

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGESESSKRIFT (11) 149428 B



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

(21) Patentansøgning nr.: 3472/81

(22) Indleveringsdag: 04 aug 1981

(41) Alm. tilgængelig: 01 mar 1982

(44) Fremlagt: 09 jun 1986

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 29 aug 1980 DK 3679/80 03 dec 1980 DK 3670/81

(51) Int.Cl.⁴: C 04 B 28/02

C 04 B 14/10

C 04 B 20/00

(71) Ansøger: *DANSK ETERNIT-FABRIK A/S; Aalborg, DK.

(72) Opfinder: Niels *Bach; DK, Jens Christian *Frost; DK, Bent *Tram; DK, Helle *Larsen; DK.

(74) Fuldmægtig: F. L. Smidth & Co. A/S

(54) Fremgangsmåde til fremstilling af fiberforstærkede formgenstande

(57) Sammendrag:

3472-81

Ved en fremgangsmåde til fremstilling af fiberforstærkede formgenstande med en grundmasse af hårdet uorganisk bindemiddel (f.eks. portland cement), ved hvilken der fremstilles en vandig pulp af forstærknings- og retentionsfibre, hvorpå der fremstilles en vandig opslæmning af hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler, forstærknings- og retentionsfibre ved at suspendere hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler i pulpen, hvorefter den vandige opslæmning afvandes, hvorefter det afvandede produkt hærdes, fordeles kolloide hydrofile uorganiske partikler (f.eks. kolloide silica- og lerpartikler) i pulpen for at tilvejebringe forbedret fiberfordeling i opslæmningen, forbedrede afvandingssegenskaber i opslæmningen og forbedret styrke i det hærdede produkt.

DK 149428 B

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til fremstilling af fiberforstærkede formgenstande med en grundmasse af hærdet uorganisk bindemiddel, ved hvilken der først fremstilles en vandig pulp af forstærkningsfibre og retentionsfibre indeholdende et fiberdispergeringsmiddel, hvorefter der fremstilles en vandig opslæmning af forstærkningsfibre, retentionsfibre, hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler og eventuelt andre additiver, indeholdende mere vand end nødvendigt for at sikre hydratisering af det uorganiske bindemiddel ved suspendering af de hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler og eventuelt andre additiver i den vandige pulp, eventuelt under yderligere tilsætning af vand, hvorpå der fremstilles grønne formgenstande ved afvanding af opslæmningen, hvorefter de grønne formgenstande hærdes.

Anvendelsen af en række forskellige fibre ved fremstillingen af fiberforstærkede formgenstande, som f.eks. plader til anvendelse som byggematerialer, er kendt. Et af de vigtigste eksempler på produkter af denne type er asbest-cementprodukter.

De mest anvendte metoder til fremstilling af sådanne produkter er Hatschek- og Magnanimetoden.

Fælles for disse to metoder og andre mindre hyppigt anvendte metoder såsom Head Box metoden og Fourdrinier metoden er, at de omfatter de tre ovenfor nævnte trin: Først fremstilles en vandig opslæmning af cementpartikler og asbestfibre, derpå fremstilles grønne formgenstande ved afvanding ved frasuugning af overskydende vand, og derefter hærdes de grønne formgenstande til de færdige produkter, f.eks. ved varmhærdning, autoklaving eller ved stuetemperatur.

Ved Magnanimetoden arbejder man med en opslæmning med et relativt lavt vægtforhold mellem vand og tørstof (i det følgende betegnet "v/t forhold"), sædvanligvis af størrelsesordenen 1-2. Denne ret tykke opslæmning anbringes direkte på en endeløs filterdug, og plader af ønsket form fremstilles ved afvanding tilvejebragt ved kombineret sugning og komprimering.

Ved Hatschekmetoden fremstilles en vandig udgangsopslæmning med et v/t forhold på ca. 2. Herefter fortyndes opslæmningen ved tilsætning af en vandmængde svarende til ca. 5-10 gange udgangsopslæmningens volumen. Den færdige opslæmning indføres i en Hatschekmaskine, hvor det faste materiale optages fra et slambad ved hjælp af en roterende sigtecylin-
5 der, som overfører materialet til en filterdug, der er i konstant bevægelse, hvor materialet yderligere afvandes. Materialet føres derpå som et tyndt lag over på en roterende cylin-
10 der, kaldet formatvalsen. Når tilstrækkeligt mange tynde lag er viklet på formatvalsen, fjernes materialet som grønne plader, der kan formes og komprimeres inden hærdeningen.

Asbestfibre har særlige egenskaber, som gør dem vel-
egnede til disse fremgangsmåder. Ikke alene frembyder de gode
15 forstærkningsegenskaber i det færdige produkt, men de udviser også fremragende egenskaber under pladefremstillingsproces-
serne.

Forskellige begrænsninger i brugen af asbestfibre har imidlertid nødvendiggjort udviklingen af alternative fiber-
20 forstærkede materialer, som kan fremstilles på de maskiner, der anvendes ved fremstillingen af asbestcementprodukter, men som er forstærket med asbestfrie fibre. Forskellige fibre har været foreslået som erstatning for asbestfibre, f.eks. glas-
fibre, stålfibre, og naturlige og syntetiske organiske fibre.
25 Imidlertid har ingen af de forsøg, hvor man har søgt at erstatte asbestfibre med kun én slags fibre af anden type, været fuldstændig vellykkede.

Der opstår ofte betydelige problemer under fremstillingsprocessen, da det har været vanskeligt at tilvejebringe
30 en tilnærmelsesvis homogen fordeling af fibre i opslæmningen; således udviser både glasfibre, cellulosefibre og en række plastfibre en udpræget tilbøjelighed til at klumpe sig sammen i stedet for at fordele sig jævnt i opslæmningen. Tilbøjeligheden til dannelse af klumper vokser især med: Falden-
35 de v/t forhold, stigende fiberkoncentration samt tiltagende fiberlængde og -elasticitet. Ved Hatschekmetoden kan en inhomogen fiberfordeling i den færdige opslæmning vise sig ved dannelse af skyer med højere fiber- og bindemiddelpartikel-

densitet. Disse skyer medfører problemer under overførslen til den roterende sigtecylinder.

Et andet problem optræder under afvandingen, hvor f.eks. glasfibre og de fleste plastfibre ikke er i stand til at tilbageholde bindemiddelpartiklerne, som derfor frasuges sammen med vandfasen. Denne ringe retentionsevne kommer også til udtryk i en inhomogen pladestruktur, som ved Hatschek-metoden kan føre til delaminering af de grønne eller hærdede plader.

Både ved Magnani- og Hatschekmetoden bevirker den dårlige retention endvidere en ringere plasticitet hos de grønne plader, hvilket vanskeliggør en efterfølgende formgivning, og desuden en tilbøjelighed til fugtbevægelser i de grønne plader, der kan føre til dannelse af mikrorevner allerede under hærdeningen.

Endelig kan færdigproduktets kvalitet blive utilfredsstillende. Glasfiberforstærkede cementplader kan således udvise gode begyndelsesstyrker, men grundet kemisk nedbrydning af glasfibrene i den alkaliske grundmasse forringes styrkeegenskaberne ofte katastrofalt på kort tid. Cementplader forstærket med spundne plastfiber, f.eks. af nylon eller polyolefin, udviser ofte ringe styrke, hvilket formentlig skyldes dårlig forankring af fibrene i grundmassen. Inhomogen fiberfordeling kan vise sig ved, at fiberne rager ud gennem pladernes overflade, hvilket medfører nedsat vej- og frostbestandighed.

Det er endvidere blevet foreslået at forbedre opslæmningens egenskaber ved tilsætning af diverse additiver, såsom organiske flokkuleringsmidler, dispergeringsmidler, befugtningsmidler, fortykningsmidler og plastificeringsmidler.

Herved kan visse problemer elimineres, men ofte med den pris, at andre problemer bliver desto mere udtalte.

For eksempel er det muligt at tilvejebringe en bedre bindemiddelretention ved tilsætning af flokkuleringsmidler til opslæmningen. Til gengæld er der risiko for dannelse af fine gennemgående afvandingskanaler i færdigproduktet, hvilket medfører dårligere styrkeegenskaber. F.eks. foreslås det i GB patentansøgning nr. 2 035 286 at anvende en kombination

af findelte silicaholdige materialer med lille partikelstørrelse, fortrinsvis mindre end 10 micron, og et flokkuleringsmiddel som en belægning på glasfibre og i en opslæmning af cementpartikler og glasfibre til fremstilling af glasfiberforstærkede cementbundne produkter med højstyrke.

Tilsætning af organiske fortyknings- og dispergeringsmidler kan påvirke det hydrauliske bindemiddels hærdeevne i uheldig retning, hvorved det bliver nødvendigt at tilsætte hærdningsacceleratorer; men da procesvandet af miljømæssige årsager recirkuleres, er det vanskeligt at holde koncentrationerne af disse additiver på de ønskede værdier.

Sammenligner man asbestfibres egenskaber med de foreslåede erstatningsfibres, ses det, at asbestfibrenes egenskaber er specielle i mindst tre henseender: For det første har asbestfibrene et specifikt overfladeareal, som er langt større end de fleste typer erstatningsfibres. For det andet udviser asbestfibrene langt større variation i størrelse end erstatningsfibrene. For det tredje har asbestfibrene hydrofile egenskaber, som langt overstiger de fleste af de foreslåede erstatningsfibres.

Formentlig spiller alle disse egenskaber en vigtig rolle for den lethed, hvormed man kan fremstille og håndtere de grønne asbestcementplader.

Derfor er det blevet foreslået at erstatte asbestfibrene ikke med én, men med to typer fibre, forstærkningsfibre, der fungerer som forstærkningselementer i den hærdede plade, og retentionsfibre, der typisk er ca. 1/10 så lange som forstærkningsfibrene og fortrinsvis er fibrillerede og har hydrofil karakter.

På grund af retentionsfibrenes store specifikke overflade dannes en gitterstruktur, der sikrer en jævn fordeling af bindemiddelpartiklerne. Under bortsugningen af det overskydende vand ved fremstillingen af de grønne plader fungerer denne gitterværksstruktur som et filter, der dels hindrer, at bindemiddelpartiklerne bortsuges sammen med vandfasen, og dels hindrer, at bindemiddelpartiklerne trækkes bort fra forstærkningsfibrenes overflade. Hydrofile retentionsfibre sikrer endvidere en passende vandretention i de grønne plader.

F.eks. omtaler DE OS 28 19 794 en fremgangsmåde til fremstilling af fiberforstærkede formgenstande med cellulosefibre som retentionsfibre og en særlig type polypropylenfibre som forstærkningsfibre. Ved denne fremgangsmåde foretrækkes
5 det at dispergere fibrene i en del af cementbindemidlets dispersion, og først herefter tilsætte resten af bindemidlet. Ved fremstillingen af en udgangsopslæmning kan der imidlertid ved både Magnani- og Hatschekmetoden opstå problemer grundet
10 dannelsen af klumper. Ved Hatschekmetoden kan der opstå yderligere problemer grundet dannelsen af de ovenfor nævnte skyer i den færdige opslæmning.

I beskrivelsen til dansk patentansøgning nr. 4926/78 foreslås disse problemer løst ved, at man udsætter opslæmningen for en mekanisk forskydningspåvirkning i et snævert
15 område mellem to overflader, der bevæger sig ved høj hastighed i forhold til hinanden. Det omtales videre, at inkorporeringen af et fint fyldstof såsom silicastøv bestående af sfæriske partikler med specifikt overfladeareal på ca. $25\text{m}^2/\text{g}$ i opslæmningen forbedrer dennes forarbejdelighed.

20 Da behandlingen med mekanisk forskydning er en energikrævende ekstra arbejds gang, som forårsager stærkt slid, og da tilsætningen af det fine silicastøv ofte forårsager filtreringsproblemer ved Magnanimetoden og dårlig retention ved Hatschekmetoden, er det ønskeligt at finde andre løsninger på
25 problemet med dannelsen af klumper.

I Europapatentansøgning nr. 0 012 546 foreslås tilsætning af ball-clay til en opslæmning af cementpartikler, forstærknings- og retentionsfibre som et middel til reduktion af krympning af de grønne plader under cementens hærkning.

30 Endelig er det fra belgisk patentskrift nr. 855729, eks. 7, og fra beskrivelsen til fransk patentansøgning nr. 2387920, kendt at udføre en forbehandling af de polymerfibre og retentionsfibre, som skal indgå i en afvandet cementmatrix sammen med en papir- eller cellulosepulp. Fra beskrivelsen
35 til den danske patentansøgning nr. 551/80 er det kendt at udføre denne forbehandling af nævnte polymer- og retentionsfibre med en vandig opslæmning af uorganiske kolloider, som udfældes i opslæmningen. Først herefter blandes cementen i

opslæmningen, som formes under afvanding, f.eks. på en Hatschekmaskine.

Det grundliggende problem med på enkel måde at undgå dannelse af fiberklumper i opslæmningen og tilvejebringe en opslæmning med fremragende afvandingsegenskaber står imidlertid stadig tilbage at løse.

Fra beskrivelsen til dansk patentansøgning nr. 2685/80, der har prioritet fra den 11. februar 1980, og som blev almindelig tilgængelig den 12. august 1981, kendes en fremgangsmåde til fremstilling af fiberarmerede cementplader ved Hatschekmetoden. Disse plader er armeret med bomuldsretentionsfibre og forstærkningsfibre af polyethylen og indeholder desuden ler, såsom betonit, og/eller kolloid silica. Ved denne fremgangsmåde dispergeres bomulds- og polyethylenfibre i vand ved hydropulping, og derpå tilsættes cementen og leret og/eller den kolloide silica.

Det har nu overraskende vist sig, at ovennævnte problem kan løses ved en modificeret fremstilling af opslæmningen.

Den foreliggende opfindelse angår således en fremgangsmåde til fremstilling af fiberforstærkede formgenstande med en grundmasse af hærdet uorganisk bindemiddel, ved hvilken der først fremstilles en vandig pulp af forstærkningsfibre og retentionsfibre indeholdende et fiberdispergeringsmiddel, hvorefter der fremstilles en vandig opslæmning af forstærkningsfibre, retentionsfibre, hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler og eventuelt andre additiver, indeholdende mere vand end nødvendigt for at sikre hydratisering af det uorganiske bindemiddel ved suspendering af de hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler og eventuelt andre additiver i den vandige pulp, eventuelt under yderligere tilsætning af vand, hvorpå der fremstilles grønne formgenstande ved afvanding af opslæmningen, hvorefter de grønne formgenstande hærdes, hvilken fremgangsmåde er ejendommelig ved, at der som fiberdispergeringsmiddel anvendes mindst 0,5 vægtprocent kolloide raffinerede nåle- eller pladeformede lerpartikler med et specifikt overfladeareal større end $75\text{m}^2/\text{g}$ og en tykkelse på ca. 0,012 micron og/eller mindst 4 vægtprocent kolloide

partikler af naturligt ler med et overfladeareal på mindst $25\text{m}^2/\text{g}$, hvilke kolloide partikler af naturligt ler tilsættes som en vandig opslæmning, idet vægtprocent er angivet som tørstof pr. total mængde tørstof i blandingen.

5 På tale som hydrauliske, uorganiske bindemidler kommer: Portlandcement, aluminiumoxidcement, cementtyper indeholdende granuleret højovnsslagge, såsom slaggecement, Portlandhøjovns cement og supersulfateret cement, puzzolancement indeholdende en af de nævnte cementtyper
10 og/eller kalk og naturlige eller kunstige puzzolaner såsom kieselsgur, trass, santorinjord, flyveaske og det førnævnte silicastøv.

På tale som retentionsfibre kommer: Formalede cellulosefibre eller syntetiske organiske fibre, såsom polyethylen-
15 eller polypropylenfibre med høj fibrilleringsgrad, såsom Pulpex fra Solvay et Cie. S. A., Ferlosa fra Montedison, Carifil fra Shell Chemicals og FPE fra Schwarzwälder Textilwerke, fortrinsvis cellulosefibre med en finhed på $20-60^\circ \text{SR}$ i koncentrationer på 0,2-8%, fortrinsvis på 3-8% ved Hatschekmetoden og 0,25-4% ved Magnanimetoden, (i begge tilfælde
20 vægtprocent af samlet tørstof).

På tale som forstærkningsfibre kommer: Naturlige og syntetiske organiske eller uorganiske fibre i koncentrationer svarende til 0,2-8% (vægtprocent af tørstof i den vandige opslæmning).
25

Foretrukne naturlige organiske forstærkningsfibre er cellulosefibre, såsom kraftcellulose, hampcellulose, abacacellulose og bomuldsellulose. Foretrukne syntetiske organiske forstærkningsfibre er polyamid-, polyester- og polyolefinfibre, især nylon 6, nylon 11, polyethylen- og polypropylenfibre, især afskårne, fibrillerede polypropylenfibre med trækstyrke på mindst 4000 kp/cm^2 og brudforlængelse på
30 højst 8%, opskårne i længder på ca. 12 mm.

Foretrukne uorganiske forstærkningsfibre er glasfibre og stenuldsfibre.
35

Foretrukne forstærkningsfibre er cellulosefibre i koncentrationer på 1-7% og de ovennævnte polypropylenfibre i

koncentrationer på 0,2-4% (begge vægtprocent af tørstof).

Ved en foretrukken udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen anvendes foruden ovennævnte kolloide lerpartikler hydrofile silicapartikler med et specifikt overfladeareal større end $100\text{m}^2/\text{g}$ og en middelpartikeldiameter på ca. 0,012 micron suspenderet i pulpens vandfase.

Foretrukne raffinerede nåle- eller pladeformede lerpartikler er Attagel^R, et raffineret attapulgis lerprodukt fra Engelhard A.G.

De kolloide lerpartikler, der er fremstillet ved suspendering af naturligt ler i vand, anvendes som vandige opslæmninger af sedimentære lertyper, især ikke-kaolinitiske lertyper, fortrinsvis indeholdende et lerdispergeringsmiddel, såsom natrium hexametaphosfat, natriumpyrophosfat, vandglas, natrium- og kaliumhydroxid og -carbonat, og med et tørstofindhold på ca 40 vægtprocent.

Foretrukne hydrofile silicapartikler er kommercielt tilgængelige silica-soler såsom Ludox^R, fra du Pont, Syton^R fra Monsanto Co., Nalcoag^R fra Nalco Chem. Co., og Nyacol^R fra Nyanza Inc., og silicapulvere med lav rumvægt og som findelte geler såsom Cab-O-Sil^R fra Cabot Corp., Syloid^R fra Davison Div., Grace Co., Santocel^R fra Monsanto Co., Vaylar^R fra PPG Industries, Aerosil^R fra Degussa Inc., og Quso^R fra Philadelphia Quartz Co.

Såfremt der med anvendes hydrofile silicapartikler, tilsættes disse i mængder på 0,5 til 8 vægtprocent, og de raffinerede nåle- eller pladeformede lerpartikler tilsættes fortrinsvis i mængder på 0,5 til 2,5 vægtprocent og (eller) de kolloide lerpartikler med et overfladeareal på mindst $25\text{m}^2/\text{g}$ i form af en vandig opslæmning dannet ved suspension fortrinsvis i mængder på 4 til 20 vægtprocent, i alle tilfælde beregnet som mængden af tørstof i forhold til den totale mængde af tørstof.

De ifølge opfindelsen anvendte kolloide lerpartikler formodes at fungere som uorganiske dispergeringsmidler for fibre. Det har vist sig, at to-trins fremstillingen af opslæmningen, med suspendering af de kolloide lerpartikler,

herefter også benævnt "det kolloide dispergeringsmiddel", i
fiberpulpens vandfase (d.v.s. fremstilling og anvendelse af
en vandig kolloid opløsning som vandfase i fiberpulpen) i det
første trin er essentiel for opnåelse af en tilfredsstillende
5 fiberfordeling i den i næste trin fremstillede opslæmning.

Rækkefølgen for sammenblandingen af komponenterne,
d.v.s. vand, retentions- og forstærkningsfibre samt kolloide
lerpartikler, i den pulp, der fremstilles i første trin af
fremstillingen af den vandige opslæmning, er ikke kritisk.
10 Derimod er effektiv fordeling af de kolloide partikler i
vandfasen og grundig sammenblanding af fibre og den vandige
kolloide opløsning vigtige.

Ved en foretrukken udførelsesform for opfindelsen
fremstilles den vandige pulp af forstærknings- og retentions-
15 fibre indeholdende kolloide lerpartikler suspenderet i vand-
fasen på følgende måde: Der fremstilles en pulp af reten-
tions- og forstærkningsfibre i vand, herefter tilsættes de
kolloide lerpartikler til pulpen, derefter suspenderes de i
vandfasen ved omrøring af pulpen, og til slut iblandes even-
20 tuelt yderligere forstærkningsfibre i pulpen. De kolloide
raffinerede lerpartikler kan tilsættes og suspenderes i vand-
fasen som et tørt pulver eller som en vandig suspension. De
naturlige kolloide lerpartikler tilsættes som vandig opslæm-
ning.

25 I visse tilfælde kan det være ønskeligt at forbedre
den færdige opslæmnings afvandingssegenskaber.

Dette kan opnås ved anvendelse af aflange uorganiske
partikler med et længde/diameter forhold større end 3, for-
trinsvis større end 10, og en diameter mindre end 0,1 mm,
30 fortrinsvis stenuldsfibre eller nåleformede krystaller af
Wollastonit som additiv ved fremstillingen af den vandige op-
slæmning.

Herved opnås betydeligt forbedrede filtreringsegen-
skaber uden det styrketab, der følger med tilsætning af flok-
35 kuleringsmidler.

På tale som additiver tilsat ved fremstillingen af den
vandige opslæmning kommer endvidere f.eks. kendte fyldstof-
fer, farvestoffer, afbindings- og hærdningsregulatorer og
vandtætningsmidler.

Når de grønne formgenstande fremstilles ved Magnanimetoden, kan den vandige opslæmning, hvis vand/tørstofforhold er ca. 1, anvendes umiddelbart i Magnanimaskinen. På grund af en stærkt forbedret fiberfordeling konstateres forbedrede retentionsegenskaber hos retentionsfibrene. Endvidere kommer opslæmningens fortrinlige egenskaber med hensyn til at fordele, bære og understøtte fibrene, i særdeleshed forstærkningsfibrene, til udtryk ved fin overfladekarakter og gode styrkeegenskaber ved færdigproduktet.

Ved anvendelse af Hatschekmetoden fortyndes den vandige udgangsopslæmning, hvis vand/tørstof forhold er ca. 2, ca. 5-10 gange med vand. Grundet den forbedrede fordeling af fibrene, i særdeleshed af forstærkningsfibrene, viser opslæmningens forbedrede homogenitet sig ved gode driftskaraktistika under optagelsesprocessen på sigtecylinderen, under afvandingsprocessen og ved opviklingen på formatvalsen, hvilket resulterer i et fremragende færdigprodukt.

I det følgende illustreres opfindelsen nærmere ved en række eksempler.

Der anvendes nedenstående materialer i eksemplerne:

Hydrauliske uorganiske
bindemidler.

	Portlandcement	: Type I, specifik overflade (Blaine) ca. 3300 cm ² /g.
25	L.A. cement	: Portlandcement med lavt alkali indhold, specifik overflade (Blaine) ca. 3000 cm ² /g.
	E. cement	: En speciel grov Portlandcement, specifik overflade (Blaine) ca. 2600 cm ² /g.
30	<u>Puzzolan additiver.</u>	
	Silicastøv	: Fint filterstøv fra elektrotermisk produktion af Si, SiO ₂ : Indhold: 80-95%, specifik overflade: ca. 25 cm ² /g, middelpartikkeldiameter: ca. 0,1 micron.
35	Flyveaske	: Flyveaske fra kraftværk, specifik overflade: ca. 3500 cm ² /g.

- Fyldstof.
 ASP 400 : Vandig aluminiumsilicat, flade plader, middelpartikkelstørrelse: ca. 5 micron.
- 5 Retentionsfibre.
 BO cellulose : Blegede cellulosefibre (Betula) med en formalingsgrad på ca. 20° SR, længde: ca. 1,3 mm, diameter: ca. 30 micron.
- 10 EO cellulose : Blegede cellulosefibre (Myrtaceae) med en formalingsgrad på ca. 20° SR, længde: ca. 1,0 mm, diameter: ca. 20 micron.
- Forstærkningsfibre.
- 15 AO cellulose : Cellulosefibre (Pinus) (Kraft-cellulose), længde: kortere end 4 mm, diameter: ca. 35 micron. Disse fibre indeholder en finfraktion, der virker som retentionsfibre.
- 20 Abaca : Cellulosefibre (Musa), længde: ca. 6 mm, diameter: ca. 30 micron.
- Bomuld : Afskårne cellulosefibre (Gossypium), længde: ca. 10 mm, diameter: ca. 10-20 micron. Disse fibre indeholder en finfraktion, der virker som retentionsfibre.
- 25 CEMFIL : Bundter af alkaliresistente glasfibre fra Fiberglass Ltd., længde ca. 12 mm, filamentdiameter ca. 10 micron.
- 30 Polypropylen : Fibre fremstillet som beskrevet i eksempel 10.

Kolloide dispergerings-
midler.

- | | | |
|----|--|---|
| 5 | Attagel ^R 150 | : Kommercielt tilgængeligt kolloidt, nåleformet attapulglersprodukt, med specifik overflade: 210 m ² /g. |
| 10 | Lerslam Rørdal og Danmark | : Kolloide vandige opslæmninger fremstillet af uraffinerede sedimentære morænelertyper, specifik overflade: 25 m ² /g, tørstofindhold: 40 vægtprocent. |
| 15 | Aerosil ^R 200 | : Kommercielt tilgængeligt alkalistabiliseret kolloidt silica, specifik overflade 200 m ² /g, middelpartikeldiameter: 0,012 micron. |
| 20 | Ludox ^R HS40 | : Alkalistabiliseret silica-sol, silicaindhold: 40%, specifik overflade: 220-235 m ² /g, middelpartikeldiameter 0,014 micron. |
| 25 | <u>Filtreringshjælpemidler.</u>
NYAD ^R G | : Nåleformede krystaller af Wollastonit, længde: ca. 22 micron, længde/diameterforhold: 5-15. |
| | Stenuldsfibre | : Kommercielt tilgængelige stenuldsfibre (fra Conrock), længde: ca. 0,75 mm, diameter: 5 micron. |

Fiberforstærkede plader blev fremstillet ved laboratorieforsøg, på en Magnanimaskine i fuld industriel skala, og på en Hatschekmaskine i fuld industriel skala.

Laboratorieforsøg:Fremstillingsprocedure A.

Pulpfremstilling: Der fremstilledes en opløsning af 3,4 g

Ca(OH)₂ og 5,1 g Ca SO₄, 2H₂O i 1700 ml deioniseret

5 vand. Opløsningen indførtes i et British Pulp Evaluation Apparat. Ca. 80 g retentions- og forstærkningsfibre, bortset fra polypropylenfibre, tilsattes opløsningen, og blandingen pulpedes i 15 minutter ved 3000 omdr/min. Derpå tilsattes evt. ca. 4 g polypropylenfibre, og den resulterende blanding

10 pulpedes i 2,5 min.

Fremstilling af opslæmning: Den resulterende fiberpulp overførtes til et kar og en opslæmning fremstilledes ved tilsætning af hydraulisk uorganisk bindemiddel og eventuelt puzzolanske og andre additiver til den omrørte pulp (285 omdr/min)

15 i en mængde svarende til ialt 1700 g tørstof. Opslæmningen omrørtes 3 min.

Fremstilling af grønne plader: En del af opslæmningen, svarende til 140 g tørstof, presses til grønne plader i en Johns-Manville pladepresse ved 15 kp/cm² i 60 sek.

20 Fremstilling af hærdede plader: De grønne plader hærdes til hærdede plader på følgende måde: De grønne plader anbragtes på en glasplade og opbevarede i en fugtighedskasse i 24 timer, relativ fugtighed: ca. 95%, temperatur 25°C. Derefter nedsænktes pladerne i vand i 6 x 24 timer, temperatur: 25°C.

25 Denne fremgangsmåde anvendtes ved fremstillingen af en opslæmning med et vægtforhold vand/samlet tørstofmængde svarende til ca. 1, hvilket svarede til forholdet ved Magnanimetoden. Egenskaberne hos en Hatschekopslæmning med et tilsvarende forhold lig med ca. 10, blev undersøgt ved anvendelse af følgende procedure:

30

Fremstillingsprocedure B.

Pulpfremstilling: En pulp, indeholdende ca. 20 g fibre i 2000 ml af den ovenfor nævnte opløsning, fremstilledes som beskrevet i fremstillingsprocedure A.

35 Fremstilling af opslæmning: Fiberpulpen overførtes til karret i en Diaf Mixer, og en yderligere mængde af den ovenfor nævnte opløsning tilsattes op til et totalt vandvolumen, svarende til 5000 ml. Den resulterende blanding omrørtes ved 4000

omdr/min, og en opslæmning fremstilledes ved tilsætning af hydraulisk bindemiddel og eventuelt puzzolanske og andre additiver til den omrørte pulp i en mængde, svarende til 500 g samlet tørstof. Opslæmningen omrørtes i 6 min.

- 5 Fremstilling af grønne plader: Portioner af 1300 ml opslæmning afvandedes i et filtreringsapparat, sugetryk 200 mm hg. De resulterende filterkager pressedes til grønne plader i en Johns-Manville pladepresse ved 15 kp/cm² i 60 sek.

- 10 Fremstilling af hærdede plader: Som beskrevet i fremstillingsprocedure A.

Der blev fremstillet en række produkter ifølge opfindelsen (forsøgstype O) og en række til sammenligning (forsøgstype S).

- 15 Når der blev fremstillet produkter ifølge opfindelsen, skete tilsætningen af det kolloide dispergeringsmiddel i pulpfremstillingsfasen før tilsætningen af polypropylenfibre, og pulpen omrørtes i 2,5 min. efter tilsætning af kolloidt dispergeringsmiddel.

- 20 Opslæmningens og de hærdede pladers fysiske egenskaber blev målt og bestemt som beskrevet nedenfor:

Afprøvningsprocedure:

- 25 Filtreringstid: Opslæmning fremstillet i henhold til fremstillingsprocedure A. En mængde opslæmning svarende til 180 g tørstof afvandedes i et filtreringsapparat ved et sugetryk svarende til 200 mm Hg. Et pludseligt fald i sugetryk indikerer afslutningen af filtreringsperioden. Filtreringstiden defineres som den tid, der går, fra sugningen startes, til trykket falder.

- 30 Opslæmning fremstillet i henhold til fremstillingsprocedure B: Samme fremgangsmåde som ovenfor, men med anvendelse af 1300 ml opslæmning.

- 35 Tørstoftab: Partikelretentionsegenskaberne hos den opslæmning, der fremstilledes i henhold til fremstillingsprocedure B, blev målt på følgende måde: 3 opslæmningsportioner a 440 g afvandedes i et filtreringsapparat forsynet med en 40 mesh sigte, sugetryk: 30 mm Hg. Tørstofindholdet i filtratet frafiltreredes filtratet, og vægten af det frafiltrerede materiale blev bestemt. Tørstoftab defineres som forholdet mellem

tørstofmængde i filtratet og den samlede tørstofmængde, udtrykt i vægtprocent.

Opslæmningens karakter: Fibrenes tilbøjelighed til at klumpe sig sammen i opslæmningen fremstillet i henhold til fremstillingsprocedure A bestemtes manuelt ved at gnide opslæmningen mellem fingrene. Opslæmningens egenskaber fik følgende karakterer:

"1": Lind opslæmning uden klumper. "2": Små klumper til stede. "3": Store klumper til stede.

BT-max tør og våd, 7 dage: De hærdede plader underkastedes bøjningsprøveforsøg, hvorunder prøvernes krumning bestemtes som en funktion af belastningen. Der anvendtes en ZWICK 1474 afprøvningsmaskine med 4-punkts belastning med 190 mm mellem understøtningerne og en 35 mm momentarm. Der blev registreret kraft-/deformationskurver. BT-max angiver den maksimale trækspænding ved bøjning ved maksimal belastning. Efterstillet "våd" angiver, at pladerne blev taget direkte fra hærdningsfasen, og "tør", at de friske hærdede plader blev tørret i 48 timer ved 110°C, før de udsattes for bøjningsprøve.

Eksempel 1.

Sammenligning mellem plader fremstillet ifølge opfindelsen og plader fremstillet ifølge den kendte teknik. (Fremstillingsprocedure A).

Der blev gennemført 5 forsøgsrækker med fremstilling af plader ifølge fremstillingsprocedure A.

I forsøg 1 og 3 fremstilledes pladerne uden tilsætning af noget kolloidt dispergeringsmiddel.

I forsøg 2 og 4-5 tilsattes kolloide dispergeringsmidler til fiberpulpen ifølge opfindelsen, som beskrevet ovenfor.

Sammensætninger og afprøvningsresultater fremgår af tabel I.

Det fremgår tydeligt, at pladerne, fremstillet ifølge opfindelsen, udviser bedre egenskaber end pladerne, fremstillet til sammenligning.

Pladefremstillingen i forsøg 3 var yderst vanskelig,

idet fibrene var ekstremt tilbøjelige til at klumpe sig sammen. Derfor var det nødvendigt at arbejde ved et temmelig højt v/t forhold. Disse problemer dukkede overhovedet ikke op i forsøg 4 og 5.

5

Eksempel 2.

Pladefremstilling ifølge opfindelsen.

Der fremstilles en plade ifølge fremstillingsprocedure A indbefattende tilsætning af NYAD G til opslæmningen.

10 Sammensætning og forsøgsresultatet fremgår af tabel II.

Eksempel 3.

Virkning af tilsætning af kolloidt dispergeringsmiddel til 15 fiberpulpen sammenlignet med tilsætning af samme materiale til opslæmningen.

Der blev gennemført 4 forsøgsrækker med pladefremstilling ifølge fremstillingsprocedure A.

20 I to rækker (eksempel 7 og 9) tilsattes det kolloide dispergeringsmiddel til fiberpulpen som en vandig opslæmning, d.v.s. ifølge opfindelsen. I de andre to rækker (eksempel 8 og 10) tilsattes det kolloide dispergeringsmiddel ikke ifølge opfindelsen, d.v.s. ikke til fiberpulpen, men til opslæmningen.

25 Sammensætninger og afprøvningsresultater fremgår af tabel III.

Det er åbenbart, at rækkefølgen for blandingen af komponenterne er essentiel for tilvejebringelsen af gode produktenskaber.

30

Eksempel 4.

Pladefremstilling ifølge opfindelsen.

Der blev gennemført 12 forsøgsrækker med pladefremstilling ifølge fremstillingsprocedure A med forskellige kombinationer af kolloidt dispergeringsmiddel tilsat til fiberpulpen. Forsøg 23-26 viser virkningen af ikke at inkludere noget kolloidt dispergeringsmiddel.

35

Sammensætninger og forsøgsresultater fremgår af tabel IV.

Det fremgår tydeligt, at pladerne fremstillet ifølge opfindelsen, er af overlegen kvalitet.

Eksempel 5.

5 Pladefremstilling ifølge opfindelsen.

To forsøgsrækker gennemførtes med pladefremstilling ifølge fremstillingsprocedure A. I begge rækker tilsattes 20 vægtprocent (på tør basis) lerslam Rørdal til fiberpulpen ifølge opfindelsen, men i forsøg 28 tilsattes slammen 0,025 vægtprocent af en stærkt kationisk polyacrylamid polyelektrolyt "X1" fra Floerger S.A. som flokkuleringsmiddel.

10 Sammensætninger og afprøvningsresultater fremgår af tabel V.

15 Eksempel 6.

Virkning af tilsætning af fint silicastøv.

Det hører til den kendte teknik at tilsætte opslæmningen fint silicastøv, dvs. silicastøv som defineret ovenfor. Den grundliggende forskel mellem silicastøv og de kolloide hydrofile uorganiske partikler ifølge opfindelsen blev illustreret gennem de følgende forsøg med pladefremstilling ifølge fremgangsprocedure A.

I det første forsøg, forsøg nr. 29, iblandedes fiberpulpen 2 vægtprocent silicastøv, i det andet forsøg, nr. 30, iblandedes fiberpulpen 2 vægtprocent Attagel 150, i det tredje forsøg, nr. 31, iblandedes fiberpulpen 2 vægtprocent Attagel 150 og opslæmningen tilsattes 2 vægtprocent silicastøv, og i det fjerde forsøg, nr. 32, tilsattes hverken silicastøv eller Attagel 150 til pulp eller opslæmning.

30 Sammensætninger og afprøvningsresultater fremgår af tabel VI.

Resultaterne viser, at tilsætning af silicastøv til pulpen ikke forhindrer klumpdannelse i opslæmningen, sådan som Attagel 150 gør det. Sammenligning mellem forsøg 29 og 32 viser en lille stigning i BT-max, tør ved tilsætning af silicastøv, hvilken kan forklares ved silicastøvet fremragende puzzolanske aktivitet.

Det er indlysende, at produkterne fremstillet ifølge opfindelsen er af overlegen kvalitet med hensyn til styrkeegenskaber. Ligeledes har produkterne, fremstillet ifølge opfindelsen, bedre overfladekarakter, fordi pladerne fremstillet i forsøg 30 og 31 har en glat overflade, mens der ved pladerne, fremstillet i forsøg 29 og 32, rager fibre op gennem overfladen.

Pladerne fremstillet i forsøg 30 foretrakkes frem for pladerne fremstillet i forsøg 31, fordi tilsætning af en lille mængde silicastøv, endog mindre end 1 vægtprocent, forårsager en uønsket mørkfærvning af pladerne.

Eksempel 7.

Sammenligning mellem plader fremstillet ifølge opfindelsen og plader fremstillet ifølge den kendte teknik. (Fremstillingsprocedure B).

Der blev gennemført 12 forsøgsrækker med pladefremstilling ifølge fremstillingsprocedure B.

BO cellulosefibrene havde en formalingsgrad på ca. 58° SR efter pulpning.

I tre forsøg (forsøg 33, 39 og 43) fremstilledes plader uden tilsætning af noget kolloidt dispergeringsmiddel.

I andre forsøg tilsattes fiberpulpen kolloidt dispergeringsmiddel som ovenfor beskrevet. Forsøg 38 og 42 illustrerer virkningen af tilsætning af NYAD G og stenuldsfibre til opslæmningen.

Sammensætninger og forsøgsresultater fremgår af tabel VII.

Resultaterne viser, at der opnås en betydelig stigning i pladernes styrke ved tilsætningen af kolloidt dispergeringsmiddel til fiberpulpen.

Den foretrukne filtreringstid er på under 300 sek., og et tørstoftab på ca. 10% er acceptabelt ved den omtalte fremstillingsprocedure.

Forsøg 41-42 viser effektiviteten af NYAD G som filtreringsforbedrende hjælpemiddel.

Eksempel 8.Forsøg på en Magnanimaskine i fuld målestok.

146 kg AO cellulose og 122 kg BO cellulose pulpedes med 6500 l vand i 40 min. i en 13 m³ Black Clawson pulper. Derefter tilsattes 24 kg polypropylenfibre, og pulpen pulpedes i 5 min. Derpå tilsattes 122 kg attagel 150, hvorefter blandingen pulpedes i 10 min. Til sidst tilsattes et kvantum lerslam Rørdal svarende til 974 kg tørt materiale, og pulpen pulpedes i 5 min.

Pulpen overførtes til et 4 m³ F. L. Smidth røreværk, og Portlandcement, NYAD G og Wollastonit FW200 (Wollastonit-partikler med middellængde på ca. 20 micron, længde/diameter forhold på ca. 3 fra Pargas Kalk AB) tilsattes i kvanta svarende til 80 kg Portlandcement, 10,2 kg NYAD G og 6,8 kg Wollastonit FW200 pr. 107 kg pulp. Den resulterende opslæmning omrørtes i 15 min. Derpå pumpedes opslæmningen ind i en Magnanimaskine, hvor den afvandedes til bølgeplader.

Pladerne opstabledes og førtes gennem en hårdekanal, hvor de hærdes af den varme, der udvikledes ved cementens hydratisering. Opholdstiden i hårdekanalen var ca. 7 timer. Efter ca. 4 timer nåedes en temperatur på 100°C. De hærdede plader fjernedes fra formene og lagredes ved 25°C i 7 dage.

Afprøvning.

Pladernes BT-max måltet stort set, som ovenfor beskrevet, men med 3-punkts belastning.
BT-max l (med brud parallelt med bølgerne) 8,1 MPa.
BT-max t (med brud vinkelret på bølgerne) 9,3 MPa.
Rumvægt: 1,45 g/cm³.

30 Eksempel 9.Forsøg på en Hatschekmaskine i fuld målestok.Forsøg H1.

86 kg abaca cellulose pulpedes i 30 min. med 2500 l vand i en 3 m³ Solvo pulper. 138 kg BO cellulose pulpedes i 10 min. med 4000 l vand i en 7 m³ solvo pulper. Den resulterende BO cellulosepulp havde en finhed på 50° SR. De to pulpe overførtes til en 7 m³ solvo pulper og 68 kg Attagel

150 iblandedes pulpen. Blandetid: 5 min. Derpå tilsattes et kvantum lerslam Rørdal svarende til 512 kg tørstof, 171 kg stenuldsfibre og 17 kg polypropylenfibre, og blandingen blandedes i 10 min.

- 5 3383 kg af den resulterende pulp blandedes med 994 kg E. cement til en udgangs Hatschekopslæmning med et v/t forhold, d.v.s. vand i forhold til samlet tørstofmængde, svarende til ca. 2,1.

- 10 Udgangsopslæmningen fortyndedes med vand, så man fik et v/t forhold svarende til ca. 10, og forarbejdedes til plane plader på kendt vis i en Hatschekmaskine. Pladerne pressedes ved 125 kp/cm^2 i 20 min, og de pressede plader hærdes og lagredes i 28 dage, som beskrevet i eksempel 8.
- Afprøvning.

- 15 Der målttes 2 værdier for pladernes T-max, som beskrevet i forbindelse med laboratorieforsøgene.

BT-max 1 (med brud parallelt med filterdugens retning).

BT-max t (med brud vinkelret på filterdugens retning).

- 20 Sammensætning og afprøvningsresultater fremgår af tabel VIII.

Forsøg H2-H5.

Der fremstilledes fire andre pladetyper, som beskrevet ovenfor.

- 25 Sammensætninger og afprøvningsresultater fremgår af tabel VIII.

Eksempel 10.

Fremstilling af de i eksempel 1-9 anvendte polypropylenfibre.

- 30 Fibrene fremstilledes på følgende måde:

Der anvendtes GWE 23 polypropylen fra ICI med et smelteindeks på 3 g/10 min. målt ifølge DIN MFI 230/2.16.

- 35 Polypropylenen ekstruderedes til en blæst tubulær film i et standard ekstruderings-/stråkningsanlæg ved en ekstruderingsstemperatur på $180-220^{\circ}\text{C}$, og den tubulære film blev afkølet med køleluft ved $18-20^{\circ}\text{C}$ og skåret til to filmbånd.

Fra en strækstation efter ekstruderen ledtes filmen gennem en varmluftsovn med en lufttemperatur på 180°C og en

lufthastighed på 25 m/sek. Ved anvendelse af større valsehastighed i strækkestationen efter varmluftsovn blev filmen strakt i forholdet 1:17. Derpå varmestabiliseredes filmen ved passage gennem en varmluftsovn med en lufttemperatur på 180°C og en lufthastighed på 25 m/sek., idet filmhastigheden var ca. 90 m/sek.

Filmtykkelsen var da 20 micron.

Filmen fibrilleredes til fiberfilamenter på fra 2 til 30 dtex ved hjælp af en Reifenhäuser FI-S-0800-03-01 fibrillator med 13 nåle per cm. i hver af to på hinanden følgende forskudte nålerækker anbragt med samme afstand som intervallet mellem to nåle. Fibrilleringsforholdet (= forholdet mellem filmens fremførelses hastighed og fibrillatorvalsens periferihastighed) var 1:3. Derpå påførtes 1 vægtprocent hydrofil avivage (Henkel LW 421) som en 1:9 vandig opslæmning, og fibrene blev afskåret i længder på 12 mm i en stabelskarer.

TABEL I

Forsøg Nr.	1	2	3	4	5
Portland cement					
L.A. cement					
E. cement	97,75	95,75	94,5	74,5	90,75
Silicastøv					
Flyveaske					
BO cellulose					
EO cellulose					
AO cellulose	2,0	2,0	5,0	5,0	5,0
Abaca					
Bomuld					
Polypropylen	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Attagel 150		2,0			4,0
Aerosil 200					
Ludox HS 40					
Lerslam Rørdal					
Lerslam Danmark				20	
NYAD G					
Stenuldsfibre					
FORSØGSTYPE	S	O	S	O	O
V/t i opslætning (x)	1,0	1,0	1,3	1,05	1,3
Filtreringstid (sek.)	17	31	9	57	28
Rumvægt (g/cm ³)	1,65	1,72	1,42	1,63	1,52
BT-max våd, 7 dage, MPa	7,3	9,4	6,6	13,2	10,7
BT-max tør, 7 dage, MPa (y)	(y)	(y)	8,8	15,1	11,3
Opslætningskarakter	3	1	3	1	1

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

(y) ej målt

TABEL II

Forsøg Nr.	6
Portland cement	
L.A. cement	
E. cement	83,75
Silicastøv	
Flyveaske	
BO cellulose	
EO cellulose	
AO cellulose	2,0
Abaca	
Bomuld	
Polypropylen	0,25
Attagel 150	2,0
Aerosil 200	
Ludox HS 40	
Lerslam Rørdal	
Lerslam Danmark	
NYAD G	12,0
Stenuldsfibre	
FORSØGSTYPE	0
V/t i opslæmning (x)	1,0
Filtreringstid (sek.)	15
Rumvægt (g/cm ³)	1,65
BT-max våd, 7 dage, MPa	10,6
BT-max tør, 7 dage, MPa	
Opslæmningskarakter	1

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

TABEL III

Forsøg Nr.	7	8	9	10
Portland cement				
L.A. cement				
E. cement	87,25	87,25	73,75	73,75
Silicastøv				
Flyveaske				
BO cellulose	1,5	1,5		
EO cellulose				
AO cellulose	2,0	2,0	2,0	2,0
Abaca				
Bomuld				
Polypropylen	0,25	0,25	0,25	0,25
Attagel 150	2,0	2,0		
Aerosil 200				
Ludox HS 40				
Lerslam Rørdal	7,0	7,0		
Lerslam Danmark			12	12
NYAD G			12	12
Stenuldsfibre				
FORSØGSTYPE	O	S	O	S
V/t i opslætning (x)	1,0	1,0	0,85	0,85
Filtreringstid (sek.)	48	29	49	20
Rumvægt (g/cm ³)	1,58	1,48	1,66	1,53
BT-max våd, 7 dage, MPa	10,4	6,6	12,4	6,2
BT-max tør, 7 dage, MPa				
Opslætningskarakter	1	3	1	3

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

TABEL IV

Forsøg Nr.	11	12	13	14	15	16
		(vægtprocent, tørstofbasis)				
Portland cement						
L.A. cement				70,25	85,5	84,5
E. cement	77,5	89,75	83,5			
Silicastøv						
Flyveaske						
BO cellulose		1,50	1,50			
EO cellulose					1,5	1,5
AO cellulose	2,0	1,5	1,5			
Abaca						
Bomuld				6,0		
Polypropylen	0,25	0,25	0,25	0,25	3,0	4,0
Attagel 150		1,25	1,25	3,5		
Aerosil 200						
Ludox HS 40						
Lerslam Rørdal				20,0	10,0	10,0
Lerslam Danmark	8,0	6,0	6,0			
NYAD G	12,0		6,0			
Stenuldsfibre						
FORSØGSTYPE	0	0	0	0	0	0
V/t i opslæmning (x)	0,88	1,0	1,0	1,5	0,9	0,9
Filtreringstid (sek.)	18	68	32	86	88	68
Rumvægt (g/cm ³)	1,64	1,66	1,69	1,49	1,54	1,48
BT-max våd, 7 dage, MPa	13,2	9,6	11,7	10,5	10,6	10,7
BT-max tør, 7 dage, MPa	14,8	(y)	15,4	16,5	13,6	15,1
Opslæmningskarakter	1	1	1	1	1	1

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

(y) ej målt

TABEL IV (fortsat)

Forsøg Nr.	17	18	19	20	21	22
Portland cement	82,5					
L.A. cement		84,25	72,25	84,5		77,5
E. cement					77,75	
Silicastøv			12,0	5,0		5,0
Flyveaske						
BO cellulose						
EO cellulose	1,0	1,5	2,5	1,5		1,5
AO cellulose	1,0			1,0	3,0	
Abaca						
Bomuld	1,0					
Cemfil						5,0
Polypropylen	0,25	3,0	3,0	3,0	0,25	
Attagel 150	1,25	1,25	1,25		2,0	1,0
Aerosil 200						
Ludox HS 40						
Lerslam Rørdal	7,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0
Lerslam Danmark						
NYAD G	6,0				12,0	
Stenuldsfibre						
FORSØGSTYPE	0	0	0	0	0	0
V/t i opslæmning (x)	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8
Filtreringstid (sek.)	33	70	285	60	15	110
Rumvægt (g/cm ³)	1,65	1,62	1,63	1,49	1,56	1,77
BT-max våd, 7 dage, MPa	12,3	13,2	15,4	10,2	11,4	16,7
BT-max tør, 7 dage, MPa	13,3	17,2	17,5	12,6	11,6	17,8
Opslæmningskarakter	1	1	1	1	1	1

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

TABEL IV (fortsat)

Forsøg Nr.	23	24	25	26	
Portland cement					
L.A. cement					
E. cement	74,75	94,75	94,75	97,0	
Silicastøv					
ASP 400	10,0				
Flyveaske					
BO cellulose			4,5	1,25	
EO cellulose	1,5	4,5			
AO cellulose	1,5	0,5	0,5	1,5	
Abaca					
Bomuld					
Polypropylen	0,25	0,25	0,25	0,25	
Attagel 150					
Aerosil 200					
Ludox HS 40					
Lerslam Rørdal					
Lerslam Danmark					
NYAD G	12,0				
Stenuldsfibre					
FORSØGSTYPE	S	S	S	S	
V/t i opslæmning (x)	0,9	1,2	1,2	1,0	
Filtreringstid (sek.)	8	6	5	7	
Rumvægt (g/cm ³)	1,52	1,45	1,45	1,58	
BT-max våd, 7 dage, MPa	7,2	5,8	4,9	5,4	
BT-max tør, 7 dage, MPa	8,5	8,4	7,1	7,6	
Opslæmningskarakter	3	3	3	3	

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

TABEL V

Forsøg Nr.	27	28	
Portland cement			
L.A. cement			
E. cement	74,75	74,75	
Silicastøv			
Flyveaske			
BO cellulose			
EO cellulose			
AO cellulose	5,0	5,0	
Abaca			
Bomuld			
Polypropylen	0,25	0,25	
Attagel 150			
Aerosil 200			
Ludox HS 40			
Lerslam Rørdal	20,0	20,0	
Lerslam Danmark			
NYAD G			
Kationsk polyelektrolyt "X 1"	-	0,025	
FORSØGSTYPE	0	0	
V/t i opslæmning (x)	1,2	1,2	
Filtreringstid (sek.)	49	28	
Rumvægt (g/cm ³)	1,63	1,57	
BT-max våd, 7 dage, MPa	10,2	7,6	
BT-max tør, 7 dage, MPa			
Opslæmningskarakter	1	2	

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

TABEL VI

Forsøg Nr.	29	30	31	32	
Portland cement					
L.A. cement					
E. cement	94,25	94,25	92,25	96,25	
Silicastøv	2,0		2,0		
Flyveaske					
BO cellulose	1,5	1,5	1,5	1,5	
EO cellulose					
AO cellulose	2,0	2,0	2,0	2,0	
Abaca					
Bomuld					
Cemfil					
Polypropylen	0,25	0,25	0,25	0,25	
Attagel 150		2,0	2,0		
Aerosil 200					
Ludox HS 40					
Lerslam Rørdal					
Lerslam Danmark					
NYAD G					
Stenuldsfilbre					
FORSØGSTYPE	S	O	O	S	
V/t i opslæmning (x)	1,0	1,0	1,0	1,0	
Filtreringstid (sek.)	17	25	23	9	
Rumvægt (g/cm ³)	1,52	1,64	1,63	1,46	
BT-max våd, 7 dage, MPa	7,2	9,0	9,0	6,9	
BT-max tør, 7 dage, MPa					
Opslæmningskarakter	3	1	1	3	

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

TABEL VII

Forsøg Nr.	33	34	35	36	37	38
Portland cement						
L.A. cement						
E. cement	94,5	92,5	78,5	79,5	78,0	71,0
Silicastøv						
Flyveaske						
BO cellulose	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0
EO cellulose						
AO cellulose	0,5	0,5	0,5	0,5		
Abaca					2,5	2,5
Bomuld						
Polypropylen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Attagel 150		2,0				2,0
Aerosil 200						
Ludox HS 40			1,0			
Lerslam Rørdal			15,0	15,0	15,0	15,0
Lerslam Danmark						
NYAD G						
Stenuldsfilbre						5,0
FORSØGSTYPE	S	O	O	O	O	O
V/t i opslæmning (x)	10	10	10	10	10	10
Filtreringstid (sek.)	48	64	441	331	146	145
Tørstoftab (%) (xx)	6,5	7,6	6,8	7,0	6,9	4,8
Rumvægt (g/cm ³)	1,42	1,44	1,57	1,55	1,48	1,36
BT-max våd, 7 dage, MPa	5,4	7,0	11,5	10,7	11,2	9,5

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

(xx) efter vægt

TABEL VII (fortsat)

Forsøg Nr.	39	40	41	42	43	44
Portland cement						
L.A. cement						
E. cement	96,0	94	86	76	84,5	69,5
Silicastøv						
Flyveaske					10	10
BO cellulose	3,0	3,0	3,0	3,0	4,5	4,5
EO cellulose						
AO cellulose	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Abaca						
Bomuld						
Polypropylen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Attagel 150		2	2	2		
Aerosil 200						
Ludox HS 40						
Lerslam Rørdal			8	8		
Lerslam Danmark						15
NYAD G				10		
Stenuldsfilbre						
FORSØGSTYPE	S	O	O	O	S	O
V/t i opslætning (x)	10	10	10	10	10	10
Filtreringstid (sek.)	60	93	353	189	48	371
Tørstoftab (%) (xx)	9,1	10,4	11,2	8,3	5,3	8,7
Rumvægt (g/cm ³)	1,48	1,52	1,60	1,50	1,34	1,52
BT-max våd, 7 dage, MPa	5,5	7,4	8,7	8,0	3,8	9,5

(x) vægtforhold vand/samlet tørstofmængde

(xx) efter vægt

TABLE VIII

Forsøg Nr.	H1	H2	H3	H4	H5
	(vægtprocent, tørstofbasis)				
Portland cement					
L.A. cement					
E. cement	71	86	76	79,5	69,5
Silicastøv					
Flyveaske					
BO cellulose SR50	4	4	4	4,5	4,5
EO cellulose					
AO cellulose				0,5	0,5
Abaca	2,5	2,5	2,5		
Bomuld					
Polypropylen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Attagel 150	2	2	2		
Aerosil 200					
Ludox HS 40					
Lerslam Rørdal	15		15	15	15
Lerslam Danmark					
NYAD G					10
Stenuldsfibre	5	5			
FORSØGSTYPE	0	0	0	0	0
Rumvægt, g/cm ³	1,63	1,63	1,46	1,49	1,70
BT-max 1, 28 dage, MPa	19,2	14,2	11,0	12,6	15,1
BT-max t, 28 dage, MPa	26,2	18,8	17,1	19,0	18,2

P A T E N T K R A V .

1. Fremgangsmåde til fremstilling af fiberforstærkede formgenstande med en grundmasse af hærdet uorganisk bindemiddel, ved hvilken der først fremstilles en vandig pulp af forstærkningsfibre og retentionsfibre indeholdende et fiberdispergeringsmiddel, hvorefter der fremstilles en vandig opslæmning af forstærkningsfibre, retentionsfibre, hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler og eventuelt andre additiver, indeholdende mere vand end nødvendigt for at sikre hydratisering af det uorganiske bindemiddel ved suspendering af de hydrauliske uorganiske bindemiddelpartikler og eventuelt andre additiver i den vandige pulp, eventuelt under yderligere tilsætning af vand, hvorpå der fremstilles grønne formgenstande ved afvandning af opslæmningen, hvorefter de grønne formgenstande hærdes, *k e n d e t e g n e t* ved, at der som fiberdispergeringsmiddel anvendes mindst 0,5 vægtprocent kolloide raffinerede nåle- eller pladeformede lerpartikler med et specifikt overfladeareal større end $75\text{m}^2/\text{g}$ og en tykkelse på ca. 0,012 micron og/eller mindst 4 vægtprocent kolloide partikler af naturligt ler med et overfladeareal på mindst $25\text{m}^2/\text{g}$, hvilke kolloide partikler af naturligt ler tilsættes som en vandig opslæmning, idet vægtprocent er angivet som tørstof pr. total mængde tørstof i blandingen.
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, *k e n d e t e g n e t* ved, at der som fiberdispergeringsmiddel foruden 0,5-2,5 vægtprocent af de nåle- eller pladeformede lerpartikler og/eller 4-20 vægtprocent af de kolloide lerpartikler med et overfladeareal på mindst $25\text{m}^2/\text{g}$ endvidere anvendes 0,5-8 vægtprocent af kolloide hydrofile silicapartikler med et specifikt overfladeareal større end $100\text{m}^2/\text{g}$ og en middelpartikeldiameter på ca. 0,012 micron suspenderet i pulpens vandfase.
3. Fremgangsmåde ifølge krav 1-2, *k e n d e t e g n e t* ved, at der som forstærkningsfibre anvendes cellulose-, polyamid-, polyester- og polypropylenfibre tilsat i en mængde svarende til 0,2-8 vægtprocent tørstof i den vandige opslæmning.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1-3, k e n d e t e g n e t ved, at forstærkningsfibre omfatter fibrillerede polypropylenfibre med en trækstyrke på mindst 4000 kp/cm^2 og en brudforlængelse på højst 8%, opskårne i længder på ca. 12mm.
- 5 5. Fremgangsmåde ifølge krav 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at der som retentionsfibre anvendes formalede cellulosefibre, i særdeleshed cellulosefibre, der er formalede til en finhed på $20-60^\circ$ Shopper Riegler, og højfibrillerede polyethylen- og polypropylenfibre, tilsat i en mængde svarende
- 10 til 0,2-8 vægtprocent tørstof i den vandige opslæmning.
6. Fremgangsmåde ifølge krav 1-5, k e n d e t e g n e t ved, at første trin i fremstillingen af den vandige opslæmning omfatter fremstilling af en vandig pulp af retentions- og forstærkningsfibre, efterfulgt af tilsætning af de kollo-
- 15 ide lerpartikler til pulpen, blanding og suspendering af partiklerne i vandfasen, eventuelt efterfulgt af tilsætning af yderligere forstærkningsfibre og yderligere blanding.

Fremdragne publikationer:

DK ans.nr. 4926/78, 4682/79, 551/80, 2685/80 (PL § 2.2.3)
BE patent nr. 855729
DE offentliggørelsesskrift nr. 2819794
FR offentliggørelsesskrift nr. 2387920
FR patent nr. 2069650
US patenter nr. 2623828, 3827895
Else Kofoed: Silikatstrukturer, Danmarks Ingeniørakademi, kursus ML-31, København, august 1973, side 19-21
Rudolf Bárta: Chemie a technologie cementu, Nakl.CSAV, Prag 1961, side 240, linje 21-23.