



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **318654**

(13) **B1**

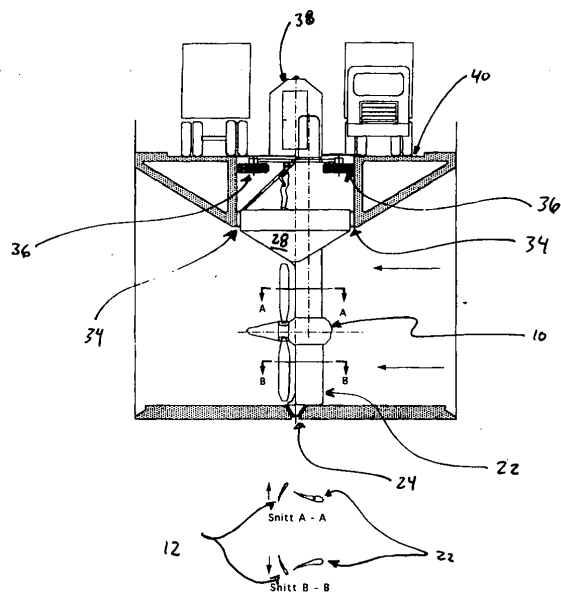
(51) Int Cl⁷

F 03 B 13/26, 13/10

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20033625	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2003.08.14	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2003.08.14	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2005.02.15			
(45)	Meddelt	2005.04.25			
(73)	Innehaver	TideTec AS , Ingiers vei 17, 1167 Oslo, NO			
(72)	Oppfinner	Per Kollandsrud, c/o TideTec AS, Ingiers vei 17, 1167 Oslo, NO			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS , Postboks 765 Sentrum, 0106 OSLO, NO			
(54)	Benevnelse	Anordning ved tidevannsdrevet energigenerator			
(56)	Anførte publikasjoner	GB 2298004 A GB 2311566 A US 4468153 WO 00/50768 A1			
(57)	Sammendrag				

Oppfinnelsen vedrører en anordning ved tidevannsdrevet energigenerator og innbefatter en turbin (10) i et turbinhus (30) for dreining i dette om en hovedsakelig vertikal akse. Turbinen (10) er tilknyttet en bæresøyle (22) som er dreibart opplagret (24) i turbinhusets nedre parti og ved hjelp av et antall rotasjonselementer (36) i inngrep med et øvre parti av turbinhusets indre vegg. Turbinen kan således selektivt dreies i nevnte turbinhus ved hjelp av rotasjonselementene (36).



Oppfinnelsen angår anlegg for produksjon av elektrisk kraft fra åpne, strømmende vannmasser, primært tidevannsstrømmer hovedsakelig i smale og grunne sund. Nærmere bestemt vedrører oppfinnelsen en anordning ved tidevannsdrevet energigenerator, innbefattende en turbin anbragt i et turbinhus for dreining i dette om en hovedsakelig
 5 vertikal akse.

Oppfinnelsen er særlig aktuell der det dessuten er behov for en vei – og/eller broforbindelse.

10 Tidevannsstrømmer i sjøen skyldes gravitasjonskreftene fra månen og solen. Enorme vannmasser forskyves frem og tilbake og danner flo og fjære. Disse bølgene beveger seg vestover som følge av jordrotasjonen med bølgehøyden i de store verdenshav som er mindre enn 1 m. Når disse tidevannsbølger trenger inn i forsnevrede områder, oppstår forsterkede tidevannsforskjeller. Eksempel er den engelske kanal med opptil 15
 15 m forskjell mellom flo og fjære. Andre steder, for eksempel i Oslofjorden, kan få liten forskjell på flo og fjære. Det skyldes geografiske forhold.

Den rytmiske stigning og fall i havoverflaten fra himmellegemenes gravitasjonskrefter kan beregnes lang tid i forveien. Slike beregninger er nedfelt i tidevannstabeller for de
 20 mest brukte havner. Det er denne forutsigbare del av tidevannet, den astronomiske tidevannsforskjell, som kan utnyttes til energiproduksjon. I tillegg har man en meteorologisk del som skyldes vind og lufttrykk. Eksempel her er Oslofjorden hvor langvarig lavtrykk og sønnvind kan presse ekstra vannmasser inn i fjordsystemet. Denne del er lite utnyttbar til energiproduksjon. Det må imidlertid under planleggingen
 25 tas hensyn til at både den meteorologiske og den astronomiske delen kan inntreffe samtidig.

En undersøkelse i EU konkluderer med et energipotensiale fra tidevannet på vel 100 TWh, vesentlig knyttet til Storbritannia og Frankrike. Hensiktsmessige lokaliteter i
 30 Norge for tidevannsdrevne kraftverk er fra Nord-vestlandet til grensen mot Russland. I motsetning til vind og bølger som styres av ustabile geofysiske prosesser, er tidevannets astronomiske del en stabil og forutsigbar energikilde.

Energien i tidevannet kan tas ut ved å utnytte nivåskilnaden mellom høy- og lavvann
 35 (potensiell energi), ved å utnytte bevegelsesenergien i vannstrømmen (kinetisk energi) eller ved kombinasjon av disse energiformer.

Energimessig utnyttelse av tidevannet kan spores tilbake til spesielle møllekonstruksjoner i Frankrike og Spania før 1100-tallet. Det er få tidevannskraftverk i bruk i dag. Mest kjent er et stort anlegg i La Rance i Frankrike med 24 turbiner og et mindre anlegg i Kislogursk i Russland. Felles for disse er bruk av fast monterte turbiner av Kaplan type med stillbare ledeskovler og stillbare turbinskovler. Når tidevannet snur vil vannstrømmen først treffe ledeskovlene etter passering gjennom turbinen. Dette gir redusert virkningsgrad på turbinen.

Norsk patentsøknad 2001 0737 viser et system for pelformet forankring til bunnen med helt neddykket turbin- og generatorenhet. Patentet beskriver system for til- og frakobling i forhold til pelfundamentet.

US 5 440 176 viser anlegg for strømproduksjon med nedsenkede rammekonstruksjoner med individuelt løft og senkbare og roterbare turbin- og generatorenheter.

Videre viser GB 2 298 004 et tidevannskraftverk der turbinen er plassert i en sluse i en demning eller landtange med bilvei på toppen. US 4 468 153 viser et tidevannskraftverk med en turbin som kan dreies rundt slik at tidevannets bevegelse i begge retninger kan utnyttes. WO 00/50768 og GB 2 311 566 viser begge vannturbiner konstruert for å utnytte strømmende vann, særlig tidevann. Turbinen er opplagret på en pøle som kan dreies rundt.

Det er dermed et behov for en anordning for på en kostnadseffektiv måte å produsere elektrisk energi fra tidevannet, der maskineriet raskt og effektivt kan trekkes opp av sjøen og bringes til for eksempel serviceverksted uten behov for dykkere og kostbare kranfartøy. Det er også ønskelig å tilveiebringe en enkel turbinkonstruksjon med høy virkningsgrad uavhengig av vannstrømmens retning. Det er videre ønskelig å tilveiebringe en energigenerator som er anordnet slik at selve generatoren og øvrig elektrisk anlegg er plassert over høyeste registrerte vannstand, og således er beskyttet og lett tilgjengelig for operasjon og vedlikehold.

Oppfinnelsen løser disse problemene idet den tilveiebringer en anordning innbefattende en turbin anbragt i et turbinhus for dreining i dette om en hovedsakelig vertikal akse, kjennetegnet ved at turbinen er tilknyttet en bæresøyle som i et nedre parti er dreibart opplagret i turbinhusets nedre parti og som i et øvre parti i horisontalplanet understøttes av et antall rotasjonselementer i inngrep med et parti av turbinhusets indre vegg,

hvorved nevnte turbin selektivt kan dreies i nevnte turbinhus slik at turbinen til enhver tid er optimalt innrettet i forhold til den rådende vannstrømningsretning.

Foretrukne utførelsesformer av anordningen ifølge oppfinnelsen fremgår av de
5 medfølgende uselvstendige kravene 2 til 9.

Et annet formål med oppfinnelsen er å oppnå en solid og vibrasjonsdempende forbindelse mellom turbinens stålkonstruksjon og turbinhusets innvendige råstøpte betongoverflate. Utførelsen stiller moderate krav til betongens overflate og turbinhusets
10 innvendige profil, idet mulige unøyaktigheter opptas av tetninger.

En utførelsesform av den foreliggende oppfinnelsen vil nå beskrives i ytterligere detalj med henvisning til de medfølgende tegningene der like deler er gitt like henvisningstall.

15 Fig. 1 er et snittriss av tre eksemplarer av anordningen ifølge oppfinnelsen, montert i serie for å danne en kjørebane og hvor den ene er vist i snitt.

Fig. 2 er en prinsippskisse av anordningen vist i fig. 1, sett ovenfra.

20 Fig. 3 er et snitt i planet C-C i fig. 1.

Som det fremgår av fig. 1 innbefatter anordningen ifølge oppfinnelsen en turbin 10 med turbinblader 12 montert på en bæresøyle 22 i et turbinhus 30. Turbinhuset kan være laget av betong og være et prefabrikkert element som fløtes på plass og installeres på
25 ønsket sted på havbunnen slik at øverste del (kjørebane 40) er over høyeste registrerte vannstand. Turbinhuset 30 som vist i fig. 1 er lukket med unntak av strømningsåpningen 32 der tidevannet strømmer igjennom. I turbinhuset lengst til høyre i fig. 1 er turbinhusets deksel fjernet for å vise husets innvendige konstruksjon, samt opplagringen av turbinen. Det fremgår av figurene at turbinen er tilknyttet en
30 generator 38 (hensiktsmessig plassert i et generatorhus 39 på nivå med nevnte kjørebane 40). Fordelen med dette er at generatoren 38 er trygt plassert over høyeste registrerte vannstand og er lett tilgjengelig for betjening og vedlikehold.

Fig. 2 viser arrangementet sett ovenfra der turbinhusene 30 har en adkomståpning 45
35 som normalt vil være dekket av et deksel 44. Ved installasjon og omfattende vedlikehold, samt opphenting av den komplette generator-turbinenheten, kan en

installasjonsanordning 42, så som et kjøretøy enkelt posisjoneres over adkomståpningen 45 og hente opp eller senke ned den komplette generator-turbinenheten.

Anordningen ifølge oppfinnelsen innbefatter således som nevnt en turbin 10 som er
 5 montert på en bæresøyle 22. Bæresøylen er ved sin øvre ende tilknyttet en generator 38 og er ved sin nedre ende opplagret i et punkt 24 i turbinhusets bunn. Dette nedre opplagringspunktet kan med fordel være en vannsmurt dreieforbindelse, for eksempel av gummi, slik at hele turbin-bæresøylearrangementet kan rotere om vertikalaksen.

10 I figurene 1 og 3 vises et hovedsakelig sirkelformet element 28 montert på bæresøylen over generatoren. Dette er avsmalnet i en retning mot turbinen, for derved å redusere turbinhusets strømningsåpning 32 til en størrelse som er tilnærmet lik diameteren definert av turbinens blader 12. Det er naturligvis vel kjent å benytte dette såkalte venturiprinsippet for både å øke strømningshastigheten og ta ut mest mulig energi fra
 15 vannmassene.

Området i turbinhuset over dette elementet 28 skal fortrinnsvis være tørt, det vil si vann skal ikke strømme inn i dette rommet. For å tilveiebringe en horisontal understøttelse av nevnte bæresøyle 22, er det ved bæresøylens øvre parti anbragt et antall rotasjons-
 20 elementer 36 som, når anlegget er i drift, er i inngrep med et parti av turbinhusets indre vegg. Disse rotasjonselementene (figurene viser et antall på 3) er fortrinnsvis hydraulisk eller elektrisk drevne gummihjul. I tillegg til å gi horisontal understøttelse, vil dermed også disse rotasjonselementene eller hjulene 36 kunne utføre selve dreiningen av turbinen når dette er ønskelig i forhold til vannstrømmens retning. Når
 25 man ønsker å dreie turbinen med det skiftende tidevannet, aktueres simpelthen hjulene 36 og friksjonen mellom hjulene og den indre veggen i turbinhuset bevirker dreiningen av bæresøylen 22. Fortrinnsvis er hjulene 36 fylt med ett eller flere fluider så som luft og/eller en annen gass og/eller en væske.

30 For å unngå lekkasje fra strømningsområdet og inn i partiet over det sirkelformede elementet 28 kan det anbringes en tetning om det sirkelformede elementets 28 største periferi. Denne tetningen 34 som for eksempel kan være en gummislange som selektivt kan ekspanderes og trekkes sammen enten ved hjelp av hydraulikk eller pneumatikk bidrar i tillegg til ovennevnte å holde bæresøylen i ønsket posisjon (m.a.o. en slags låse-
 35 mekanisme) samt hemmer at vibrasjoner (og derved støy) fra turbinen ved drift forplanter seg i turbinhuset. Tetningen 34 vil også på en effektiv måte oppta unøyaktigheter i turbinhusets innvendige vegg. Tetningens stivhet kan med fordel

justeres som en funksjon av aktuelle belastninger og vibrasjoner. Videre kan tetningen med fordel deflateres når turbinen dreies og inflateres når turbinen er dreiet til den nye ønskede posisjon. En slik inflatering og deflatering kan med fordel automatiseres og synkroniseres med dreiningen av turbinen i takt med tidevannsstrømmens

5 retningsendringer.

Det er som kjent viktig at en størst mulig andel av energien fra vannmassene overføres til turbinbladene. Det vil si at man ønsker at vannet er mest mulig fritt for rotasjon etter å ha strømmet forbi turbinbladene. Det oppnås på kjent måte ved at ledeskovler gir

10 vannmassene en viss rotasjon som er motsatt rettet turbinens dreieretning, før vannmassene treffer turbinvingene. I anordningen ifølge oppfinnelsen løses dette ved at selve bæresøylen 22 er formet som ledeskovler. Fig. 3 viser dette, se snitt A-A og snitt B-B der det fremgår at bæresøylen har en tverrsnittprofil som tilveiebringer en rotasjon som er motsatt rettet av den rotasjonsretningen som vannstrømmen tildeles ved

15 passering av turbinbladene 12.

Som det fremgår av figurene 1 og 2, kan et ønsket antall av anordningen ifølge oppfinnelsen anbringes i serie for derved å danne fundament for en kjørebane 40. Turbinhuset 30 kan som nevnt være et prefabrikkert element som kan fløtes til stedet.

20 Oppfinnelsen frembyr således en anordning for å fremskaffe kostnadseffektiv elektrisk energi fra tidevannet. Maskineriet kan raskt og effektivt trekkes opp av sjøen og bringes til serviceverksted uten behov for dykkere og kostbare kranfartøy. Ved opptrekking og installasjon av enheten kan rotasjonselementene (gummihjulene) 36 deflateres gummi-hjulene 36 for å lette hhv. opptrekkingen og nedsenkningen av

25 enheten. Når enheten er på plass i turbinhuset, inflateres hjulene til ønsket kontakt oppnås med den innvendige veggen 31.

Som nevnt kan styringen av både rotasjonselementene og tetningene utføres automatisk, gjerne ved datastyring, når tidevannsstrømmen snur. Det innvendige trykkmediet i

30 tetningen (f.eks. en flatslange) 34 tappes ned slik at den inntar sin hvilestilling som stort sett er fri fra betongveggen. Deretter startes dreiemotorene og rotasjonselementene 36 kjøres til turbinen er dreiet 180°. Deretter pumpes trykkmedium inn i tetningen som dermed i sin inflaterte tilstand gir en fast men fjærende forbindelse mellom turbin og turbinhus.

35

Oppfinnelsen frembyr en enkel turbinkonstruksjon med høy virkningsgrad ved begge retninger på vannstrømmen. Sårbart utstyr så som generator og øvrig elektrisk anlegg

er plassert på en skjermet måte over høyeste normale vannstand. Videre oppnås en kostnadseffektiv og støydempet forbindelse mellom turbin-generatorenhet og turbinhuset.

P a t e n t k r a v

1.

Anordning ved tidevannsdrevet energigenerator, innbefattende en turbin (10) anbragt i
5 et turbinhus (30) for dreining i dette om en hovedsakelig vertikal akse, k a r -
a k t e r i s e r t v e d at turbinen (10) er tilknyttet en bæresøyle (22)
som i et nedre parti er dreibart opplagret (24) i turbinhusets nedre parti og som i et øvre
parti i horisontalplanet understøttes av et antall rotasjonselementer (36) i inngrep med et
10 parti av turbinhusets indre vegg, hvorved nevnte turbin selektivt kan dreies i nevnte
turbinhus slik at turbinen til enhver tid er optimalt innrettet i forhold til den rådende
vannstrømningsretning.

2.

Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte
15 rotasjonselementer (36) er drivbare, og derved bevirker nevnte selektive dreining av
turbinen.

3.

Anordning ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at
20 rotasjonselementene er hydraulisk eller elektrisk drevne hjul.

4.

Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d et element
(28) på bæresøylen mellom turbinen (10) og rotasjonselementene (36), hvilket parti er
25 avsmalnet i en retning mot nevnte turbin, for derved å redusere turbinhusets
strømningsåpning (32) til en størrelse som er tilnærmet lik diameteren definert av
turbinens blader (12).

5.

30 Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d en tetning
(34) på et i horisontalplanet hovedsakelig sirkelformet element (28) på bæresøylen med
en større omkrets enn bæresøylen, der nevnte element er anbragt mellom turbinen (10)
og rotasjonselementene (36), der nevnte tetning er anbragt langs det sirkelformede
elementets (28) største periferi.

6.

Anordning ifølge krav 1 og 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at
nevnte tetning (34) selektivt kan bringes i kontakt med en omkringliggende del av
turbinhusets innvendige vegg (31), for derved å holde nevnte bæresøyle i ønsket
5 posisjon, forhindre vann fra å trenge opp i rommet over nevnte sirkelformede element
(28), samt hemme at vibrasjoner fra turbinen ved drift forplanter seg i turbinhuset (30).

7.

Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at minst et
10 parti av nevnte bæresøyle (22) er formet som ledeskovler, for å bevirke at
vannstrømmen ved drift gis en rotasjonsretning som er motsatt av den rotasjonsretning
som vannstrømmen tildeles ved passering av turbinbladene (12).

8.

15 Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at en
energioverføringen mellom turbinen (10) og en generator (38) tilveiebringes gjennom
en innvendig kanal i nevnte bæresøyle (22), og at nevnte generator befinner seg på et
nivå over nevnte sirkelformede element (28), fortrinnsvis over nevnte turbinhus (30).

20 9.

Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte
turbinhus (30) er et prefabrikkert element som kan fløtes til det stedet der energien skal
genereres og installeres på havbunnen slik at et øvre parti av turbinhus vil befinne seg
på et nivå over registrerte normale vannstand.

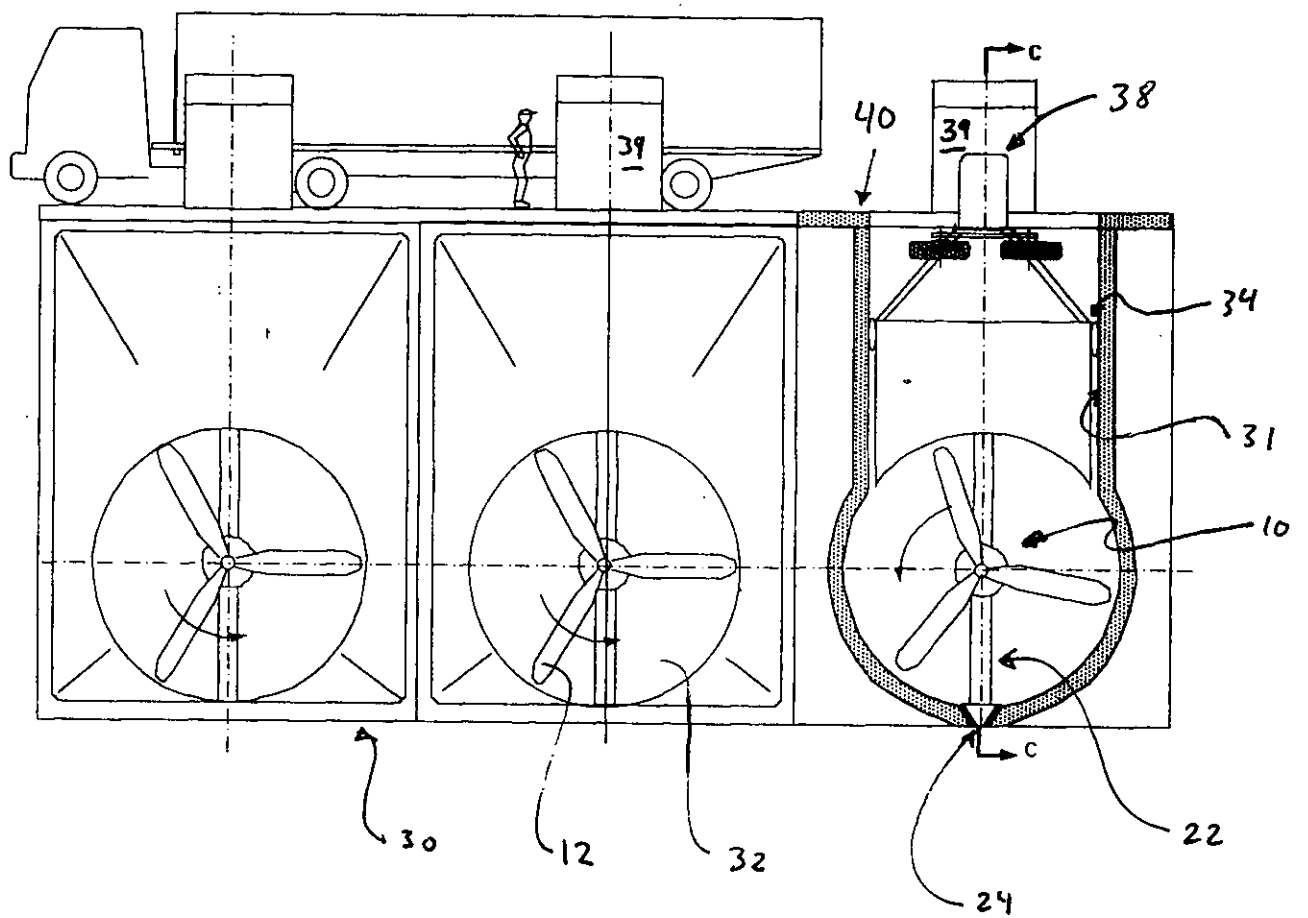


Fig. 1

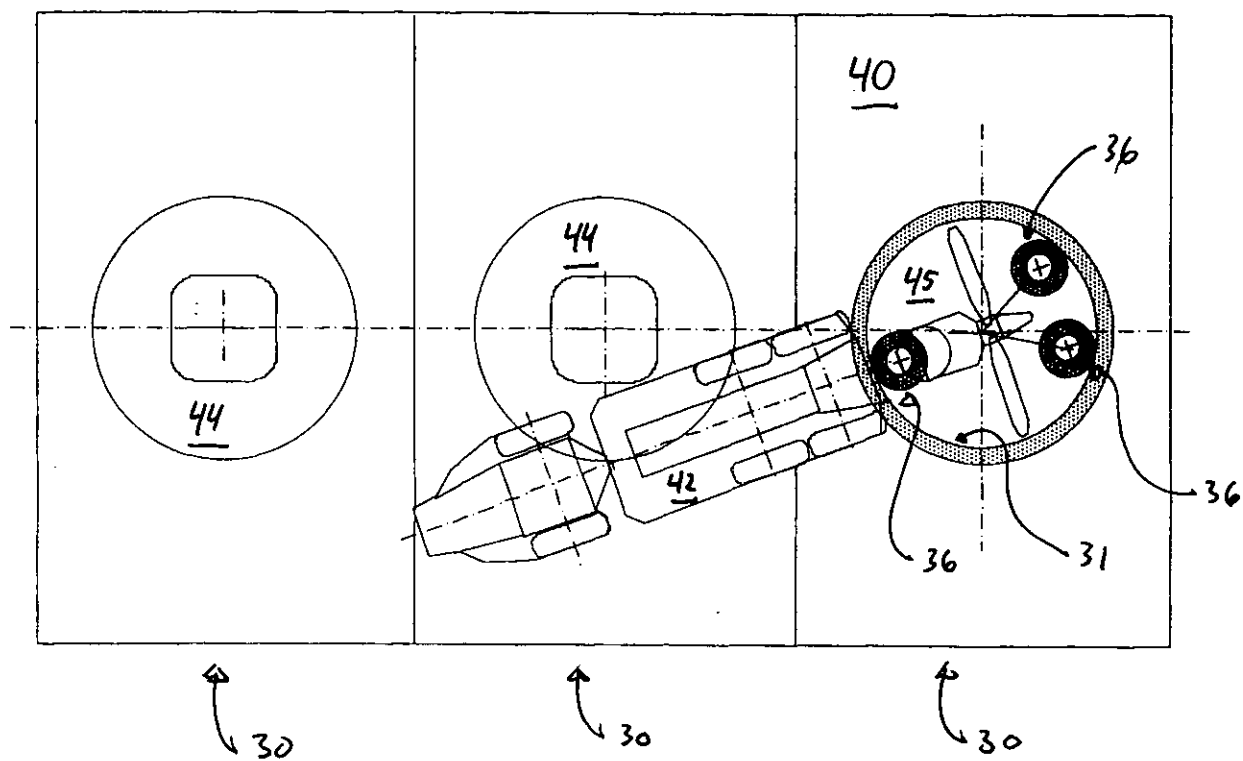


Fig. 2

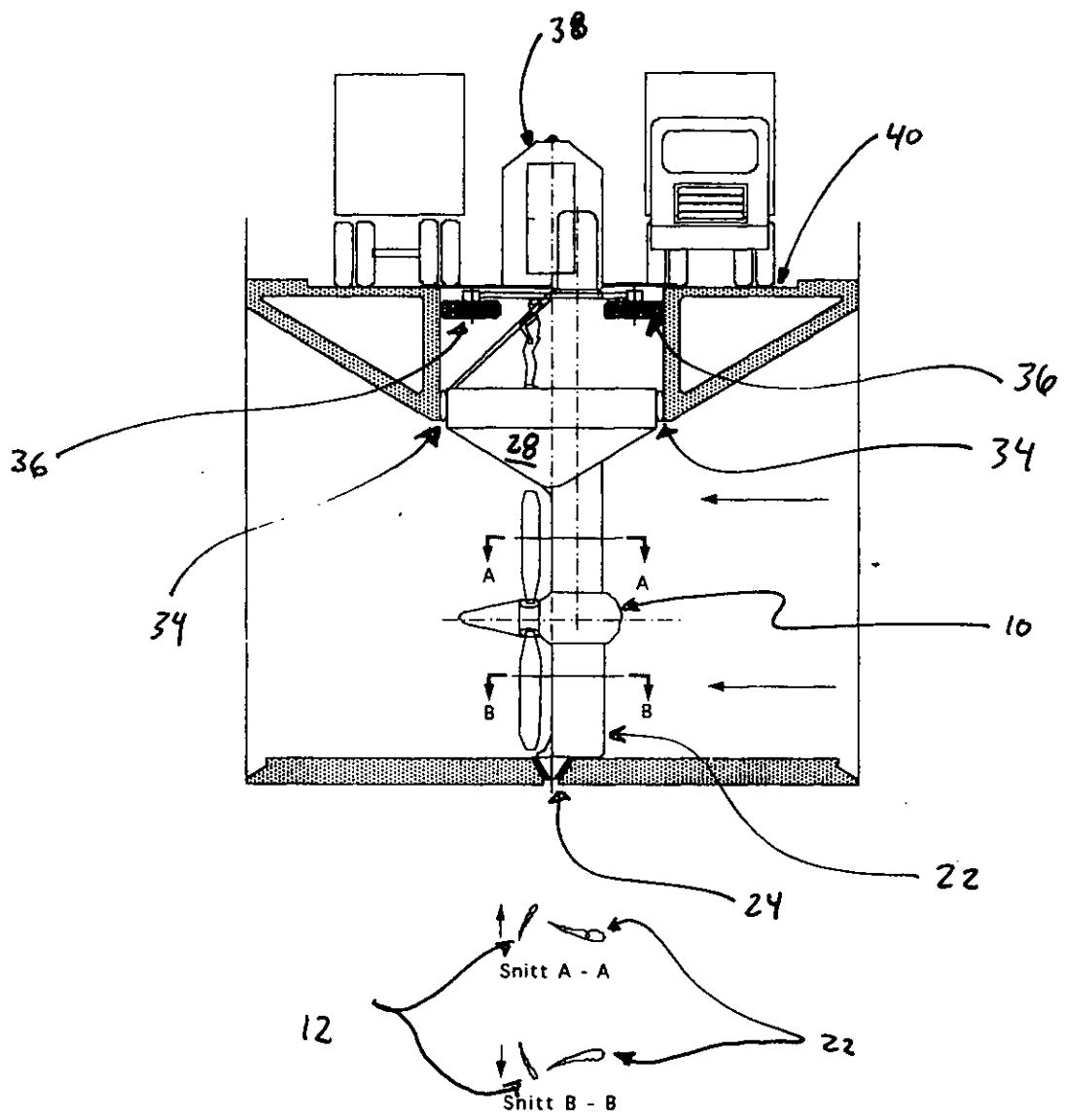


Fig. 3