL E-357 leveret af Rohm and Haas Ltd. of Croydon, Surrey, England. Man kan også anvende styren-acryl-copolymere, såsom LDM 6880 og ADH 3146 leveret af Harco of Harlow, Essex, England.

I de følgende eksempler 4-15 anvendes en polymerlatex, og disse eksempler illustrerer opfindelsens andet aspekt. I disse eksempler bestemmes bøjetrækstyrke og slagstyrke som ovenfor beskrevet.

Blandingerne blev fremstillet ved blanding af de tørre komponenter i Cretangle multiflow mixer i 2 minutter efterfulgt af tilsætning af de flydende komponenter, dvs. polymerlatex, anti-skummiddel, plastificeringsmiddel og yderligere vand. Blandingerne blev blandet i endnu 3 minutter. På dette tidspunkt blev der også tilsat fibre, hvorpå der blev blandet i yderligere 3 minutter. Blandingerne blev derpå ekstruderet under anvendelse af valse og glidermetoden på en pladefremstillingsmaskine i laboratoriemålestok, hvorved der blev fremstillet grønne produkter med tykkelser på mellem 8 og 12 mm.

De grønne produkter blev derpå hærdet i en hærdningsproces i to trin, hvor produkterne i det første trin blev anbragt i et kammer med høj fugtighed, dvs. fugtigheder på 80% eller mere ved en temperatur på 50 °C, indtil hærdningen af cementkomponenten i blandingen var fuldstændig (sædvanligvis 12 - 15 timer), hvorefter de hærdede produkter i det andet trin blev anbragt i en tørreovn ved 70 °C og en fugtighed på mindre end 50% i 24 timer.

EKSEMPEL 4 til 15

Recept

360 g	Delabole S12 skifer
240 g	David Ball sand
360 g	OPC cement
40 g	Silicarøg
107 g	Polymerlatex
16 g	Vand
1 g	Anti-skummiddel (BEVALOID 691)
10 g	Pigment

8 g Plastificeringsmiddel
(CORMIX P1)

I de tilfælde hvor der blev foretaget fiberforstærkning, blev der anvendt KRENIT-polypropylenfibre. I eksempel 7, 13, 14 og 15 anvendtes samme recept som ovenfor angivet, bortset fra at der ikke blev anvendt silicarøg. Resultaterne fremgår af tabel 3.

I eksempel 4, 5, 6, 7, og 8 illustreres fibrenes indflydelse på slagstyrke og bøjetrækstyrke.

En sammenligning med eksemplerne 9, 10, 11 og 12 viser virkningen af en forøgelse af fiberlængden på procesegenskaber og slagstyrke.

En sammenligning med eksemplerne 13, 14 og 15 viser virkningen af en forøgelse af vægten af fibre på procesegenskaber og slagstyrke.

Eksempel 16 og 17 illustrerer endvidere opfindelsens andet aspekt. I disse eksempler måltes bøjetrækstyrker både på tværs af og langs med ekstruderingsretningen ved den ovenfor beskrevne trepunkt-metode. Slagstyrkemålingerne blev foretaget med en Zwick Charpy slagstyrkemåler på prøvelegemer med dimensionerne 100 mm x 10 mm x 6 mm eller så tæt på dette som muligt. Der blev anvendt en spændvidde på 70 mm med en 0,5 J hammer.

Blandingerne blev fremstillet som beskrevet i omtalen af eksempel 4 - 15. Blandingen blev derpå ekstruderet ved valse og glidermetoden på en pladefremstillingsmaskine i industriel målestok, hvorved der fremkom grønne produkter med tykkelser på mellem 4 og 6 mm.

De grønne produkter blev derpå hærdet som beskrevet i eksempel 4 - 15.

EKSEMPEL 16 og 17

Recept

360 g	Delabole S12 skifer
240 g	David Ball sand
360 g	Portland Cement, rapidcement
40 g	Silicarøg
106 g	Polymerlatex E357
1 g	Antiskumiddel, BEVALOID 691
10 g	Pigment
8 g	Plastificeringsmiddel, CORMIX P1
6 g	KRENIT, polyprcpylen-fibre, længde 5 mm

I eksempel 16 forelå endvidere 15 g ekstra vand, medens der i eksempel 15 forelå 19 g ekstra vand. Resultaterne fremgår af tabel 4.

EKSEMPEL 18 og 19

Recept

360 g	Skifer
240 g	Silica sand
360 g	Portland Cement (rapidcement)
40 g	Mikrosilica
10,4 g	Pigment
24 g	Superplastificeringsmiddel,

	CORMIX SP2
5,2 g	KRENIT-polypropylenfibre, længde 6 mm

I eksempel 18 og 19 vises virkningen af en forøgelse af koncentrationen af superplastificeringsmiddel i recepterne, således at den samlede vandmængde kan reduceres. Anvendt i forbindelse med forsinket tilsætning af plastificeringsmiddel opnås gode bøjetrækstyrker. I eksempel 18 forelå 88 g vand og i eksempel 19 72 g vand i den ovenfor omtalte blanding. Resultaterne er angivet i tabel 5.

Prøvelegemerne blev hærdet i 24 timer ved 50 °C og 100% relativ fugtighed, hvorefter der blev foretaget bøjetrækstyrkemålinger efter 28 dage ved omgivelseslaboratoriebetingelser.

Eksempel 16, 17, 18 og 19 viser også anisotropieffekten på slagstyrke, idet prøvelegemer afprøvet i retningen parallelt med ekstruderingen har større slagstyrke end i tværretningen.

TABEL 3

Eks.	Polymer-latex	V/(C + S)	Silicarøg i % af binde-middel	Fiber vægt-%	Fiber-længde mm	Slagstyrke (tværs) KJm^{-2}	Bøjestrækstyrke (tværs), MPa		Proces-egenska-ber
							Tør	7 dage neddypning	
4	CE35	0,18	10	-	-	1,4	25,9	20,4	5
5	CE35	0,23	10	0,5	5	2,1	23,7	19,9	5
6	B60A	0,215	10	-	-	1,2	23,5	16,9	5
7	B60A	0,185	-	0,5	5	2,4	26,9	13,7	5
8	ADH3146	0,20	10	0,5	5	1,9	21,7	19,8	5
9	E357	0,195	10	0,5	2,5	1,3	19,8	21,4	5
10	E357	0,195	10	0,5	5	1,9	23,8	20,2	5
11	E357	0,195	10	0,5	7,5	1,7	19,9	18,0	4
12	E357	0,195	10	0,5	10	1,7	23,1	23,1	3
13	E357	0,195	-	0,5	5	1,9	21,7	16,7	5
14	E357	0,195	-	0,75	5	2,6	19,0	16,6	4
15	E357	0,205	-	1,0	5	2,8	23,6	16,0	3

I alle eksempler 4 til 15 P/(C + S) = 0,125
A/(C + S) = 1,5

P/(C + S) = Fast polymerlatex/(cement + silicarøg)-forhold
A/(C + S) = Aggregat/(cement + silicarøg)-forhold
V/(C + S) = Vand/(cement + silicarøg)-forhold
Neddypning = Neddypning i vand

Procesegenskabskarakterer
1. Ubehandlelig
2. Ringe
3. Gennemsnitlig
4. God
5. Særdeles god

DK 173374 B1

TABEL 4

Eks.	Polymer-latex	P/(C+S)	A/(C+S)	V(C+S)	Fibre vægt-% længde 5 mm	Bøjetrækstyrke MPa						Slagstyrke KJm^{-2}		Porøsitet %
						Tør		Neddypning						
								1 dag		7 dage				
						Trans	Para	Trans	Para	Trans	Para	Trans	Para	
16	E357	0,125	3:2	0,195	0,5	27,7	29,9	26,2	27,5	24,6	24,0	1,9	3,3	8
17	E357	0,125	3:2	0,205	0,5	30,8	30,0	25,8	30,0	27,0	27,2	2,2	3,4	6

A/(C + S) = Aggregat/(cement + silicarøg)-forhold
P/(C + S) = Polymer/(cement + silicarøg)-forhold
V/(C + S) = Vand/(cement + silicarøg)-forhold

Neddypning = Neddypning i vand
Trans = Styrke målt på tværs af ekstruderingsretningen
Para = Styrke målt parallelt af ekstruderingsretningen

DK 173374 B1

TABEL 5

Eks.	V/(C + S)	Bøjetrækstyrke, (dag, tør), MPa				Slagstyrke, (dag, tør), KJm^{-2}	
		Trans (14)	Para (14)	Trans (28)	Para (28)	Trans (1)	Para (1)
18	0,25	16,9 ± 1,5	21,7 ± 2,5	20,0 ± 1,8	23 ± 2,3	2,4 ± 0,4	3,9 ± 0,3
19	0,22	20,1 ± 1,7	21,7 ± 2,1	24,5 ± 0,9	28,0 ± 1,5	1,9 ± 0,3	3,1 ± 0,3

DK 173374 B1

P a t e n t k r a v :

1. Fremgangsmåde til fremstilling af betonbyggematerialer med snittykkelse mindre end eller lig med 15 mm af en cementholdig blanding omfattende (i) aggregat som defineret i beskrivelsen, (ii) en hydraulisk cement og (iii) vand ved en valse og glidermetode udformes til et formgivet ekstrudat, som opdeles til formelementer, der hærdes til byggemateriale, k e n d e t e g n e t ved, at blandingen desuden indeholder forstærkningsfibre med længder på 2,0 - 20 mm i en mængde svarende til 0,25 - 4 vægt-%, beregnet på basis af blandingens totalvægt.

2. Fremgangsmåde til fremstilling af betonbyggematerialer af en cementholdig blanding omfattende (i) aggregat som defineret i beskrivelsen, (ii) en hydraulisk cement og (iii) vand ved en valse og glidermetode udformes til et formgivet ekstrudat, som opdeles til formelementer, der hærdes til byggemateriale, k e n d e t e g n e t ved, at blandingen desuden indeholder en polymerlatex i en mængde svarende til et vægtforhold mellem polymer (beregnet som tørvægt) og cementmateriale i intervallet fra 5/100 til 50/100 samt forstærkningsfibre med længder på 2,0 - 20 mm i en mængde svarende til 0,25 - 4 vægt-%, beregnet på basis af blandingens totalvægt.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at blandingen desuden indeholder et plastificeringsmiddel eller et superplastificeringsmiddel.

4. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at vægtprocenten af forstærk-

ningsfibrene, beregnet på basis af blandingens totalvægt, er fra 0,25 til 1%.

5. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav, kendetegnet ved, at forstærkningsfibrene er polypropylenfibre.

6. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav, kendetegnet ved, at blandingen endvidere omfatter fra 1 til 30 vægt-% silicarøg, beregnet på basis af vægten af cementmateriale i blandingen.

7. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav, kéndetegnet ved, at vægtforholdet aggregat/cementmateriale i blandingen er fra 1/1 til 4/1.

8. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav, kendetegnet ved, at vægtforholdet mellem grov skifer og fint sand i aggregatet er fra 1/1 til 2/1.

9. Fremgangsmåde ifølge krav 1, kendetegnet ved, at vægtforholdet mellem vand og cementmateriale i blandingen er fra 0,15/1 til 0,40/1.

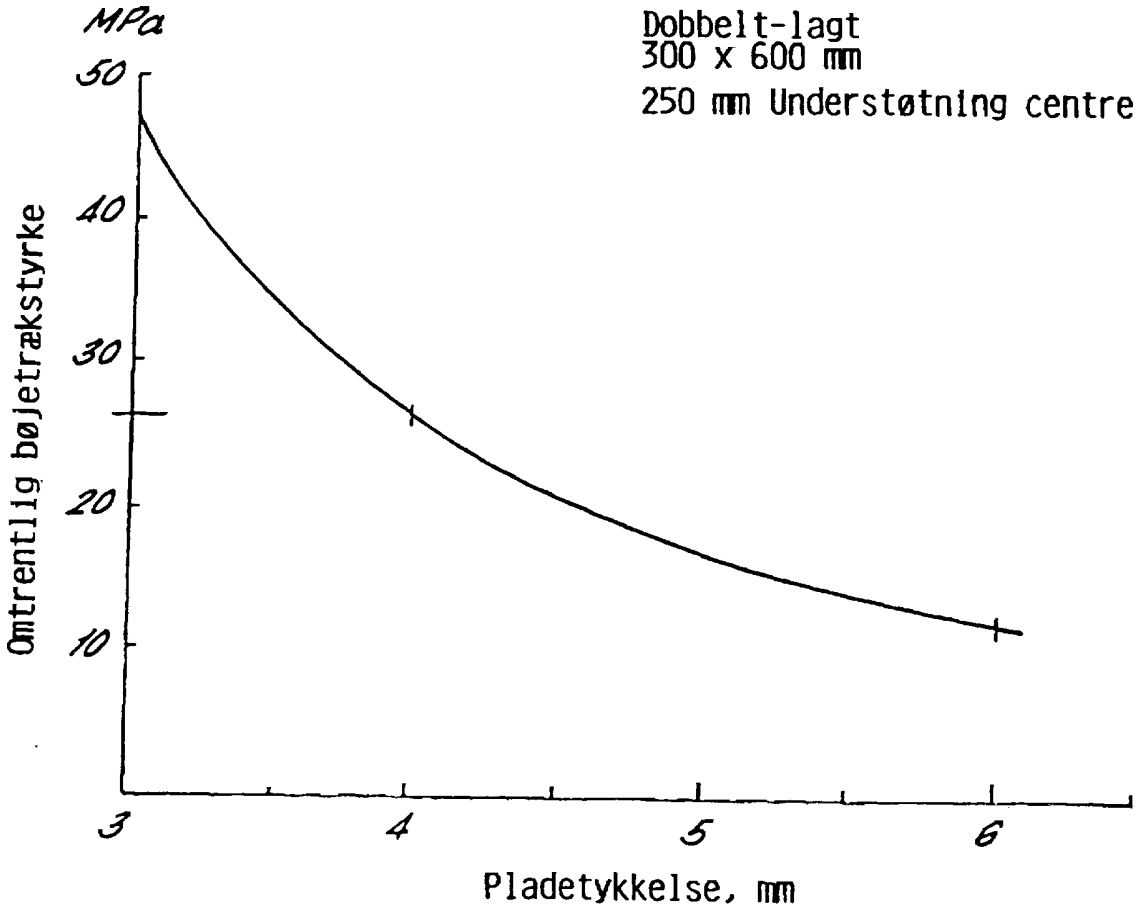
10. Fremgangsmåde ifølge krav 2, kendetegnet ved, at vægtforholdet mellem vand og cementmateriale i blandingen er fra 0,12/1 til 0,25/1.

11. Fremgangsmåde ifølge krav 2, kendetegnet ved, at vægtforholdet mellem polymer (beregnet som tørvægt) og cementmateriale er fra 7/100 til 15/100.

12. Fremgangsmåde ifølge krav 2 eller 9, k e n d e - t e g n e t ved, at vægtforholdet mellem polymer (beregnet som tørvægt) og cementmateriale er ca. 12,5/100.

13. Formgenstande fremstillet ved ekstrudering af beton eller mørtel ved fremgangsmåden ifølge krav 1 og med en tværslagstyrke på mindst 1,5 KJm^{-2}.

14. Formgenstande fremstillet ved ekstrudering af beton eller mørtel ved fremgangsmåden ifølge krav 2 med en tværslagstyrke på mindst 1,6 KJm^{-2} og en brudmodelus (MOR) på mindst 20 MPa.


MPa
50
40
30
20
10
Omtrentlig bøjetrækstyrke
Dobbelt-lagt
300 x 600 mm
250 mm Understøtning centre
3
4
5
6
Pladetykkelse, mm