

DANMARK

PATENT



Nr. 73968.

BESKRIVELSE

OFFENTLIGGJORT DEN 31. MARTS 1952

AF

DIREKTORATET FOR PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET.

INGENIØR GEORGE CONSTANTINESCO,

TORVER, CONISTON, LANCASHIRE, ENGLAND.

Fremgangsmåde til fremstilling af armerede formlegemer ved støbning samt armeringer i disse formlegemer.

Patent udstedt den 17. marts 1952. Patenttiden løber fra den 22. december 1947. Fortrinsret påberåbt fra den 12. februar 1943 og 8. juli 1944 (England).

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til ved støbning at fremstille armerede formlegemer.

Opfindelsen tager navnlig sigte på tilvejebringelse af erstatning for metalstøbninger til konstruktioner eller konstruktionsdele, på hvilke der nedenfor vil blive fremhævet en del eksempler, hvor styrke i forbindelse med forholdsvis ringe vægt og lave fremstillingsomkostninger spiller en væsentlig rolle, men hvor det af de færdige dele optagne volumen er af mindre betydning.

Det har tidligere været foreslået at benytte færdigfremstillede bundter eller knipper af metalspåner, jernfibre, metaluld, jernstilk og lignende elementer som armeringer i mørtelmassen. De uregelmæssigt formede fibre, af hvilke disse materialer eller strukturer er dannet, har imidlertid ikke den korrekte krumning og frembyder heller ikke den ensartede fordeling, der udgør væsentlige betingelser for, at det endelige produkt skal kunne bibringes en forøget og ensartet evne til i sammenligning med metalstøbninger at kunne modstå trækspændinger i alle retninger. Sådanne færdigfremstillede bundter eller knipper af fibre kan ikke indføres i indviklede forme, uden at der bliver usammenhængende flader tilbage, hvor fibrene i tilstødende bundter

ikke kan gribe ind i hinanden. Ved sådanne usammenhængende flader forbliver modstandsevnen mod trækpåvirkninger i det færdige produkt praktisk talt den samme, som hvis mørtelmassen overhovedet ikke var blevet armeret.

Det har også været foreslået at armere cement eller andre mørtelmasser ved at indlejre parallelle eller ved siden af hinanden liggende skrueformede trådfjedre med mange vindinger. Sådanne strukturer udviser ikke en ensartet, tredimensional fiberfordeling, der er i stand til at modstå trækpåvirkninger i alle retninger. Ethvert trækkræftfelt, der går parallelt med eller på tværs af fjederakserne, vil først frembringe brud i mørtelmassen og derefter frembringe åbning af fjedrene.

Endelig har det været foreslået at forøge betons eller jernbetons styrke over for overskæring, tryk og træk ved at fordele korte og tynde jerntråde i betonmassen.

I modsætning til ovennævnte tidligere foreslåede fremgangsmåder er det for fremgangsmåden ifølge opfindelsen særligt ejendommelige, at der anvendes et antal korte, af metaltråd fremstillede efter en skruelinie snoede elementer, der kastes i formen og blandes, indtil der i alle tre dimensioner fås en regelmæssig fordeling af

sammenfildrede elementer, hvorefter formen fyldes med en mørtelmasse, medens formen holdes i vibration.

Det bliver på denne måde muligt at støbe formlegemer med en ensartet, tredimensional fiberfordeling, som inden for mange tekniske områder med fordel kan finde anvendelse i stedet for metalstøbninger. I det efterfølgende vil der blive givet en del eksempler på opfindelsens anvendelsesmuligheder under fremhævelse af de egenskaber, som gør formlegemer, der er fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, specielt anvendelige til de særligt fremhævede formål.

Ifølge opfindelsen kan den til fremstilling af de skrueformede elementer anvendte tråd hensigtsmæssigt være udført delvis eller helt korrugeret.

Opfindelsen angår også armeringer i formlegemer, der er fremstillet ifølge fremgangsmåden. Ifølge opfindelsen kan elementerne være korrugeret ved enderne i form af en i en plan liggende, bølgeagtig linie, hvis positive og negative amplituder er af størrelsesorden $\frac{1}{2}$ —1 tråddiameter, medens perioderne er af størrelsesorden 5—10 tråddiameter.

De rigtige eller bedste værdier for forholdet mellem amplitude og tråddiameter og mellem perioderne og tråddiameteren afhænger af trådens trækstyrke og også af mørtelmassens styrke mod knusning og bestemmes bedst ved forsøg.

Ifølge opfindelsen kan armeringselementerne være fremstillet af tråd af en størrelsesorden med en diameter på $\frac{1}{10}$ til flere millimeter, en længde på 100—300 tråddiameter og være udført med en stigning på 2—6 skruediameter og omtrent 1 vinding. Denne udførelsesform anvendes hensigtsmæssigt i forbindelse med en tråd af et meget hårdt materiale.

Til specielle formål kan disse forhold ændres, så at der kan opnås et vilkårligt ønsket forholds-mæssigt indhold af metal i det endelige produkt.

Elementerne fremstilles og indføres således i formen, at der på ethvert sted af denne vil være omtrent lige mange højregående og venstregående elementer.

Disse elementer vil af sig selv gribe ind i hinanden, så at der fås en jævn fordeling af fibre i alle retninger på lignende måde som krøllhårene i en madras, hvorved der vil være tilstrækkeligt mellemrum til afgivelse af plads til sammenbindingsmassen. Til opnåelse heraf lader man elementerne falde tilfældigt ind i formen, enten simpelt hen ved tyngden eller ved tilførsel i en jævn strøm af adskilte elementer, der fremføres ved hjælp af en strøm af luft eller vand.

Til uddrivning af luften og til medvirkning til en ensartet fordeling af mørtelmassen holdes formen som nævnt hensigtsmæssigt i stadig vibration, indtil den er fuldstændig fyldt.

Det endelige produkt, der fremkommer efter størkning eller hærkning, er et nyt materiale, der har en tredimensional og ensartet forøget modstandsevne, ikke blot over for tryk, men og-

så over for træk samt forskydnings- og bøjnings-påvirkninger i enhver retning.

Idet elementerne indføres eller indkastes i formen på må og få, men i en regelmæssig rækkefølge af højregående og venstregående elementer, vil den resulterende struktur være et system af i hinanden indgribende fibre, der er fordelt i alle retninger og udviser en regelmæssig og isotrop tredimensional struktur. Det har vist sig, at dersom et sådant system af fibre indlejret i en mørtelmasse udsættes for et træk-kraftfelt i en bestemt retning, vil det yde modstand som et ækvivalent, virkeligt system af kontinuerlige, parallelle, lige fibre i den pågældende retning.

Som eksempel kan anføres, at dersom en volumenenhed af et formlegeme ifølge opfindelsen, indeholdende en mængde p af ståltråd fordelt som nævnt, udsættes for spænding i en bestemt retning, vil det ækvivalente, virkelige system af parallelle, lige og kontinuerlige fibre af samme modstandsevne i den pågældende retning have mængden kp af ståltråd pr. volumenenhed, hvor faktoren k er mindre end 1 og for en tredimensional, isotrop fordeling vil være den samme i enhver valgt retning og have værdien ca. $\frac{1}{3}$.

En ikke isotrop, tredimensional struktur kan fås med elementer, der er af større længde i forhold til genstandens tværsnit, idet længden er adskillige gange så stor som skruediameteren.

Dersom sådanne elementer kastes på en plan overflade, frembringer de en på det nærmeste todimensional, isotrop struktur, idet faktoren k nærmer sig $\frac{1}{2}$, medens værdien af k i retningen vinkelret på overfladen formindskes.

Efterhånden som elementerne ho-ber sig op på den plane overflade, forandres den todimensionale isotropi gradvis til tredimensional. Følgelig vil sådanne plader udvise en større modstandsevne over for bøjning, dersom træksiden er på den side, ved hvilken elementerne først er blevet kastet ind i formen, fordi faktoren k er større i nærheden af den plane overflade. En sådan fordeling er af betydning i plader eller tavler, der er udsat for bøjning, nemlig som følge af den større værdi af faktoren k i retningen for hovedspændingerne.

Størrelsen af elementerne og arten af mørtelmassen afhænger af tykkelsen af den ønskede støbning. Til tynde støbninger kan trådtværsnittet blot være en lille brøkdel af en kvadratmillimeter, og mørtelmassen kan være en mørtel af ren cement eller af cement blandet med fint sand. Til meget tykt støbegods kan elementerne være fremstillet af stålprofiler med op til flere kvadratcentimeters tværsnit, og mørtelmassen kan være beton fremstillet af cementmørtel og singels.

Om ønskes kan elementerne være fremstillet i forskellige størrelser og blandet i passende forhold.

Et ifølge opfindelsen fremstillet formlegeme er meget sejt og besidder i forbindelse med den store styrke over for træk-, forskydnings- og bøjningsspændinger i enhver retning en stor sammenhængskraft og plasticitet. Dette skyldes den ensartede fordeling af fibre, der griber ind

i hinanden og danner en tredimensional struktur i enhver del af massen. Forsøg har vist, at der ikke kan fremkaldes revner i formlegemet, og at indvendige brud ikke kan opstå. Formlegemerne kan støbes i hvilke som helst krumme og indviklede former, ved hvilke armeringer på anden måde ville være umulige at fremstille. F. eks. kan legehuse fremstilles fuldstændigt i eet stykke med alle indviklede indvendige hulrum til anbringelse af de nødvendige metalforinger, ringhulrum, olierum, filtskiver eller andre ønskede tilbehørsdele.

Ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan der i kraft af materialets styrke og plasticitet fremstilles hamre, som kan præstere et meget betydeligt antal slag, uden at der finder noget brud sted.

Det samme gælder for ifølge opfindelsen fremstillede huse til lejer, maskinstøbninger, krumtaphuse, værktøjsmaskinstativer, komfurer, ovne, gasgeneratorer og lignende konstruktioner, der er udsat for vibrationer, stød og uensartet opvarmning.

Til almindelige formål udgør mængden af stål i formlegemer ifølge opfindelsen omtrent $\frac{1}{10}$ af vægten. Der kan således opnås en jernbesparelse på ca. 90 % ved, at støbejernsprodukter erstattes med ifølge opfindelsen fremstillede produkter af samme vægt.

I alle sådanne tilfælde, hvor almindelige metalstøbninger af hensyn til stivhed og for at kunne modstå korrosion må gøres tykkere end i og for sig nødvendigt, kan de erstattes med støbninger ifølge opfindelsen, hvorved der kan opnås en betydelig vægtformindskelse.

De ifølge opfindelsen fremstillede formlegemers vægtfylde ligger imellem 2,3 og 2,5 og er således lidt mindre end aluminiums og kun ca. $\frac{1}{3}$ af støbejerns vægtfylde.

Med samme vægt kan formlegemer ifølge opfindelsen derfor have tværsnit, der er tre gange større end støbejerns. Der opnås derved større stivhed, og der kan anvendes mere simple former, så at komplicerede afstivningsdele, der er nødvendige i metalstøbninger, kan undgås. Endvidere kan formlegemerne støbes færdige på stedet i deres endelige form og stilling, så at transport af tunge støbninger kan undgås.

Formlegemer ifølge opfindelsen har en temmelig stor og ensartet magnetisk permeabilitet og er derfor anvendelige til brug ved konstruktion af i eet stykke værende stativer til elektriske generatorer og motorer, så at den til statorens eller rotorens poler fornødne mængde jern kan formindskes til et minimum. Endvidere forhindrer den særlige krøllhårs-lignende struktur fremkomsten af forstyrrende elektriske strømme i massen, og der kan derfor ikke udvikles nogen varme hidrørende fra vekslende magnetiske felter. Ved forøgelse af jernindholdet i elementerne kan permeabiliteten forøges meget væsentligt, og støbninger ifølge opfindelsen kan anvendes direkte som magnetiske kredsløb i vekselstrøms- og jævnstrømsdynamoer eller -omformere samt transformatorer. Til yderligere forøgelse af den magnetiske permeabilitet kan mør-

telmassen fremstilles af en blanding af jerntråde og cement, f. eks. lige dele af hvert.

Formlegemernes modstandsevne over for stød gør endvidere opfindelsen særlig anvendelig til fremstilling af hjul af enhver art, som f. eks. tovskeer og tromler samt til køretøjer, såsom motorvogne, grubevogne, traktorer til landbrug, vejtrømler og jernbanevogne, og i skibsbygningsfaget kan opfindelsen i kraft af formlegemernes modstandsdygtighed over for korrosion anvendes til at erstatte de fleste af de tunge og lette metalstøbninger ombord, f. eks. nøddpropeller eller hjælpepropeller såvel som de permanente propeller med tilsvarende støbninger ifølge opfindelsen.

De ifølge opfindelsen fremstillede formlegemer har en varmeudvidelseskoefficient af samme størrelsesorden som stål, og de er derfor egnet til indlejring af jern- eller ståldele. Ekstra armeringer kan nemt tilvejebringes i form af trækstænger i alle de dele af formen, for hvilke der i den fremstillede genstand kan ventes at kunne optræde store trækspændinger. Dette tillader støbninger af f. eks. svinghjul, krumtaphuse til maskiner og cylinderblokke til dampmaskiner eller forbrændingsmotorer og endvidere af stativer og andre dele til værktøjsmaskiner i kombination med bolte og metalliske ringe og foringer, der er begrænset alene til de dele, hvor de er absolut nødvendige.

Brudstyrken ved bøjningspåvirkninger på plader, der er fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, varierer mellem 150 og 450 kg pr. cm^2 afhængigt af de indgående elementers trækstyrke og af kvaliteten af mørtelmassen. Dette tillader konstruktionen af dragere, fliser, planker og lignende, der har en belastningsevne, som kan sammenlignes med støbejerns- eller pladejernsprofiler af blødt stål af samme vægt.

De ståltråde, som udgør elementerne i støbningerne, har en brudstyrke, der er fra 3—12 gange så stor som for almindeligt jern eller blødt stål i profiler sammensat af pladejern, og støbningernes endelige modstand over for træk, forskydning og tryk i enhver retning er derfor stor til trods for den isotrope fordeling af metal-fibre.

Profiler, der er fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, udviser en større modstand over for brud end almindelige armerede betonstrukturer, og som følge heraf kan der herved opnås lettere konstruktioner til gulve, dæk, søjler og andre bygningskomponenter.

Ifølge opfindelsen fremstillede søjler, der er udsat for store tryk, viser udvendigt tegn på de store spændinger, længe førend det indvendige tværsnit knuses, og giver således advarsel i tide. Dette gør opfindelsen velegnet til fremstilling af grubestøtter i miner.

Det bedst egnede materiale til elementerne er stål og til mørtelmassen hurtigt hærdnende aluminiumcementmørtel med sand eller jævnt indlæg til små støbninger.

Opfindelsen er dog ikke begrænset til disse materialer, og mørtelmassen kan være magnesia eller gips eller vilkårlige andre materialer, såsom kiselsyre-, harpiks- eller lerblandinger

eller -masser, der kan hærde under indflydelse af varme.

En anden egenskab ved formlegemerne ifølge opfindelsen er deres evne til at modstå gennemtrængning af projektiler, så at opfindelsen kan anvendes til fremstilling af armeringsplader, panserplader, som erstatning for sådanne plader af stål. Da vægtfylden er mindre end $\frac{1}{3}$ af ståls, kan pladerne med samme vægt som stålplader fremstilles tre gange så tykke, og de kan støbes på stedet som en konstruktion ud i eet stykke, så at svage samlinger undgås. Den største tykkelse, som projektilerne skal trænge igennem, i kombination med den større stivhed og inert i af det volumen, der modsætter sig gennemtrængningen, vil lokalisere beskadigelsen til ydersiden af panseret. Det er kendt, at fibrøse masser, som f. eks. savsmuld, frembyder stor modstand mod gennemtrængning af projektiler. Den tredimensionale, fibrøse sammensætning af den i mørtelmassen indlejrede krølhårs-lignende struktur har en lignende virkning.

Den forholdsvis ringe varmeledningsevne i forbindelse med styrken og modstandsevnen mod gennemtrængning gør endvidere materialet egnet til en økonomisk og hurtig konstruktion af fuldstændige, i eet stykke udførte krigstanks, bevægelige forter, maskingeværreder, luftværnsly, dækpansringer, hvælvede kanontårne, kanonfundamenter og lignende konstruktioner med en tilsvarende stor besparelse af stål.

De i formlegemerne indlejrede elementer af korrugeret tråd frembringer, når de udsættes for et felt af trækspændinger, store lokale tryk vinkelret på trådakserne på alle steder, hvor der er store krumninger. Dette forøger i høj grad indgribningen med det resultat, at der kræves en langt mindre længde af de skrueformede elementer til sikring af fordelen ved den store trækstyrke af tråden for største delen af elementet.

Det kan ved matematisk analyse og ved forsøg vises, at de ikke virksomme længder ved enderne af elementerne, d. v. s. de dele, hvor den virkelige spænding i tråden aftager hurtigt mod nul ved enderne, er reduceret til omtrent $\frac{1}{10}$ af de ikke virksomme længder, der er nødvendige ved ikke korrugerede tråde.

Denne fordel bliver af særdeles stor betydning ved anvendelse af tråd med meget stor trækstyrke. Som eksempel kan anføres, at elementer af tråd med en trækstyrke på ca. 270 kg/mm² har uvirksomme ender, der kun strækker sig i det hele over 50 tråddiameter, når der er benyttet korrugeret tråd som ovenfor angivet, medens de uvirksomme ender vil beløbe sig til 500 tråddiameter ved anvendelse af den samme tråd i ikke korrugeret tilstand.

Såfremt elementerne af praktiske grunde fremstilles med en total længde, der kun er 300 gange diameteren, ville sådan tråd af høj trækstyrke derfor aldrig kunne blive påvirket til sin fulde kapacitet, hvis det var normal tråd. Hvis elementerne imidlertid fremstilles af den samme tråd, men korrugeret eller bølget som ovenfor angivet, vil en længde på i det mindste 250 tråddiameter af den fulde længde på 300 tråddiameter

kunne blive påvirket til den fulde trækstyrke, uden at de uvirksomme ender trækkes ud.

Det følger heraf, at trådelementer med meget stor trækstyrke kan benyttes, uden at det er nødvendigt, at en betydelig længde tråd går til spilde i de uvirksomme ender.

Formlegemer med indlejrede korrugerede trådelementer har en anden betydningsfuld egenskab, når der bruges tråd med stor trækstyrke. Ikke-korrugeret tråd fremstillet af stål med en meget høj trækstyrke har en forsvindende, elastisk forlængelse og er tilbøjelig til at gå itu »i serie«, når formlegemet overbelastes med trækpåvirkninger. Således vil i plader, der udsættes for højning, de yderste fibre i trækspændingsregionerne først briste, medens de øvrige fibre ind mod pladens neutrale akse brister i hurtig rækkefølge bagefter.

Korrugerede trådfibre af stor trækstyrke udviser en virkelig forlængelse som følge af de små, elastiske og plastiske sidetryk i mørtelmassen, bevirket af de vekslende krumninger af den korrugerede tråd, der søger at strække sig ud i et spændingsfelt. I korrugerede trådelementer er en virkelig forlængelse således mulig, og den er af elastisk natur, uafhængig af manglen på plastisk forlængelse af tråden.

I det tilfælde, at der i stedet for korrugeringer over hele længden af de skrueformede elementer kun formes korrugeringer på de uvirksomme dele ved enderne af hvert element, bestemmes korrugeringernes længde af den betingelse, at den kraft, der er nødvendig til at trække tråden ud fra de korrugerede ender, når tråden er indlejret i mørtelmassen, skal være lig med den kraft, der er nødvendig for at fremkalde brud af tråden ved trækpåvirkning i den ikke-korrugerede, midterste del. I dette tilfælde vil adhæsionen til den ikke-korrugerede del af elementet blive overvundet i et kraftigt trækfelt og vil ikke spille nogen væsentlig rolle, når trækspændingen i tråden kommer op på store værdier. De uvirksomme, korrugerede ender vil da virke som progressive forankringer for den midterste del. Sådanne korrugeringer ved enderne kan udføres med varierende amplitude, f. eks. med størst amplitude ved de yderste ender og med gradvis aftagende amplitude ind imod de ikke-korrugerede dele af det skrueformede element.

En ejendommelighed af interesse ved den foreliggende opfindelse består i, at trådenes evne til at modstå trækspændinger kun i meget ringe grad påvirkes af korrugeringer som ovenfor angivet, når der blot forefindes et stort antal elementer i enhver retning. Dette skyldes den omstændighed, at en overdreven deformation af trådsens bølgeformede kurve ikke frit vil kunne foregå. Ved en stor, i længderetningen gående trækspænding vil den nævnte kurve eller krumning have tilbøjelighed til at rette sig ud eller blive fladere, men dette vil ikke kunne indtræde, medmindre mørtelmassen knuses i retningen vinkelret på trådens akseretning. En sådan knusning vil imidlertid ikke nemt kunne finde sted, idet der ikke vil være nogen plads for ekspansion i sideretningen. Det, der foregår, er en

plastisk omlejring af den indvendige struktur og dermed en ændret fordeling af spændingerne i mørtelmassen. Det endelige resultat er, at den indvendige struktur, når de ydre kræfter fjernes, efter at materialet har været udsat for et væsentligt trækkræftfelt, efterlades i en tilstand, i hvilken de korrugerede trådelementer forbliver under permanent trækspænding og mørtelmassen under et permanent felt af trykkræfter. Dette er en stor fordel, idet der herved tillades den bedst mulige udnyttelse henholdsvis af trådenes evne til at optage trækspændinger og mørtelmassens evne til at optage tryk.

Til fremstilling af en flise eller plade, i hvilken fordelingen af egenspændingerne i ubelastet tilstand er sådan, at der er træk i de korrugerede trådelementer og tryk i mørtelmassen, kan man før brugen underkaste pladen en forbigående belastning udover den påtænkte normale belastning. Overskridelsen må ikke overstige den belastning, som pladen med sikkerhed kan tåle, uden at der finder sønderdelinger sted af mørtelmassen som følge af stærke indvendige deformationer. Enhver mindre belastning vil derefter blot formindske begyndelsestrykkene i mørtelmassen og forøge begyndelsestrækspændingerne i de korrugerede trådelementer.

Den adhæsion, der fås ved de korrugerede elementer ifølge opfindelsen, er af en ganske anden art end den adhæsion, der frembringes ved cementmørtels fasthængen til almindelige tråde. Forskellen vil straks være indlysende i betragtning af den omstændighed, at en sådan korrugeret tråd ikke vil trække sig ud af sin lejrning i mørtelmassen, selv om friktionskoefficienten skulle være nul.

Som følge af den relative stivhed af korrugeringerne, der er fremstillet med størrelsesforhold som de ovenfor angivne, hidrører adhæsionen hovedsagelig fra nødvendigheden af, at mørtelmassen må brydes langs en stor omkreds, for at den korrugerede tråd skal kunne trækkes ud. Denne omkreds er forholdsvis meget større end ved snoede tråde, der har kvadratisk eller rektangulært tværsnit, men som i øvrigt virker på lignende måde.

Da elasticitetsgrænsen ved trækpåvirkninger er direkte proportional med trådens trækstyrke, giver opfindelsen mulighed for at forøge træk-

styrken til den størst mulige værdi med en minimal vægt af ståltråd og således, at der samtidig kan blive rigelig plads mellem elementerne til mørtelmassen.

En simpel måde til fremstilling af trådelementer, ved hvilke tråden er bølgeformet eller korrugeret efter en sinusformet kurve med et stort antal små bølger, så at krumningen skifter hurtigt fra plus til minus mange gange efter hinanden langs trådens akse, består i, at tråden føres gennem et par passende formede tandhjul, der komprimerer eller sammentrykker og permanent former tråden mellem deres tænder til den ønskede bølgelignende kurve. Denne korrugerede tråd snos derefter til skrueformede elementer og afskæres i de fornødne længder til dannelsen af elementer som ovenfor beskrevet.

Patentkrav.

1. Fremgangsmåde til fremstilling af armerede formlegemer ved støbning, kendet ved, at der anvendes et antal korte, af metaltråd fremstillede, efter en skruelinie snoede elementer, der kastes i en form og blandes, indtil der i alle tre dimensioner fås en regelmæssig fordeling af sammenfildrede elementer, hvorefter formen fyldes med en mørtelmasse, medens formen holdes i vibration.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, kendet ved, at der til fremstilling af de skrueformede elementer anvendes tråd, som er helt eller delvis korrugeret.

3. Armering til formlegemer, der er fremstillet ved den i krav 1 eller 2 angivne fremgangsmåde, kendet ved, at elementerne er korrugeret ved enderne i form af en i en plan liggende, bølgeagtig linie, hvis positive og negative amplituder er af størrelsesordenen $1/2$ —1 tråddiameter, medens perioderne er af størrelsesordenen 5—10 tråddiameter.

4. Armering til formlegemer, der er fremstillet ved den i krav 1 eller 2 angivne fremgangsmåde, kendet ved, at elementerne er fremstillet af tråd af en størrelsesorden med en diameter på $1/10$ til flere millimeter, en længde på 100—300 tråddiameter, og er udført med en stigning på 2—6 skrue-diameter og omtrænt 1 vinding.