



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **323398**

(13) **B1**

NORGE

(51) **Int Cl.**

B29C 63/34 (2006.01)

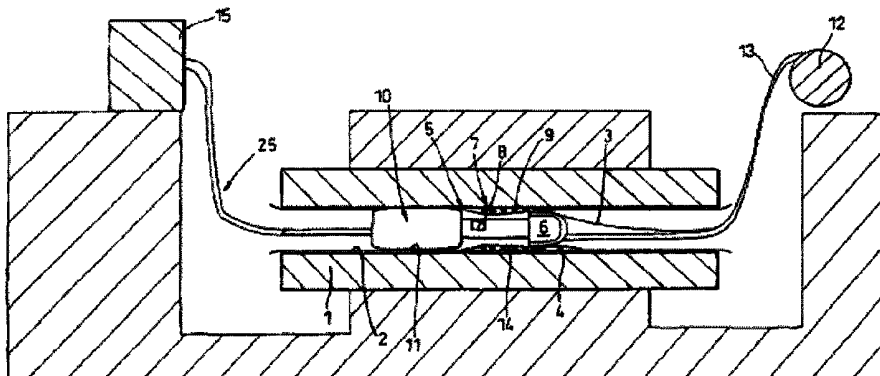
F16L 55/165 (2006.01)

F16L 55/162 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20031240	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2001.09.19 PCT/GB01/04166
(22)	Inng.dag	2003.03.18	(85)	Videreføringsdag	2003.03.18
(24)	Løpedag	2001.09.19	(30)	Prioritet	2000.09.19, GB, 0022921
(41)	Alm.tilgi	2003.05.16			
(45)	Meddelt	2007.04.23			
(73)	Innehaver	Severn Trent Water Ltd, 2297 Coventry Road, B263PU BIRMINGHAM , Storbritannia Anglian Water Services Ltd, Ambury Road, Anglian House, PE293NZ HUNTINGDON, CAMBRIDGESHIRE , Storbritannia Euro-Projects (LTTC) Ltd, 105 Derby Road, LE110AH LOUGHBOROUGH, LEICESTERSHIRE , Storbritannia NCC Danmark A/S, Tuborg Havnevej 15, 2900 HELLERUP, Danmark Yorkshire Water Services Ltd, Wester House, Halifax Road, BD62ZS BRADFORD , Storbritannia			
(72)	Oppfinner	Nicholas Leo Weatherby, 26 Repton Road, NG27EJ WEST BRIDGEFORD, NOTTINGHAM , Storbritannia Matthew Richard Turner, 26 Ella Road, NG25GW WEST BRIDGEFORD, NOTTINGHAM , Storbritannia			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 7085 Majorstua, 0306 OSLO			
(54)	Benevnelse	Føringsomdanningsapparat og fremgangsmåte for føring av en kanal			
(56)	Anførte publikasjoner	DE 3904524			
(57)	Sammendrag				

Et apparat for å omdanne en fleksibel foring (2) med et lag (3) av komposittmateriale omfattende termoplastmateriale og forsterkningsfibere til et konstruksjonselement i en kanal (1), omfattende en fremre del (6) for å settes inn i foringen (2), en midtre del (7) for å varme den ene side av laget (3) og en bakre del (20) som driver det oppvarmede lag (3) mot kanalen (1) for konsolidering og kjøling under trykk. Den midtre del (7) har varmeanordning (8) som produserer varmgass som drives under trykk gjennom laget (3) av komposittmateriale for å varme opp laget (3), og tilveiebringer et luftmellomrom (14) på den motstående side av laget (3) under oppvarmingen. Dette sikrer ensartet oppvarming av laget (3) for å smelte termoplastmaterialet som deretter blandes nøye med forsterkningsfibrene og blir konsolidert og avkjølt for å danne konstruksjonselementet.



Oppfinnelsen angår apparat og fremgangsmåte for foring av kanaler med fiberforsterkede termoplastkomposittmaterialer.

Uttrykket "kanal" omfatter rør og ledningsrør, enten for transport av fluider (f.eks. vannhovedledninger eller avløpsrør) eller for andre formål.

Kanaler brukt for gass og vann er ofte av støpejern og feil på grunn av korrosjon er et stadig økende problem som oppstår ved alder. Det er f.eks. beregnet at over halvparten av alle vannhovedledninger i Storbritannia har vært brukt i mer enn 40 år og at 20 % har vært i bruk i mer enn 80 år. Kloakkrør som generelt er av mur eller betong kan også svikte på grunn av struktursvekkelse av materialene. Det er generelt billigere og mindre forstyrrende hvis slike kanaler rehabiliteres ved hjelp av foring enn ved utskitning. Forskjellige teknikker for å fore eksisterende kanaler er kjent, men det finnes et behov for mer effektive rehabiliteringsteknikker.

Således viser WO 98/26919 en fremgangsmåte for å fore en kanal ved hjelp av en fleksibel foring som omfatter et lag komposittmateriale av termoplast- og forsterkningsfibre. Foringen innføres i kabelen, oppvarmes for å smelte fiberplastfibre og deretter blir trykk tilført for å blande det smeltende plastmaterialet og forsterkningsfibre sammen og deretter trykke foringen mot kanalen hvor den avkjøles og konsoliderer til et konstruksjonselement. Oppvarmingen og tilførselen av trykk utføres av en robotinnretning, kjent som en pigg. Piggen blir ført langs innsiden av foringen og åpner den. Piggen har en anordning for å oppvarme foringen og en konsolideringsanordning som trykker den oppvarmede foring mot kanalen hvor den avkjøles og konsoliderer. Et problem med utformingen av piggen er at det må sikres at den gir tilstrekkelig ensartet oppvarming av foringen for å sikre ensartethet av det endelige foringselement.

DE-A-39 04 524 viser en fremgangsmåte for foring i en kanal ved hjelp av en foring bare fremstilt av termoplast, i dette tilfellet et ikke-kryssbundet plastmateriale. Foringen innføres i kanalen og blir ekspandert radiaalt til den berører kanalen, hvorefter den blir stiv og selvbærende. Utvidelsen utføres fortrinnsvis mekanisk av en pigg som ruller i kanalen. Foringen kan varmes for å hjelpe til med utvidelsen f.eks. ved hjelp av varmluft mens det finnes et luftmellomrom mellom foringen og kanalen. Imidlertid er det viktig at mykningstemperaturen for plast ikke nåes. Foringen blir derfor vesentlig oppvarmet ved konduksjon ettersom konstruksjonen av termoplastmaterialet innebærer at det blir relativt lett å regulere dens temperatur.

Det er funnet at oppvarming ved konduksjon ikke egner seg for en foring som beskrevet i WO 98/26919, som omfatter et lag av komposittmateriale omfattende termoplastmateriale og forsterkningsfibre. Komposittmaterialet har luftlommer gjennom tykkelsen og kan således ikke varmes jevnt opp til smeltepunktet for termoplastmaterialet ved hjelp av konduksjon.

Ifølge et første aspekt omfatter oppfinnelsen et foringsomdanningsapparat for å omdanne en fleksibel foring med et lag av komposittmateriale omfattende termoplastmaterialer og forsterkningsfibere til et konstruksjonselement i en kanal, omfattende en fremre del som kan settes inn i foringen, en midtre del med en varmeanordning på den ene siden av laget av komposittmateriale og en bakre del med en konsolideringsanordning for å drive det oppvarmede lag av komposittmateriale mot kanalen for konsolidering og avkjølingen under trykk for å danne konstruksjonselementet, hvor varmeanordningen produserer trykksatt varm gass idet den midtre del er slik konstruert og anordnet at den driver varm gass under trykk gjennom laget av komposittmateriale for å varme laget, og tilveiebringer et luftmellomrom på den motstående side av laget av komposittmaterialet mens oppvarmingen finner sted.

Luftmellomrommet på siden (innsiden eller utsiden) av laget av komposittmateriale motstående varmeanordningen hjelper til i en jevn oppvarming av laget da det ikke berører kanalen eller del av apparatet som kan påvirke oppvarmingen negativt. Luftmellomrommet er på lavtrykkssiden av laget for å tilveiebringe en veldefinert utløpsbane for den trykksatte varmgassen gjennom tykkelsen av komposittlaget. Trykkforskjellen og laget driver den varme gassen gjennom på en ensartet måte. Den varme gass erstatter luften i lommene i laget av komposittmaterialet, og det har blitt funnet at det er en viktig, bidraende faktor for en ensartet oppvarming av laget og følgelig foringen som helhet.

Varmgassen kan rettes fra luftmellomrommet forover for å tilveiebringe en forvarming av foringen ved den fremre del.

Varmgassen blir fortrinnsvis produsert ved oppvarming av en tilførsel av trykkluft. Ikke-opppvarmet trykkluft kan så passende brukes som en konsolideringsanordning som tvinger det oppvarmede lag av komposittmaterialet til kontakt med kanalen. Trykkluften blåser opp en fleksibel poseanordning som virker på laget av komposittmateriale. Den fleksible poseanordning kan være festet til en midtre del. Alternativt kan den være separat og ekspanderes bakfra mens den ruller ut. Dette har den fordel at friksjonen kan reduseres mellom laget og poseanordningen.

Fortrinnsvis har den midtre del innvendige og utvendige elementer, idet et av det innvendige og utvendige element har varmeanordning og det andre har støttemanordningen for å tilveiebringe luftmellomrommet.

Det innvendige element har passende varmeanordningen slik at komposittmaterialet blir oppvarmet fra innsiden mens det utvendige element tilveiebringer luftmellomrommet mellom utsiden av komposittmaterialet og kanalen.

I en utførelse er det ytre element ringformet og omslutter og befinner seg i avstand fra det innvendige element, og laget av komposittmateriale blir båret mellom det innvendige og utvendige element. I en annen utførelse øker det utvendige element i diameter fra den fremre del til den bakre del, og laget av komposittmateriale blir ført på ut-

siden av det ytre element. Det ytre element er fortrinnsvis delvis konisk. Dette har den fordel at det åpner opp foringen gradvis når den oppvarmes.

I enda en annen utførelse omfatter det ytre element en bærevogn som omslutter og befinner seg i avstand fra det innvendige element. Laget av komposittmateriale blir igjen båret mellom det innvendige og utvendige element. Vognen har fortrinnsvis utvendige hjul som den kan rulle på og langs innsiden av kanalen.

Alternativt har det ytre element varmeanordning, slik at laget av komposittmateriale blir oppvarmet fra utsiden og det innvendige element har bæreanordning som tilveiebringer luftmellomrommet mellom innsiden av laget og det innvendige element. I denne utførelse kan det ytre element omfatte en vogn. Vognen kan strekke seg forover for å omslutte hele eller del av den fremre del også.

Foringen kan omfatte et ytre termoplastlag mellom kanalen og laget av komposittmateriale.

Apparatet beveges passende langs kanalen ved at det vinsjes fra den fremre del. Trykkluft og kraft for varmeanordningen blir tilført i noen ledninger festet til apparatet. En mobil enhet kan passende generere trykklufttilførselen og kraften, f.eks. elektrisitet, for å drive apparatet.

Ifølge et annet aspekt omfatter oppfinnelsen en fremgangsmåte for foring av en kanal, omfattende:

å sette inn i kanalen en fleksibel foring med et lag av komposittmateriale som omfatter termoplastmaterialer og forsterkningsfibere;

å produsere varm gass på den ene siden av laget av komposittmateriale og drive varmgassen under trykk gjennom laget av komposittmateriale samtidig som det opprettholdes et luftmellomrom på den motstående side av laget, for å smelte termoplastmaterialet;

å tilføre trykk mot det oppvarmede lag for å drive det mot kanalen for konsolidering; og

å la foringen avkjøles under trykk mens den er i kontakt med kanalen for å herde laget av komposittmateriale til et konstruksjonselement.

Således hjelper opprettholdelsen av luftmellomrommet på siden (innsiden eller utsiden) av laget motstående det som blir oppvarmet i en ensartet oppvarming av laget. Varmgassen passerer gjennom kompositten til luftmellomrommet på lavtrykksiden av komposittlaget og erstatter luften i lommene i laget, for å varme det opp på en jevn måte.

Varmgassen kan så rettes fra luftmellomrommet for å tilveiebringe foroppvarming av foringen.

Foringen blir fortrinnsvis satt inn i kanalen på en sammenfoldet måte og blir deretter ekspandert.

Etter innsettelsen av foringen i kanalen kan apparatet ifølge det første aspekt ved oppfinnelsen bli ført gjennom foringen for å utføre fremgangsmåten.

Et tredje aspekt angående en kombinasjon av apparatet og foringen for å tilveiebringe en effektiv rehabiliteringsteknikk for foring av eksisterende kanaler.

Ifølge et tredje aspekt omfatter oppfinnelsen en kombinasjon av apparat og en fleksibel foring for å danne et konstruksjonselement for foring av en kanal, hvor foringen omfatter et lag av komposittmateriale omfattende termoplastmateriale og forsterkningsfibre som kan settes inn i kanalen, og apparatet har en fremre del som kan settes inn i foringen, en midtre del med en varmeanordning på den ene side av laget av komposittmaterialet, og en bakre del med konsolideringsanordning for å drive det oppvarmede lag av komposittmateriale mot kanalen for konsolidering og avkjøling under trykk for å danne konstruksjonselementet, hvor varmeanordningen produserer varm gass som drives under trykk gjennom laget av komposittmateriale for å varme opp laget, idet kombinasjonen er slik konstruert og anordnet at det er et luftmellomrom på den motstående side av laget av komposittmateriale mens oppvarmingen finner sted.

Apparatet kan være ifølge det første aspekt ved oppfinnelsen. Foringen omfatter fortrinnsvis laget av komposittmateriale sammen med et ytterlag av termoplastmateriale. En annen passende kombinasjon av apparat og foring kan også brukes.

Som med de to første aspekter av oppfinnelsen er det tilveiebringelse av trykksatt varmgass og luftmellomrommet som hjelper til den ensartede oppvarming av laget av komposittmateriale for å forbedre fremgangsmåtenes effektivitet.

Oppfinnelsen vil nå bli beskrevet i detalj og ved hjelp av eksempel og vedføyde tegninger, hvor: Fig. 1 viser skjematisk bruk av apparatet for foring av en kanal med en foring med et lag av komposittmateriale; fig. 2 viser et langsgående snitt gjennom apparatet på fig. 1 som har en innvendig varmeanordning for foringen; fig. 3 viser et langsgående snitt gjennom et modifisert apparat med utvendig varmeanordning for foringen; fig. 4 viser et langsgående snitt gjennom et modifisert apparat med en innvendig varmeanordning for foringen; fig. 5 er lik 4, men viser enda en modifikasjon; og fig. 6 er likt fig. 5 og viser en modifisert konsolideringsanordning.

Fig. 1 viser apparatet som brukes for foring av en undergrunnskanal, i dette tilfellet en vannhovedledning 1, med en foring 2 av fiberforsterket komposittmateriale for å danne et konstruksjonselement.

Foringen 2 er først fleksibel og omfatter et innerlag 3 av komposittmateriale omfattende filamenter av termoplast og filamenter av forsterkningsfibre, og et ytterlag 4 av termoplastmateriale. Hvert lag er utformet som et rør. Foretrukket materiale for innerlaget 3 er et lag som er strikket, flettet, vevet (eller på annen måte mattet sammen) fra tauer som vesentlig omfatter kontinuerlig filamenter av termoplast, f.eks. polypropylen og lignende kontinuerlig forsterkede fibre, slik som leveres fra Vetrotex International under vareverket TWINTX. Det er også mulig å bruke kortere fiberlengder forbundet sammen på passende måte. F.eks. kan de korte fibre mattes sammen med et termoplastisk bindemateriale, sydd, nålstanset eller stiftet. Innerlaget 3 har luftlommer mellom filamentene.

Apparatet omfatter en robotinnretning 5 (vanligvis kjent som en pigg) som blir beveget gjennom en seksjon av foring 2 som tidligere er satt inn i røret 1. Innretningen 5 har en fremre del 6, en midtre del 7 med varmeanordning 8 og bæreanordning 9 og en bakre del 10 med konsolideringsanordning 11. Innretningen 5 trekkes gjennom røret 1 av en vinsj 12 som bruker en kabel 13 festet til en fremre del 6. Varmeanordningen 8 omfatter et elektrisk element (eller et annet passende oppvarmingsselement) som varmer opp trykkluft og produserer varm gass som så tilføres innsiden av laget 3 for å smelte termoplastfilamentene. Bæreanordningen 9 frembringer et luftmellomrom 14 på utsiden av det innvendige lag 3 mellom det innvendige lag 3 og det utvendige lag 4. Elektrisiteten for varmeelementet 8 og trykkluften leveres av en generator og kompressor som henholdsvis befinner seg i en mobilenhet 15 som befinner seg over jorden og er forbundet til innretningen ved hjelp av en kabel 25 med ledninger for elektrisitet og luft. Trykkluften brukes også for konsolideringsanordningen som omfatter en fleksibel pose 11 som blåses opp av trykkluften for å trykke det oppvarmede innerlag 3 og det utvendige lag 4 mot innsiden av røret 1. Ved avkjølingen danner foringen 2 et konstruksjonselement i røret 1. Mobilenheten 15 omfatter også en programmerbar styreenhet for å styre bruken av de forskjellige deler. Det viste apparat vil normalt kunne omfore omtrent 100 meter av et rør i en enkelt kjøring.

Fig. 2 viser innretningen 5 og foringen 2 i detalj. Når foringen 2 settes inn i røret 1 kan det brettes opp ved den nederste del av røret. Etter hvert som innretningen 5 vandrer blir ytterlaget 4 først trykket mot røret og deretter innerlaget 3.

Den fremre del 6 av innretningen 5 omfatter en avrundet nese 16 med øye 17 som vinsjkabelen 13 er festet til. Flytingen av nesen 16 åpner opp innerlaget 3. Varmeelementet 8 er festet til baksiden av nesen 16 og har mindre diameter, slik at et mellomrom åpnes mellom varmeelementet 8 og innsiden av innerlaget 3. Varmgassen (opp til 180 °C) produsert av varmeelementet 8 er under trykk og blir tvunget gjennom innerlaget 3 av trykkforskjellen over innerlaget 3, mellom det høyere trykks innside og det lavere trykks luftmellomrom 14 på utsiden. Varmgassen driver luften ut av luftlommene og varmer således opp laget 3 fra innsiden. Varmgassen når det lavere trykk i luftmellomrommet 14 på utsiden av det innvendige lag 3. Luftmellomrommet 14 er tilveiebrakt av bæreanordningen 9 som også tjener til å rette gassen forover over nesen 16. Gassen, som fremdeles er varm, tjener til å forvarme de innvendige og utvendige lag 3, 4.

Bæreanordningen 9 omfatter en rørformet metallvogn 18 som omslutter del av nesen 16 og varmeelementet 8 og som er anordnet mellom det innvendige og utvendige lag. Hjulene 19 er montert rundt periferien av den radiale utside av vognen 18 for å rulle langs røret og ytterlaget 4. Den radiale innside 20 av vognen 18 har konturer. Et fremre, avrundet, ringformet fremspring 21 passer inn i en tilsvarende kontur av nesen 16, slik at bevegelsen av nesen 16 også trekker vognen 18 med. Andre fremspring 22, 23, 24 er an-

brakt med mellomrom langsetter varmeelementet 8 for å holde innerlaget 3 i riktig stilling.

Ved den bakre del 10 er den oppblåsbare pose 11, som f.eks. er laget av silikon-
gummi, festet til baksiden av varmeelementet 8. Når den er fylt med trykkluft ved et pas-
sende trykk, tvinger posen 11 det varme innerlag 3 mot ytterlaget 4 og røret 1 for å kon-
solidere og avkjøle det under trykk for å danne et konstruksjonselement.

Således blir foringen 2 under bruk satt inn i røret 1, eventuelt ved vinsjing. Inn-
retningen 5 blir så satt inn i foringen 2, slik at innerlaget 3 befinner seg mellom nesen 16
og vognen 18 og ytterlaget 4 blir radialt utenfor vognen 18. Innretningen 5 blir så brukt
av styreenheten for å tilføre trykkluft til varmeelementet 8 for å tilveiebringe varm gass
under trykk for å varme opp innerlaget 3 og deretter blåse opp posen 11 samt drive vin-
sjen 12 for å trekke innretningen 5 langs røret 1. Styreenheten regulerer gass, temperatur
og lufttrykk og innretningens hastighet.

Med innretningen 5 i en utgangsstilling forvarmer varmgassen rettet over nesen
16 en innledende del av foringen 2 og tvinger ytterlaget 4 mot røret 1. Varmgassen var-
mer også termoplastfilamentene av innerlaget 3 på en jevn måte på grunn av at trykkfor-
skjellen, som følge av luftmellomrommet 14, driver varmgassen gjennom tykkelsen av
laget 3 og erstatter luften i luftlommene med varm gass. Termoplastfilamentene vil derfor
smelte og det smeltede plastmaterialet omslutter forsterkningsfibrene. Innretningen beve-
ger seg langs en forutbestemt lengde hvorefter posen 11 blir blåst opp for å trykke det
varme innerlag 3 og det varme ytterlag 4 mot røret 1. Det smeltede plastmateriale av in-
nerlaget 3 blander seg nøye med forsterkningsfibrene som del av konsolideringen av la-
gene som deretter avkjøles og herder under trykk for å danne et konstruksjonselement.
Mens posen 11 konsoliderer den innledende del av foringen, varmer varmgassen den nes-
te del og fortsetter fremgangsmåten.

Innretningen tilveiebringer en effektiv måte å fore røret på. Fig. 3 viser en modi-
fisert innretning og tilsvarende referansenummer har blitt brukt for tilsvarende deler. Så-
ledes har innretningen 5 på fig. 3 samme grunnelementer som på fig. 2, men varmeele-
mentet 8 er tilveiebrakt på vognen 18 snarere enn festet mellom nesen 16 og posen 11.
Innerlaget 3 blir derfor oppvarmet fra utsiden istedenfor innsiden. Bæreanordningen 9
blir så dannet av et element 26 festet mellom nesen 16 og posen 11. Elementet 26 omfat-
ter langsgående finner 27, slik at det nødvendige luftmellomrom 14 tilveiebringes på inn-
siden av innerlaget 3. Varmgassen blir rettet forover gjennom nesen 16 for å forvarme
innerlaget 3. Forøvrig virker utførelsen på fig. 3 på samme måte som på fig. 2.

Fig. 4 viser et skjema av en modifikasjon av utførelsen på fig. 2 og tilsvarende
referansenummer har blitt brukt for tilsvarende deler. På fig. 4 er varmeelementet 8 igjen
tilveiebrakt fra innsiden av foringen 2 og er festet mellom nesen 16, som er sfærisk, og
posen 11 (vist ikke oppblåst). Bæreanordningen 9 omfatter, i stedet for å være en vogn
18, et ringformet element 30 som omslutter nesen 16 og varmeelementet 8 for å føre in-

nerlaget 3 og opprettholde luftmellomrommet 14 under oppvarming. Ringelementet 30 har en forstørret, fremre ende 31 rundt den sfæriske nese 16 og en rørformet, bakre ende 32 rundt varmeelementet 8. Elementet 30 kan ha hjul eller ruller (ikke vist) for å minske friksjonen. Forøvrig er konstruksjonen og bruken av utførelsen på fig. 4 lik det som er vist på fig. 2.

Fig. 5 viser en modifikasjon av utførelsen på fig. 4. På fig. 5 omfatter den fremre del 6 av innretningen en toroid endehette 33 med øyet 17 som vinsjkabelen 13 er festet til. Varmeelementet 8 strekker seg mellom endehetten 33 og posen 11. Bæreanordningen 9 omfatter delvis konisk element 34, også festet mellom hetten 33 og posen 11. Diameteren av elementet 34 øker fra den fremre del til den bakre del, og innerlaget 3 blir ført langs utsiden av dette. Det har blitt funnet at elementet 34 danner en føring for innerlaget 3 slik at luftmellomrommet 14 opprettholdes mellom innerlaget 3 og røret 1 under oppvarming. Det oppnår også innerlaget 3 gradvis opp etter hvert som det varmes opp, slik at konsolideringen blir mer effektiv. Forøvrig er konstruksjonen og bruken av utførelsen på fig. 5 den samme som vist på fig. 4.

Fig. 6 viser en modifikasjon av utførelsen på fig. 5. På fig. 6 er den fremre del 6 og den midtre del med varmeelementet 8 og det koniske element 34 likt det som er vist på fig. 5, selv om det koniske element 34 har en bakre endehette 35. Den bakre del 10 med konsolideringsanordningen 11 er modifisert ettersom den ikke er festet til den midtre del 7. Konsolideringsanordningen har fremdeles en fleksibel oppblåsbar pose 36, men den blir blåst opp fra den bakre ende og får rulle ut mot foringen 2 etter hvert som innretningen 5 beveger seg langsetter. Rullekontakten mellom foringen 2 og posen 36 danner mindre friksjon enn glidekontakten av figurene 2-5. Det vil derfor være mulig for innretningen 5 på fig. 6 å bevege seg kontinuerlig snarere enn i de viste trinn som vist på fig. 2-5.

Patentkrav

1. Foringsomdanningsapparat tilpasset for å omdanne en fleksibel foring (2) med et lag (3) av komposittmateriale omfattende termoplastmateriale og forsterkningsfibre til et konstruksjonselement i en kanal (1), omfattende en fremre del (6) som kan settes inn i foringen (2), en midtre del (7) med en varmeanordning (8) på den ene side av laget (3) av komposittmaterialet og en bakre del (10) med en konsolideringsanordning (11) for å drive det oppvarmede lag (3) av komposittmaterialet mot kanalen (1) for konsolidering og avkjøling under trykk for å danne konstruksjonselementet, hvor varmeanordningen (8) produserer trykksatt varm gass, idet den midtre del er slik konstruert og anordnet at den driver varm gass under trykk gjennom laget (3) av komposittmateriale for å varme laget, og tilveiebringer et luftmellomrom (14) på den motstående side av laget av komposittmaterialet mens oppvarmingen finner sted.

2. Apparat ifølge krav 1, **karakterisert ved** at varmgassen rettes fra luftmellomrommet (14) forover for å tilveiebringe forvarming av foringen (2) ved den fremre del (6).

3. Apparat ifølge krav 1 eller 2, **karakterisert ved** at varmgassen er produsert ved å varme opp en tilførsel av trykkluft.

4. Apparat ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at trykkluft brukes som konsolideringsanordningen (11).

5. Apparat ifølge krav 4, **karakterisert ved** at konsolideringsanordningen omfatter en fleksibel poseanordning (11, 36) som kan blåses opp av trykkluften.

6. Apparat ifølge krav 5, **karakterisert ved** at den fleksible poseanordning (11) er festet til den midtre del (7).

7. Apparat ifølge krav 5, **karakterisert ved** at den fleksible poseanordning (36) er atskilt fra den midtre del (7) og ved bruk ekspanderes fra baksiden mens den ruller ut.

8. Apparat ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at den midtre del (7) har innvendige og utvendige elementer idet ett av det innvendige og utvendige element har varmeanordningen (8) og det andre har bæreanordning (9) for å tilveiebringe luftmellomrommet (14).

9. Apparat ifølge krav 8, **karakterisert ved** at det innvendige element har varmeanordningen (8), slik at laget (3) av komposittmaterialet ved bruk, blir varmet opp fra innsiden, mens det ytre lag (9) tilveiebringer luftmellomrommet mellom utsiden av komposittmaterialet (3) og kanalen (1).

10. Apparat ifølge krav 8 eller 9, **karakterisert ved** at det ytre element (30) er ringformet og omslutter og er anbrakt i avstand fra det innvendige element, og laget (3) av komposittmateriale under bruk bæres mellom det innvendige og utvendige element (8, 30).

11. Apparat ifølge krav 8 eller 9, **karakterisert ved** at det ytre element (34) øker i diameter fra den fremre del (6) til den bakre del (10) og laget (3) av komposittmateriale ved bruk blir ført på utsiden av det ytre element (34).

12. Apparat ifølge krav 11, **karakterisert ved** at det ytre element (34) er kjeglestumpformet.

13. Apparat ifølge krav 8 eller 9, **karakterisert ved** at det ytre element omfatter en bærevoan (18) som omslutter og befinner seg i avstand fra det indre element (8).

14. Apparat ifølge krav 13, **karakterisert ved** at vognen (18) har utvendige hjul (19) som den ruller på langs innsiden av kanalen.

15. Apparat ifølge krav 13 eller 14, **karakterisert ved** at vognen (18) strekker seg forover for å omslutte hele eller del av den fremre del (6).

16. Apparat ifølge krav 8, **karakterisert ved** at de ytre element har varmeanordningen (8), slik at laget (3) av komposittmateriale under bruk blir varmet opp fra utsiden, og det innvendige element har bæreanordning (26) som tilveiebringer luftmellomrommet (14) mellom innsiden av laget og det innvendige element.

17. Apparat ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at foringen (2) omfatter et utvendig termoplastlag (4) mellom kanalen (1) og laget (3) av komposittmateriale.

18. Fremgangsmåte for foring av en kanal omfattende:

20 å sette inn i kanalen (1) en fleksibel foring (2) med et lag (3) av komposittmateriale omfattende termoplastmateriale og forsterkningsfibere;

25 å produsere varm gass på den ene side av laget (3) av komposittmateriale og drive varmgassen under trykk gjennom laget (3) av komposittmateriale samtidig som det opprettholdes et luftmellomrom (14) på den motstående side av laget (3) for å smelte termoplastmaterialet;

å tilføre trykk mot det oppvarmede lag (3) for å drive det mot kanalen (1) for konsolidering; og

å la foringen (2) avkjøles under trykk mens den er i kontakt med kanalen (1) for å herde laget (3) av komposittmateriale til et konstruksjonselement.

30 19. Fremgangsmåte ifølge krav 18, **karakterisert ved** at varmgassen rettes fra luftmellomrommet (14) for å tilveiebringe foroppvarming av foringen (2).

20. Fremgangsmåte ifølge krav 18 eller 19, **karakterisert ved** at foringen (2) settes inn i kanalen (1) i en sammenfoldet konfigurasjon og deretter blir ekspandert.

35 21. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 18-20, **karakterisert ved** at apparatet ifølge kravene 1-17, etter innsettelse av foringen (2) i kanalen (1), blir ført gjennom kanalen for å utføre fremgangsmåten.

22. Kombinasjon av apparat og en fleksibel foring for å danne et konstruksjonselement for å fore en kanal, hvor foringen (2) omfatter et lag (3) av komposittmateriale omfattende termoplastmateriale og forsterkningsfibere og som kan settes inn i kanalen

(1), og apparatet har en fremre del (6) som kan settes inn i foringen (2), en midtre del (7) med varmeanordning (8) på den ene side av laget (3) av komposittmaterialet og en bakre del (10) med konsolideringsanordning (11) for å drive det oppvarmede laget (3) av komposittmateriale mot kanalen (1) for konsolidering og avkjøling under trykk for å danne konstruksjonselementet, hvor varmeanordningen (8) produserer varm gass som drives under trykk gjennom laget (3) av komposittmateriale for å varme opp laget (3), idet kombinasjonen er slik konstruert og anordnet at det er et luftmellomrom på den motstående side av laget av komposittmateriale mens oppvarmingen finner sted.

23. Kombinasjon ifølge krav 22, **karakterisert ved** at apparatet er som angitt i ett av kravene 1-17.

24. Kombinasjon ifølge krav 22 eller krav 23, **karakterisert ved** at foringen (2) omfatter et lag (3) av komposittmateriale sammen med et ytterlag (4) av termoplastmateriale.

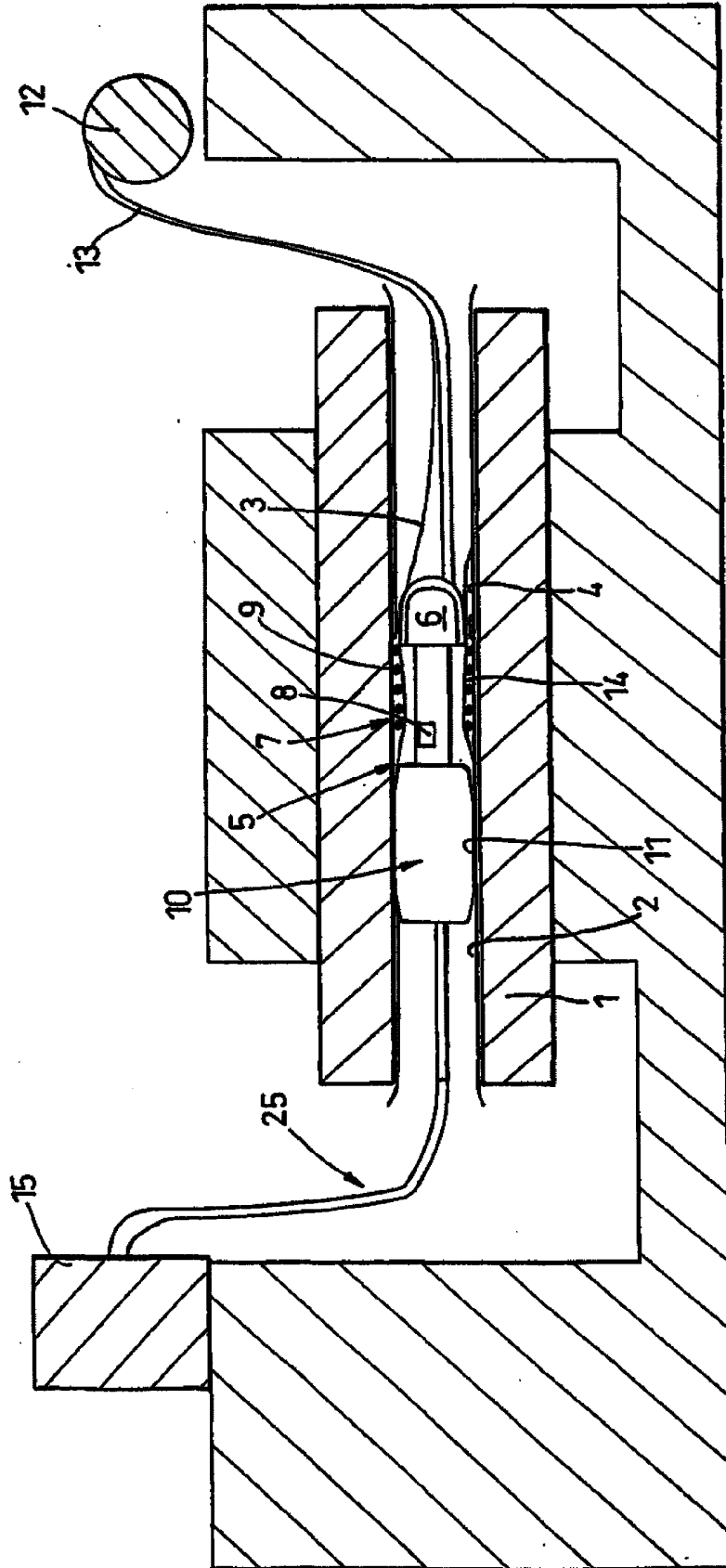


Fig. 1

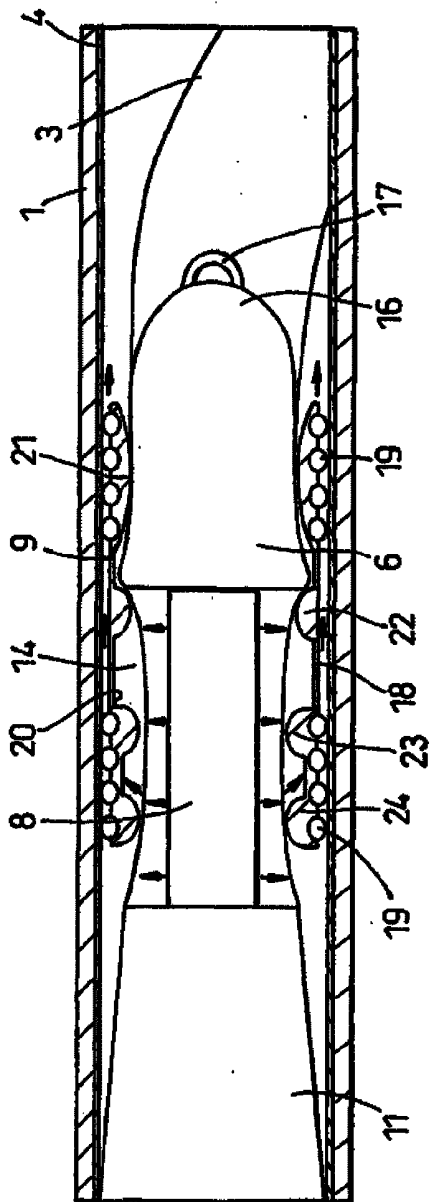


Fig. 2

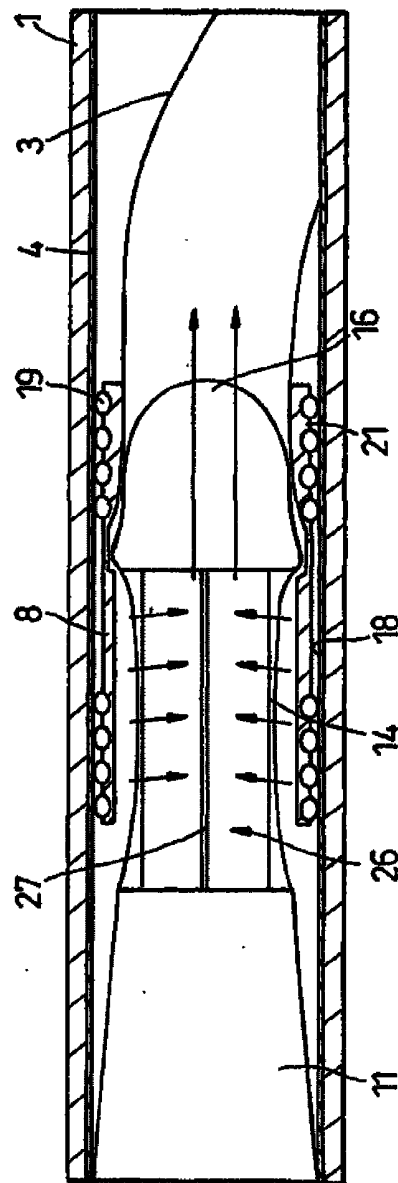


Fig. 3

3/3

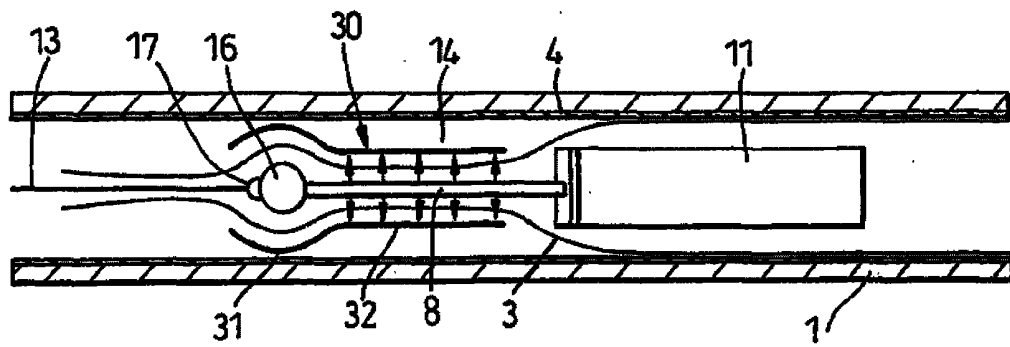


Fig. 4

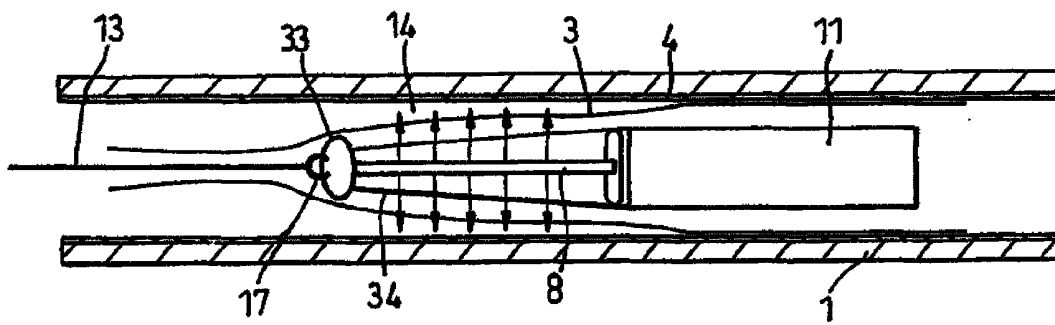


Fig. 5

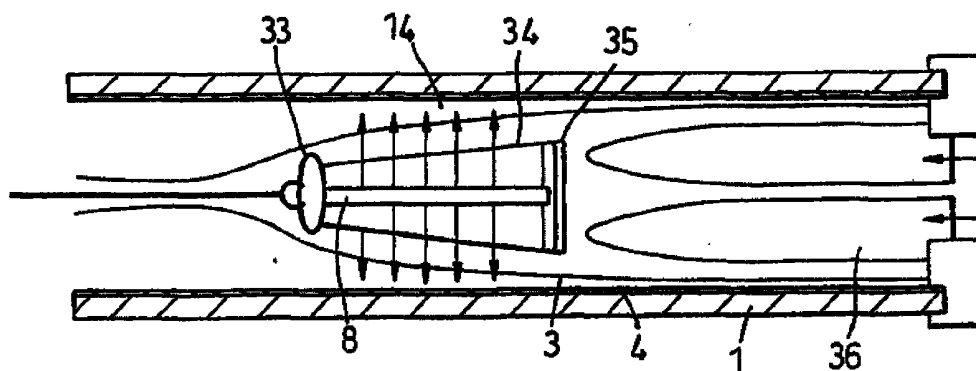


Fig. 6