



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **314006**

(13) B1

(51) Int Cl⁷

F 03 B 11/04, 3/02

Patentstyret

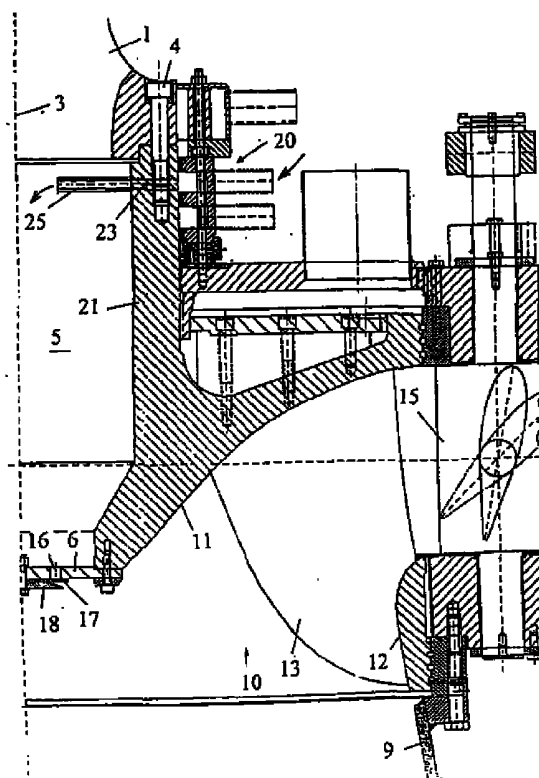
(21) Søknadsnr	20006532	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	2000.12.20	(85) Videreføringdag	
(24) Løpedag	2000.12.20	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	2002.06.21		
(45) Meddelt dato	2003.01.13		
(71) Patenthaver	GE Energy (Norway) AS, Postboks 125, 2027 Kjeller, NO		
(72) Oppfinner	Einar Sundsvold, Oslo, NO Birger Godal Holt, 0690 Oslo, NO		
(74) Fullmektig	Rolf Chr. B Larsen - ABC-Patent, Siviling. Rolf Chr. B. Larsen AS, 0602 Oslo		

(54) Benevnelse **Francis- eventuelt pumpeturbin**

(56) Anførte publikasjoner US 2079258, US 5653577, CH 403680

(57) Sammendrag

Francis- eventuelt pumpeturbin omfattende en turbinaksel (1) som bærer et løpehjul (10) med et nav (11) som har et indre hulrom (5). Hulrommet er i det minste delvis lukket (6) ved den nedstrøms ende av navet (11), men er forsynt med én eller flere åpninger (16). et er anordnet midler (23) for tilførsel av luft i hulrommet (5). forbindelse med luft- tilførselskanaler (23) som i det minste delvis forløper radielt inn til hulrommet (5) gjennom navet (11) eller et tilstøtende endeparti av turbinakselen (1), er det anordnet luftføringselementer (25) for å lede tilført luft inn mot et sentralt område i hulrommet (5).



Denne oppfinnelse angår en Francis- eventuelt pumpe-
turbin omfattende en turbinaksel som bærer et løpehjul med et
nav som har et indre hulrom, hvor hulrommet er i det minste
delvis lukket ved den nedstrøms ende av navet, men er forsynt
5 med én eller flere åpninger, og omfattende midler for til-
førsel av luft i hulrommet.

Oppfinnelsen er særlig aktuell for oppgradering av
eksisterende turbiner av den her angitte art, men kan også
med fordel utnyttes i nykonstruksjoner. Turbinene kan være
10 konstruert for horisontal eller vertikal akse. Ofte kan det
være anordnet i det minste en tilbakeslagsventil i
tilknytning til luft-tilførselen eller hulrommet.

For vannturbiner av typen Francis- og andre fulltur-
biner, er det kjent at det kan oppstå trykkpulsasjoner i
15 sugerøret når maskinen opererer utenfor sitt beste virknings-
grads-område. Dette skyldes en sugerørsvirvel som oppstår nær
sentrum av sugerørskonusen, og uten luft-tilgang kan denne ha
karakter av kavitasjon. Trykkpulsasjoner og/eller kavitasjon
i sugerøret er et fenomen som ikke er ønskelig og som kan
20 medføre store, uheldige og i noen tilfeller farlige trykk-
pulsasjoner andre steder i vannveien. Store trykkpulsasjoner
fører ofte også til effektependlinger på maskinen.

Det er kjent at luft-tilførsel til sugerøret kan dempe
slike sugerørssvingninger, og derved også bidra til penere
25 gange av turbinen. Luft kan tvinges inn ved hjelp av kom-
pressor, eller turbinen kan suge den inn uten hjelp fra
trykkluft, hvilket er det enkleste. Luft kan i prinsippet
injiseres hvor som helst i sugerøret, såsom ved en
sugerørsvegg eller gjennom løpehjulsnavet. Ved å lede luft
30 inn til sentrum av sugerøret gjennom navet, kommer luften inn
til områder med lavest trykk. Den lar seg der lettere
injiseres ved naturlig sug, hvilket er det foretrukne i
forbindelse med oppfinnelsen.

Det er kjent fra mange tidligere turbinkonstruksjoner å
35 anordne midler for slik tilførsel av luft, herunder luft-
tilførsel til et hulrom i løpehjulsnavet. Et eksempel på
tilførsel av luft ved, men på utsiden av navet, er gitt i
europeisk patentsøknad 94.810.683.6, hvor luft-tilførselen
skjer uten bruk av kompressor.

Luft kan ledes til lavtrykkssonene etter løpehjulet gjennom hull boret i turbinens aksel. Det kreves da ofte en meget pålitelig tilbakeslagsventil i luftveien, slik at ikke vann ledes inn i kraftstasjonen og kommer i konflikt med

5 f.eks. generator eller lignende ved et turbinavslag eller en annen situasjon hvor trykket i sugerøret midlertidig eller mer varig blir unormalt stort.

Det problem som oppfinnelsen er rettet mot i slike turbiner, er at navhulrommet til tross for tilstedeværelsen

10 av én eller flere tilbakeslagsventiler, vil kunne være utsatt for vanninntrengning. Dette vannet vil komme i rotasjon sammen med løpehjulet og vil som følge av sentrifugalvirkningen danne et vannlag mot de mer eller mindre sylindriske indre vegger i navhulrommet. Når den

15 ovenfor omtalte luft-tilførsel skjer radielt eller skrått inn i hulrommet, blir derfor luft-tilførselen hindret eller helt blokkert av dette vannet.

Grunnen til at det i noen tilfeller vil være vann inne i navet, og dermed tidvis sperre for luftinnsug, er at mange

20 turbiner har et område hvor de ikke suger luft. Trykket i sentrum av sugerørsnav/-konus kan i enkelte driftspunkter pendle omkring atmosfæretrykket, og vann vil trenge inn i navets indre og der danne nevnte vannlag eller en vannring som enten vil sperre helt for luftinnsug, eller trykk-pulsasjonene i sugerøret kan forverres på grunn av at luftinnsuget

25 ikke er stabilt. En tilbakeslagsventil i utløpet av navet kan hjelpe på å holde vanninntrengningen på et lavt nivå, men nesten uansett hvor god kvalitet det er på en slik tilbakeslagsventil, kan den ikke sperre fullstendig for vanninntrengning fra sugerøret i slike situasjoner. Den eneste vei

30 for vannet å komme ut av navhulrommet på, er vanligvis gjennom luftehullene.

I de tilfeller hvor trykket ved en nedstrøms navavslutning er større enn atmosfæretrykket, vil navet fylles med

35 vann hvis det ikke er plassert en tilbakeslagsventil ved navavslutningen.

En enkel og praktisk fordelaktig løsning på problemet blir ifølge oppfinnelsen oppnådd primært ved at det i forbindelse med luft-tilførselskanaler som i det minste delvis

forløper radielt inn til hulrommet gjennom navet eller et tilstøtende endeparti av turbinakselen, er anordnet luftføringsselementer for å lede tilført luft inn mot et sentralt område i hulrommet.

5 Oppfinnelsen innebærer således løsninger som i praksis kan bestå i å lede luft av atmosfæretrykk fra pakkboks eller lokk gjennom løpehjulsnaget inn mot sentrum av dette, ved å benytte rør eller annen beskyttelse mot den vannring som kan stå inne i løpehjulsnaget og til tider blokkere for luftinnsug gjennom luftinnslipningshullene i turbinnaget.

10 Ifølge spesielle utførelser av oppfinnelsen er luftføringsselementene anordnet og dimensjonert slik at de strekker seg innad i det nevnte sentrale området til en avstand fra turbinens rotasjonsakse som er tilnærmet lik eller mindre enn den største avstand som noe parti av nevnte åpning(er) har fra rotasjonsaksen. Luftføringsselementene kan hensiktsmessig ha form av rør, kanaler, slanger eller en radiell plate, slik det fremgår av den følgende beskrivelse i tilknytning til tegningene, og av patentkravene.

20 Prinsippet bak oppfinnelsen er således å lede luften inn mot sentrum av navet i de tilfellene hvor man har et nav med relativt stort innvendig hulrom, og inn til et område hvor diameteren er tilnærmet den samme som der hvor luften videre går ut av navet og ut i sugerøret. Oppfinnelsen vil derved sikre at turbinen, i de tilfeller hvor trykket ved navavslutningen tilsier det, vil suge luft i de driftsområder hvor det er påkrevet.

30 Dermed blir det oppnådd en meget fordelaktig beskyttelse av den vei luften må gå for å slippe gjennom luftehullene eller -kanalene inn til det innvendige større hulrom i navet, selv om dette tidvis skulle være mer eller mindre vannfylt.

Oppfinnelsen skal i det følgende forklares nærmere under henvisning til flere utførelseseksempler, som er illustrert på tegningene i form av aksielt snitt gjennom Francis-løpehjul med visse tilstøtende deler av turbinkonstruksjonen.

Fig. 1 viser en første utførelse ifølge oppfinnelsen,

fig. 2 viser en annen utførelse ifølge oppfinnelsen,

fig. 3 viser en tredje utførelse ifølge oppfinnelsen,

fig. 4 viser en fjerde utførelse ifølge oppfinnelsen, og

fig. 5 viser en femte utførelse som kan ansees å være en variant av utførelsen på fig. 1.

Alle tegningsfigurene er orientert slik at turbinkonstruksjonene vises med vertikal akse 3, men det er klart at turbinene like gjerne kan være installert med horisontal akse. En bærende turbinaksel 1 som vist på fig. 1 vil på vanlig måte fortsette oppad for kobling til en generator i en kraftstasjon. På alle tegningsfigurene er løpehjulets nav betegnet 11. Dette har et indre hulrom 5 som oppad er lukket ved den nedre ende av turbinakselen 1 og nedad med en dekkplate som på fig. 1 er betegnet 6 og på de øvrige figurer 36.

Løpehjulets skovler er på alle tegningsfigurene betegnet 13, mens 10 på fig. 1 betegner løpehjulet som helhet, 12 er en krans som sammen med navet 11 holder skovlene 13 på plass. En øvre del 9 av turbinens sugerør er også vist. Dessuten viser fig. 1 ledeskovler 15.

Det nedre endeparti av akselen 1 er utformet med en flens for sammenføyning med toppen av navet 11 ved hjelp av bolter 4. Navet 11 har et mer eller mindre sylindrisk veggparti 21 som oventil har hull for boltene 4. Utvendig på veggpartiet 21 er det på vanlig måte anordnet en pakkboks 20. Som likeledes tidligere kjent er det i tilknytning til pakkboksen laget kanaler eller boringer 23 gjennom veggpartiet 21 for tilførsel av luft til hulrommet 5.

Som forklart innledningsvis vil kanalene 23 gjennom en slik nav-vegg i mange tilfeller være utsatt for blokkering som følge av vanninntrengning i navhulrommet 5. Den løsning som oppfinnelsen ifølge utførelsen på fig. 1 angir, består i å anordne stort sett radielle rør 25 fra kanalene 23 innad i hulrommet 5 i retning mot akselen 3, i tilstrekkelig lengde til at det vannlag som vil legge seg mot veggen 23, ikke blokkerer den radielt indre ende av røret 25.

I eksisterende turbinløpehjul vil det normalt være tildannet et visst antall kanaler 23 i henhold til vanlig praksis, og i så fall kan det innmonteres forlengelsesrør 25 på samtlige av disse eksisterende kanaler eller på noen av disse.

Viktige detaljer i denne forbindelse er illustrert ved den nedre ende av navet 11, hvor dekkplaten 6 er forsynt med en tilbakeslagsventil. Denne omfatter hull 16 i platen 6 og et plateformet, fleksibelt ventillegeme 17 som virker til å lukke åpningen 16 når trykket på undersiden er større enn trykket på oversiden. En støtte- eller bakplate 18 tjener til å begrense åpningsbevegelsen av ventilplaten 17.

Med en tilbakeslagsventil plassert som vist på fig. 1 vil normalt det vannlag som kan oppstå ved vanninntrengning i hulrommet 5, ikke kunne bli tykkere ut fra veggen 21 enn til en radius svarende tilnærmet til den største avstand som noe parti av åpningen 16 har fra aksen 3. Følgelig er det foretrukket at røret 25 strekker seg radielt innad mot aksen 3 til en avstand fra denne som tilsvarer eller er noe mindre enn den avstand som åpningen 16 har fra aksen.

På fig. 2 gjenfinnes turbinaksel 1 og akse 3, samt løpehjul med nav 11 og skovler 13. Likeledes er det vist bolter 4 for befestigelse av navet til et flensparti 31 på akselen 1. En pakkboks 30 er her plassert mot et samvirkende parti av akselen 1 ovenfor flenspartiet 31.

Selve navet 11 er her forlenget med en konus 11A som nederst bærer en dekkplate 36 med en sentral lufteåpning 36A og et antall periferiske lufteåpninger 36B. En tilbakeslagsventil 37 er her skjematisk vist i et luftrør 38 som kommuniserer med hulrommet 5 (se piler) gjennom kanaler 33.

Den nedre ende av akselen 1 kan være lukket med en endeplate 32, som eventuelt kan være en overflate som avslutter akselen nedad.

Kanalene 33 i flenspartiet 31 har her tilsvarende funksjon som kanalene 23 på fig. 1. Fra munningen av kanalene 33 ved flaten eller endeplaten 32, er det ført rør 35 som ender i en nedadbøyet stuss radielt innenfor et festeklammer 34 som forankrer røret 35 til flaten 32.

En variant er vist stiplet på fig. 2 i form av en forlengelse 35A nedad av røret 35 for å bringe luften lengre ned sentralt i hulrommet 5 til et utløp som klart ligger nærmere aksen 3 enn lufteåpningene 36B gjør.

Konstruksjonen på fig. 3 er i utgangspunktet, f.eks. i en eksisterende turbin, helt tilsvarende den på fig. 2. Fig. 3 viser imidlertid en utførelse hvor det spesielle luftføringsselement har form av en radiell plate 45 med en sentral åpning 47. Med den viste plassering og utformning av platen 5 vil følgelig luft som suges inn eller tilføres gjennom kanalene 33 bli ledet i hovedsakelig radiell retning inn mot det sentrale området av hulrommet 5 i den øvre del av dette, det vil si motsatt av den nedstrøms ende av navet 11, 11A. 10 Virkningen på luft-tilførselen utenfra blir også her tilnærmet analog med det som blir oppnådd med utførelsene på fig. 1 og 2.

Rent praktisk kan ledeplaten 45 monteres på en ansats på den øvre del av en indre nav-vegg 41, slik som illustrert på 15 fig. 3. Slik montering vil forholdsvis lett kunne utføres på eksisterende turbin-løpehjul.

Fig. 4 viser igjen en utførelse basert på en konstruksjon som i utgangspunktet tilsvarer dem som er vist på fig. 2 og 3, bortsett fra at flenspartiet 31 nederst på 20 turbinakselen 1 her er forutsatt å være i det vesentlige massivt. Dermed kan det ifølge oppfinnelsen bores luft-tilførselshull 50 på skrå med en vesentlig radiell komponent fra et tilsvarende sted som luftinntakene på fig. 2 og 3, til munnings av kanalene 50 i endeflaten 32 forholdsvis langt 25 inn mot akselen 3. I visse tilfeller vil en slik forlenget utførelse av luft-tilførselskanalene eller -føringsselementene 50 være fordelaktig, med oppnåelse av tilsvarende virkning som ved hjelp av ledeplaten 47 på fig. 3 eller rørene 25, 35 på fig. 1 og 2. I dette tilfellet er det altså orienteringen og dimensjonen (forlengelsen) av kanalene 50 som utgjør de 30 foran omtalte luftføringsselementer.

Endelig viser fig. 5 en utførelse som er mer eller mindre analog med den på fig. 1, idet rørene 25 på fig. 1 er erstattet med tilsvarende radielle hull 55 boret gjennom et i 35 det vesentlige plateformet fyllstykke 56 innsatt i hulrommet 5 på nivå med de tidligere omtalte rør 25. Fyllstykket 56 vil kunne monteres og festes på tilsvarende måte som ledeplaten 45 på fig. 3.

Av ovenstående fremgår det at beskyttelse av luftveien utenfra inn i navets hulrom 5 slik at vann som måtte befinne seg i dette ikke hindrer luft-tilførselen, blir oppnådd ifølge oppfinnelsen ved å anordne forlengelser eller luftføringselementer fra konvensjonelle luft-tilførselskanaler inn mot et sentralt område av navhulrommet, ved hjelp av rør, en plate, et fullstykke med hullboringer eller særskilt orienterte kanaler evt. boringer i aksselflens eller boss. Luftføringselementene kan forløpe på forskjellige måter, mer eller mindre radielt eller skrått slik som illustrert på tegningene, og det vesentlige er at luften blir ledet inn mot det sentrale område i hulrommet uten å bli blokkert av vann.

P a t e n t k r a v

1. Francis- eventuelt pumpeturbin omfattende en turbinaksel (1) som bærer et løpehjul (10) med et nav (11) som har et indre hulrom (5), hvor hulrommet er i det minste delvis lukket (6,36) ved den nedstrøms ende av navet (11), men er forsynt med én eller flere åpninger (16,36A), og omfattende midler (23,33) for tilførsel av luft i hulrommet (5), k a r a k t e r i s e r t v e d at det i forbindelse med luft-tilførselskanaler (23,33) som i det minste delvis forløper radielt inn til hulrommet (5) gjennom navet (11,21) eller et tilstøtende endeparti (31) av turbinakselen (1), er anordnet luftføringselementer (25,35,45,50,55) for å lede tilført luft inn mot et sentralt område i hulrommet (5).

2. Turbin ifølge krav 1, hvor luftføringselementene (25,35,45,50,55) strekker seg radielt innad i det nevnte sentrale området til en avstand fra turbinens rotasjonsakse (3) som er tilnærmet lik eller mindre enn den største avstand som noe parti av nevnte åpning(er) (16,36A) har fra rotasjonsaksen.

3. Turbin ifølge krav 1 eller 2, hvor luftføringselementene (25,35,45,50,55) er innrettet til å lede tilført luft i hovedsakelig radiell retning og fortrinnsvis til et sentralt område i hulrommet (5) motsatt av den nevnte nedstrøms ende av navet (11).

4. Turbin ifølge krav 1,2 eller 3, hvor luftføringselementene omfatter et antall rør (25) som ved sin radielt ytre ende kommuniserer med hver sin luft-tilførselskanal (23).

5. Turbin ifølge krav 4, hvor luft-tilføringsrør (35) som kommuniserer med kanaler (33) i endepartiet (31) av turbinakselen (1) er festet (34) til en endeflate (32) på turbinakselen.

6. Turbin ifølge krav 1,2 eller 3, hvor luftføringselementene har form av hovedsakelig radielle hull (55) boret gjennom et i det vesentlige plateformet fyllstykke (56) i hulrommet (5).

7. Turbin ifølge krav 1,2 eller 3, hvor luftføringselementene omfatter en hovedsakelig radiell plate (45) plassert nærmere den nevnte nedstrøms ende av navet (11) enn luft-tilførselskanalene (33) og forsynt med en sentral åpning (47) hvis periferi forløper i en avstand fra turbinens rotasjonsakse (3) som fortrinnsvis er tilnærmet lik eller mindre enn den største avstand som noe parti av nevnte åpning(er) (36A) har fra rotasjonsaksen.

8. Turbin ifølge krav 1, 2 eller 3, hvor luftføringselementene har form av kanaler eller boringer (50) i forlengelse av hver sin luft-tilførselskanal gjennom endepartiet (31) av turbinakselen (1).

9. Turbin ifølge et av kravene 1-8, hvor tilførselen av luft til hulrommet (5) besørges under innvirkning av trykk-differanser som oppstår under drift av turbinen.

10. Turbin ifølge et av kravene 1-9, hvor det er anordnet en tilbakeslagsventil (16,17) i tilknytning til luft-tilførselen.

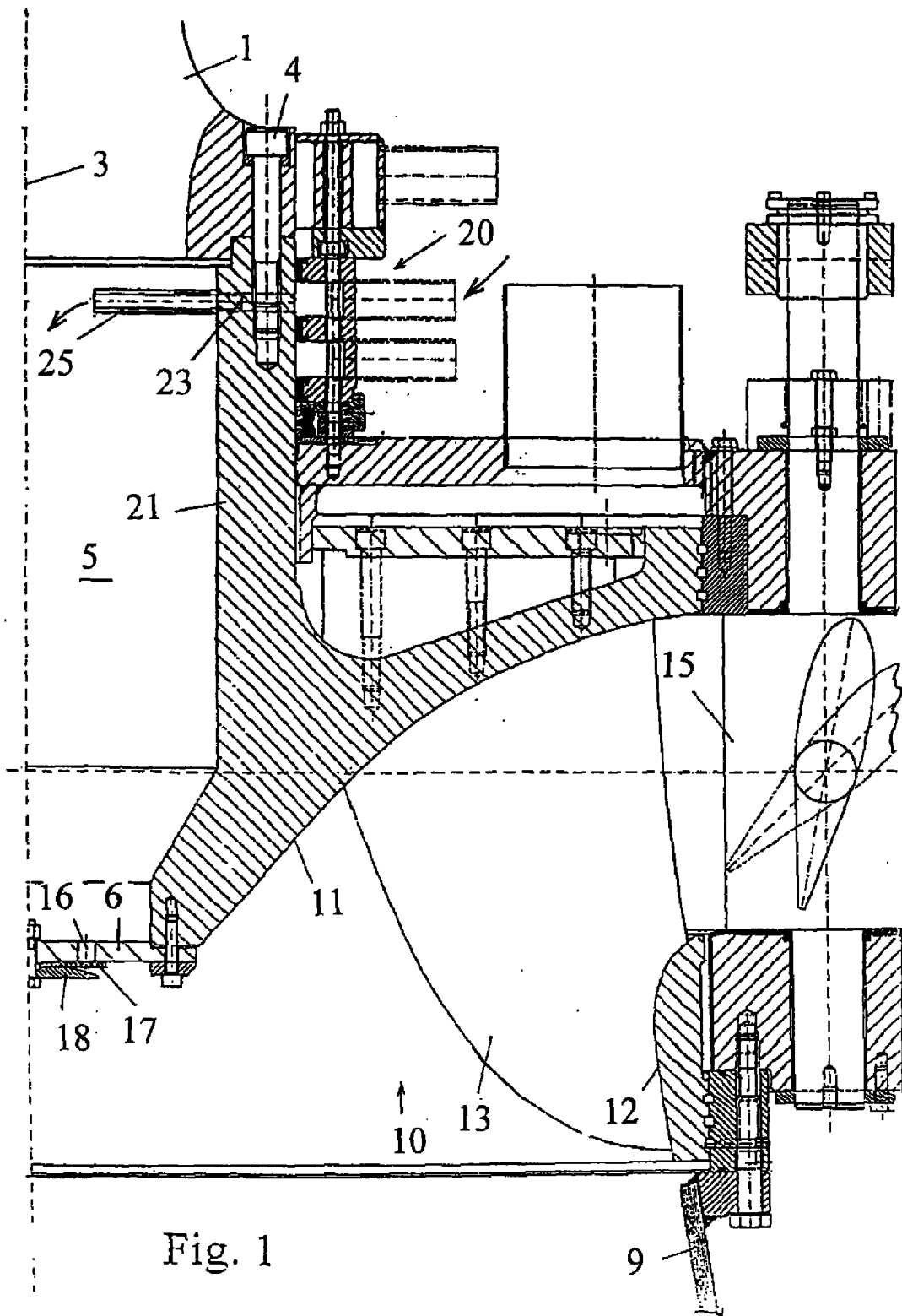


Fig. 1

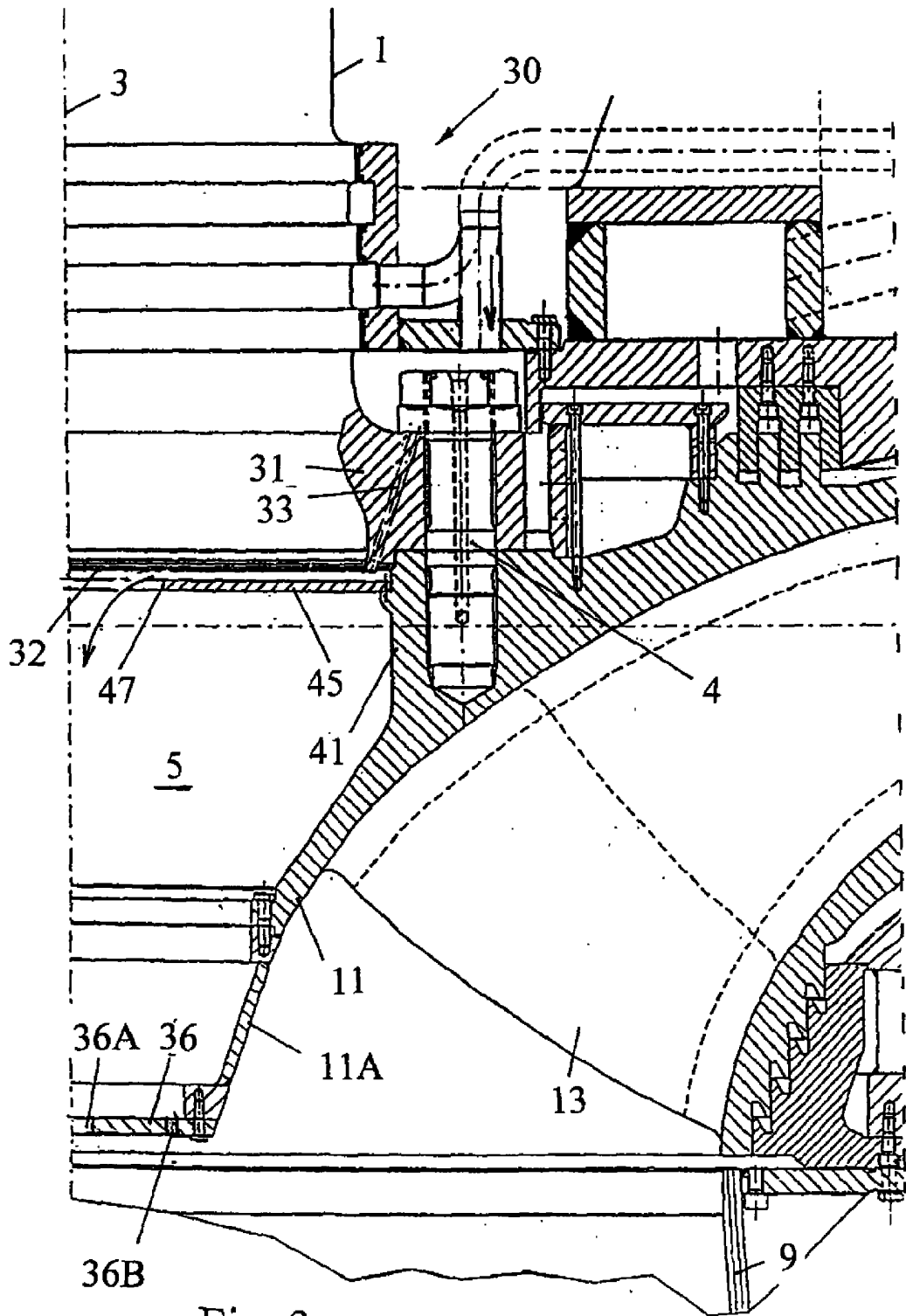


Fig. 3

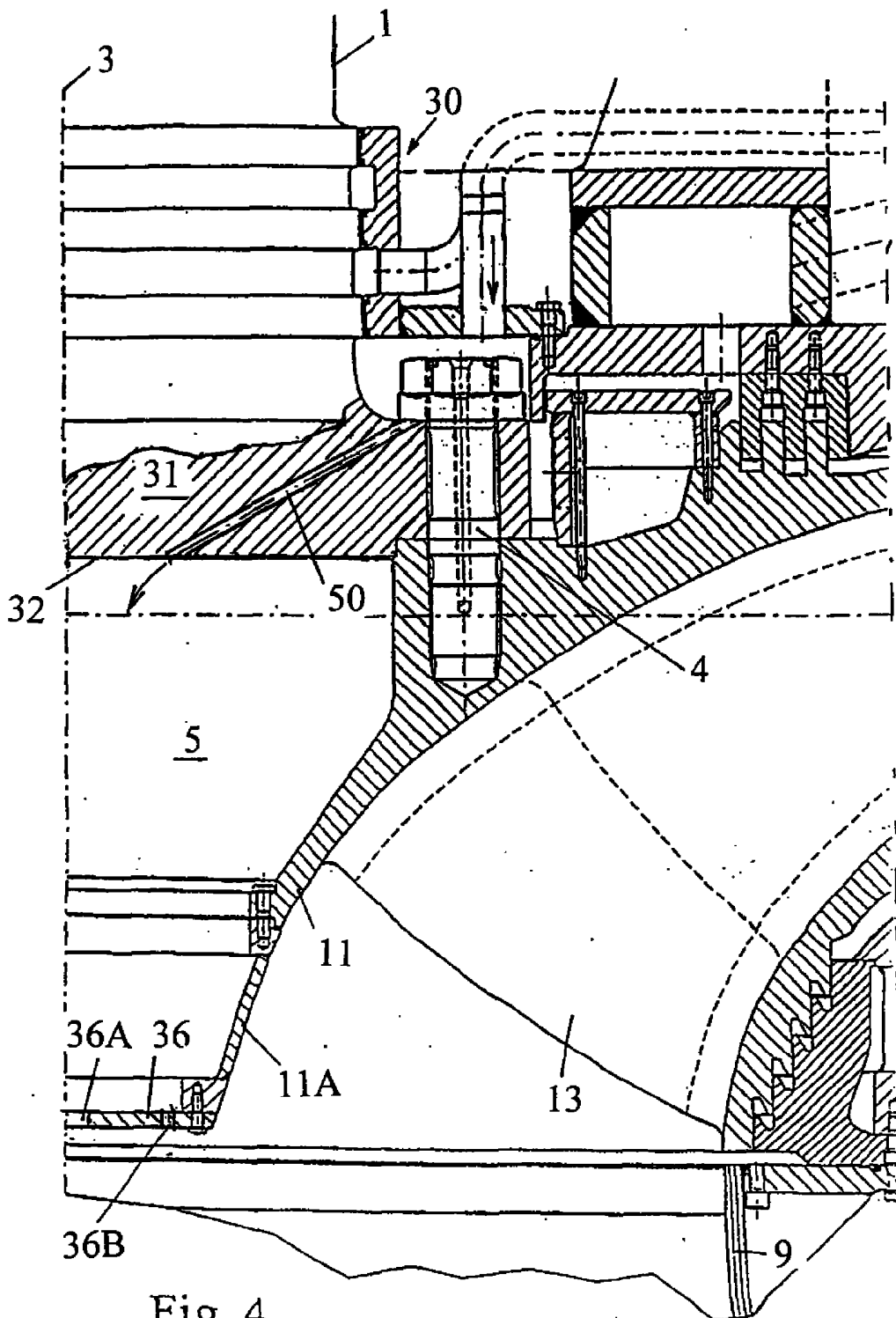


Fig. 4

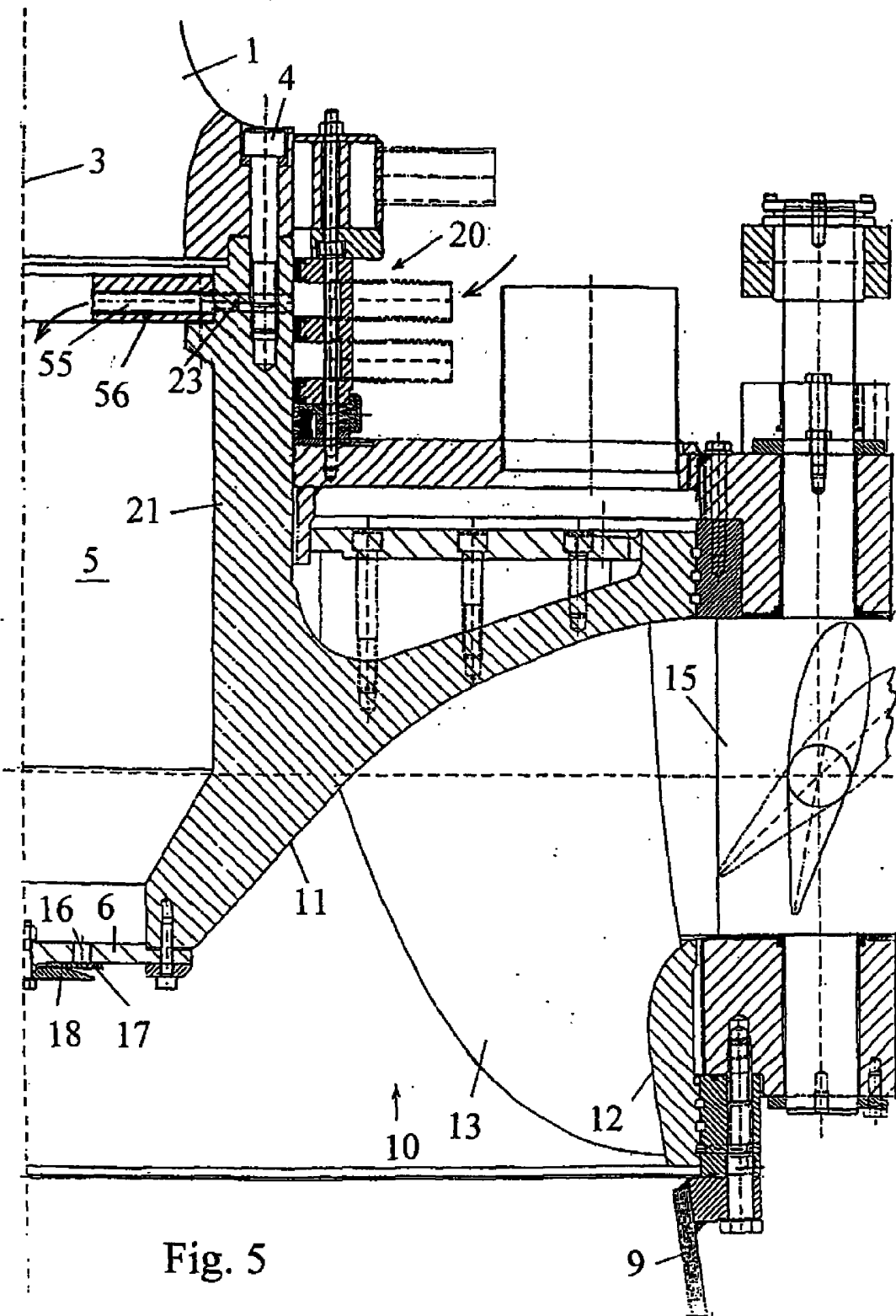


Fig. 5