

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 904831 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 904831

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC⁵)
B01D 63/10

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 16.03.1989

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 01.10.1990

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 01.10.1990

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 13.06.2019

(86) Kansainvälinen hakemus - 16.03.1989 PCT/US1989/001076
Internationell ansökan - International
application

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

04.04.1988 US 177456

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **Aqua Chem Inc.**, P.O. Box 421, Milwaukee Wis. 53201, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Schneider, Burnett M.**, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Kierteisesti kiedottu käänteisosmoosikalvokenno

Spirallindad omvänd-osmosmembrancell

Kierteisesti kiedottu, käänteisosmoosikalvokenno

Keksinnön tausta

1. Keksinnön ala

5 Tämä keksintö koskee yleisesti käänteisosmoosin ja ultrasuodatuksen alaa, ja erikoisesti käänteisosmoosi-, ultrasuodatus- tai mikrosuodatuslaitteita, jotka käyttä-
vät puoliläpäisevistä kalvolevyistä tehtyä päällystä, jo-
ka on käämitty tai kiedottu kierteisesti putkimaisen si-
10 suksen ympäri. Käämityn kalvolevyn tai -levyjen kierteet erotetaan toisistaan ja syöttöliuos viedään sisään niiden kautta ja läpi tunkeutuva neste kulkee kalvojen läpi pai-
nekäyttövoiman avulla ja se poistetaan onttoon sisukseen.

2. Tekniikan tason selitys

15 Käänteisosmoosi-, ultrasuodatus- ja mikrosuodatus-
laitteissa pannaan epäpuhtas liuos tai tiivistettävä liuos kosketukseen puoliläpäisevän kalvon kanssa. Liuokseen suunnataan painetta, joka pakottaa nesteen (kyllästeen) kalvon läpi suodattaen tai tiivistäen näin alkuliuoksen.
20 Kalvot voidaan valita määrättyä käyttöä varten vertaamalla kalvon keskimääräistä huokoisuutta ja alkuliuoksen liuot-
teen tai hiukkasten kokoa tai molekyylipainoa. Kalvot voi-
vat lisäksi olla kahta eri muotoa, esim. onttoja putkia tai litteitä levyjä. Litteä levykalvo voidaan asentaa
25 laitteisiin kierteisesti käämittyinä tai levyjen ja kehik-
kojen muodossa. Kierteisesti käämityssä järjestelmässä käämitään yksi tai useampi litteä kalvoainelevy rei'ite-
tyn kyllästeen kokoomaputken ympäri. Nesteen virtaus mo-
duulien läpi on yksisuuntainen, eli kylläste kulkee kal-
30 von läpi kokoomaputkeen, kun taas tiivistetty tähde kulkee pitkin kalvon toista puolta kerättäväksi tai poistettavak-
si. Kalvolevyt suljetaan kolmelta reunalta neljästä ja neljäs reuna sinetöidään kokoomaputkeen ja se on tämän läpi yhteydessä reikien kautta.

Esimerkkejä tekniikan tason kierteisesti käämittyistä moduuleista on selitetty US-patenteissa nro:t 3 695 446; 3 827 564; 3 813 334; 3 928 204; 3 367 504; 3 173 867 ja 2 599 604. Newmanin patentissa 4 053 418 ja Frenchin julkaisussa 2 211 274, joka on julkaistu 19.7.1974, esitetään esimerkkejä patenteista, jotka antavat syöttönestevirroille mutkittelevan reitin.

Tekniikan tason laitteet, joista edellä mainitut patentit ovat esimerkkejä, käyttävät tavallisesti karkean seulan tyyppisiä tai sihtikerroksia pitämään yllä puoliläpäisevien kalvojen viereistä rakoa. Sihti- tai avoin seulaerotin määrittää syöttövesikanavan mitat. Valitettavasti tällaiset erottimet hillitsivät nesteen virtaamista kalvon pinnan yli ja usein estivät sen.

Kalvon pinta täytyy huuhdella syöttönesteen virtauksella kalvon pinnan yli, jolloin estetään ionisuolojen ja suspendoituneen kiintoaineksen konsentraatiopolarisaatio. Käänteisosmoosikalvoissa ja suolaliuoksissa riittää 0,15 - 0,30 metrin nopeus sekunnissa minimoimaan konsentraatiopolarisaation, kun syöttövesi ei sisällä suspendoitunutta kiintoainesta. Kun vedessä on suspendoitunutta kiintoainesta, tämä pyrkii tiivistymään kalvon pinnalle, kun vesi kulkee kalvon läpi. Kiintoaineet voivat muodostaa jopa hyvin pieninä pitoisuuksina pinnalle ohuen kalvon, joka pienentää membraanin tuotantotahtia. Veden poikkittaisnopeuden suurentaminen membraanin pinnan yli pienentää suspendoituneiden kiintoainesten kalvon paksuutta ja maksimoi tuotantotahdin. Suspendoituneiden kiintoainesten tavanomaiset rajat pienillä nopeuksilla ovat Silt Density Index (siltin tiheysindeksi), joka on alle 5, ja yhden NTU:n (Nephelometric Turbidity Unit) suurin mahdollinen sameus, kun käytetään tavallisia, kaupallisia, kierteisesti käämittyjä käänteisosmoosielementtejä. Tämä edustaa tavallisesti suspendoituneiden kiintoainesten konsentraatiota, joka on alle 1 miljoonasosa (ppm).

Monessa tapauksessa, erityisesti, kun suspendoitu-
neita kiintoaineita on suhteellisen vähän, tavalliset
seula- tai sihtierotinlevyt, joita tavataan kaupallisista
5 käänteisosmoosielementeistä, ovat kylliksi antamaan riit-
tävän nestevirran. Eräissä laitoksissa on kuitenkin ha-
vaittu, varsinkin, kun on haluttu esikäsittelä virtaavista
joista ja muista sellaisista otettua vettä, että lähde on
usein melko samea. Tavalliset laitteet pyrkivät likaantu-
maan nopeasti, ja erottimien sihdit tai seulat tukkiutu-
10 vat ja kalvo tulee likaiseksi, jolloin käyttötunnit puh-
distusten välillä vähenevät lisäten käyttöpainetta määrä-
tyt tuotantotahdin ylläpitämiseksi tai pienentäen tuotan-
totahtia. Suurempien nopeuksien saavuttamiseksi tarvitaan
erotin, jossa on avoin syöttökanava. Tämä saadaan taval-
15 lisesti aikaan ontolla levy- ja kehikkoputkella tai on-
toilla kuitulaitteilla. Kierteisesti käämityt laitteet
ovat kuitenkin vähemmän kalliita rakentaa, koska niissä
käytetään säiliönä tavallisesti putkea.

Newmanin patentti 4 053 418 esittää kelatun dialy-
20 saattorin, jota käytetään keinotekoisissa munuaisjärjes-
telmissä, ja joissa on korkopuristettu tukielin, joka on
rakennettu estämään kalvoa koskettamasta saman tukielimen
kudosta, jolloin kalvon ja kudoksen välille varmistetaan
tasainen dialyysivirtaus. Tässä tapauksessa erotin on lä-
25 vistämättömän, läpäisemättömän kudoksen muodossa ja se
käsittää kiinteäksi muodostetut, korkopuristetut reunat,
jotka määrittävät kulmikkaat virtauskanavat, ja toimivat
myös erottaen tuen tai kudoksen puoliläpäisevästä kalvos-
ta. Hedenin US-patentti 3 352 422 antaa "levy- ja kehikko-
30 tyyppiseen" dialyysilaitteeseen "sahahampaisen" esteen.
Täten lieriömäinen levy käsittää keskusreiän, jonka läpi
yksi nestevirroista kulkee, sekä kierteisesti muodostetut
urat, joiden sisäpää on asetettu keskusreiän läheisyyteen.
Sahahammasrakenne pannaan urien reunoille tai harjoille.

Kierteisesti käämitty kalvorakenne on myös esitetty FR-julkaisussa 2 211 274, jossa kalvorakenne käsitti putkimaisen elimen, joka käsittää kaksi putkimaista lohkoa, jotka on erotettu toisistaan lieriömäisen, vedenpitävän tulpan avulla, joka on pantu kunkin lohkon toisen pään sisään. Kumpikin lohko käsittää poikittaisen eli sivuaukon, joka on yhteydessä kalvoyhdistelmän upotettuun käytävään. Yhtämittäinen, upotettu käytävä on tavallisesti u:n muotoinen, ja siinä on erillinen kielekemäinen osuus, joka ulottuu sivuittain tulpan alueelta, kun kalvoyhdistelmän toinen pää on kiinnitetty putkimaiseen sisukseen. Täten erotettava tai suodatettava neste menee sisuksen toiseen lohkoon, lähtee tästä lohkosta sen sivuittaisen aukon kautta u:n muotoisen käytävän toiselle puolelle ja esiin työntyvän "kielekkeen" ympäri poistuaan toiselle puolelle ja vastakkaisen putkimaisen lohkon poikittaiseen aukkoon.

Edellä mainitut Newmanin ja Frenchin patentit ovat esimerkkejä avoimista syöttökanavista, joissa käytetään ohjausreunoja tai -ratoja. Niiden rakennusmenetelmät ovat suhteellisen kalliita valmistaa. Kullakin mallilla on muitakin rajoituksia. Newmanin malli on tarkoitettu dialyysisovellutuksiin, joissa ohjaavat paineet ovat pieniä ja kalvo homogeeninen. Käänteisosmoosisovellutuksissa, joissa ohjaava paine tai käyttövoima kalvon poikki on 2758 kPa:n luokkaa, ulokkeet erottimen pinnalla venyttäisivät ja repisivät kalvon. Kalvo lepäisi myös tiiviisti kyllästeen erottimen pintaa vasten rajoittaen kyllästeen virtausta. Frenchin mallissa on ainoastaan yksi aktiivinen kalvopinta alttiina syöttöliuoksen virtaukselle. Tämä rajoittaa jyrkästi sitä kalvoalueen kokonaismäärää, joka voidaan asettaa kierteiselementtiin. Se rajoittaisi myös niiden levysarjojen tai läppien määrää, jotka voidaan asentaa. Elementillä, joka käsittäisi suuren pinta-alan, olisi myös äärimmäisen pitkä virtausreitti, joka aikaansaisi suhteel-

lisen suuren paineen aleneman ja rajoittaisi syöttöveden pintanopeuksia kalvon pinnan yllä.

Perinteiset, kaupalliset, kierteisesti käämityt käänteisosmoosielementtimallit ja muut kierteiset mallit, kuten esim. Westmorelandin patentissa 3 367 504 esitetty malli, käyttävät syöttövirtausreitillä sellaista seulaa tai sihtiä, joka estää tai häiritsee syöttöveden vapaata virtausta. Sihti tai seula rajoittaa virtausreitien poikkipinta-alaa. Säikeiden väliin syntyy pyörretila. Nämä vaikutukset yhtyvät ja aikaansaavat syöttökanavassa suuria painehäviöitä suurilla nopeuksilla. Tyypillinen syöttökanavan painehäviö 102 cm:n pituisessa käänteisosmoosielementissä on 68,9 kPa nopeudella 0,3048 m/sekunti ja 1516,8 kPa nopeudella 1,22 m/sekunti. Tämän esimerkin valossa on selvää, että tavanomaisten, kierteisesti käämittyjen elementtien pintanopeudet rajoitetaan maksiminopeuteen 0,3048/sekunti. Virtauskanavien paineen alenema suurenee, kun vesi sisältää suspendoituneita kiintoaineita. Tämä rajoittaa edelleen veden nopeutta syöttökanavassa. Välittömästi sihdin säikeiden takana oleva vesi on suhteellisen liikkumatonta. Suspendoituneet kiintoaineet pyrkivät saostumaan sihdin säikeiden alapuolelle. Tämä likaa mikrosuodatus-, ultrasuodatus- ja käänteisosmoosikalvoja kehittämällä paksun kerroksen saostuneita kiintoaineita.

25 Keksinnön selvitys

Tämän keksinnön avulla annetaan kierteisesti käämittyjä kalvomoduurikokoonpanoja varten varusteeksi suhteellisen huokea erotinlaite, joka poistaa sellaisten sihti- tai seulatyyppisten tukiaineiden tarpeen, jotka asetetaan kalvoväliin. Parannus voidaan tehdä tavanomaisiin, puoliläpäiseviin kalvolaitteisiin ilman, että muutetaan kelattua kalvoväliä pitävän kotelon, itse tavanomaisen kalvovälin, putken sisuksen tai sen pohjustusaineiden rakennetta, joka tavallisesti pannaan puoliläpäisevään kalvokerrokseen tai -kerrokseen.

Keksintö koostuu kokoonpanosta, joka käsittää kierteisesti käämityt mikrosuodatus-, ultrasuodatus- ja käänteisosmoosielementit, joihin on muodostettu avokanavainen, suunnattu syöttövirtausrata, ja yhteydessä olevassa putkimaisessa elimessä on sivuittainen aukko tai aukkosarja

5 elimen määrittäessä esteettömän kanavan koko pituudelleen. Nestevirtaa kalvon pinnan poikki ohjataan syöttöerotimella. Syöttöerotin voi käsittää useita olennaisesti yhdensuuntaisia erotinkaistoja, jotka ovat läpäisemätöntä materiaalia ja joiden paksuus on riittävä antamaan kalvo-

10 levyjen välille halutun erotusetäisyyden, ja jotka kaistat voivat ottaa vastakkaisten reunakaistojen muodon, jotka päättyvät toisesta päästään edellä mainittuun onttoon, lävistettyyn sisukseen ja ulottuvat olemaan yhteydessä tulo-

15 ja poistoaukkoihin, jotka voivat käsittää lyhyen kappaleen sihti- tai seulakaistoja, ja jotka sijaitsevat käämityn kalvolevyn tai -levyjen loppupäässä. Reunakaistojen väliin järjestetään vuorotellen välikaistoja, jotka voivat olla samasta aineesta, kuin reunakaistat tai jotka on aset-

20 tettu samalle kalvopinnalle, kuin reunakaistat ja olennaisesti yhdensuuntaisiksi niiden kanssa. Eli välikaistojen toinen pää asetetaan lähimmäksi onttoa sisusta, kun sen keskipisteestä erillään oleva pää taas päättyy kohtaan, joka on erillään käämityn kalvolevyn loppureunasta. Vuo-

25 rottaisten välikaistojen vastaavat päät on asetettu lähelle kalvon keskipisteestä erillään olevaa reunaa ja ne ulottuvat sisäänpäin ja niiden sisäpää on asetettu erillään ontosta sisuksesta. Tämä järjestely antaa mutkittelevan tai kiemurtelevan reitin nesteille, jotka tulevat ki-

30 erteisesti käämittyyn kokoonpanoon tulo- ja poistoaukkojen kautta, jotka sijaitsevat sen vastakkaisten reunojen puolella. Näin saadaan suhteellisen esteetön nestevirtaus, jolla on reitillään pitempi kosketusaika mutkittelevan järjestelyn ansiosta, vastakohtana nesteen virtaukseen

35 seula- tai sihtimäisen tukiaineen läpi, jolloin sitä lo-

pulta rajoittaa nestevirran kuljettaman sakan kerääntymisen.

Tämän keksinnön ensisijainen kohde on siten voittaa ongelmat, joita saattaa syntyä, kun käytetään puoliläpäiseviä kalvoja, jotka vaikuttavat vesiin tai muihin nesteisiin, jotka sisältävät suuria asteita suspendoituneita kiintoaineksia. Haluttu mekaaninen muoto antaa rajoituksen nesteen kulun nopeudelle kalvon yllä erityisesti tavanomaisessa, kierteisesti käämityssä mallissa, joka on suhteellisen leveä ja jossa on lyhyt syöttökanava, tyypillisesti 91,4 - 152,4 cm leveä ja 88,9 - 139,7 cm pitkä.

Esillä olevan keksinnön toinen kohde on antaa varusteeksi kierteisesti käämitty kalvomoduli, joka käyttää hyväkseen avointa syöttökanavaa pitääkseen yllä kalvon tai kalvojen korkeimmat mahdolliset virtausnopeudet pitämällä yllä pienintä mahdollista poikittaisnopeutta, joka on 0,9 - 3,0 m/sekunti. Tyypillisen, tavallisen, kaupallisen, 10 cm:n kierteisesti käämityn käänteisosmoosielementin maksimi syöttövirtausmäärä on 60,6 litraa minuutissa. Se käsittää noin 6,5 neliömetrin kalvoalueen ja kolme tai neljä läppää. Jokaisessa läpässä on kaksi kalvoa, joiden kokonaispinta-ala on 1,6 - 2,2 neliömetriä. Yhden läpän mitta on tyypillisesti 91,4 cm kertaa 88,9 - 109,2 cm pitkä mukaan luettuna päällysalue. Sihti, joka muodostaa syöttöerottimen, on tyypillisesti 0,076 cm paksu. Virtausradan poikkipinta-ala on 0,076 cm x 109,22 cm eli 832,3 neliömillimetriä. Maksimivirtausmäärällä 20,06 litraa minuutissa läppää kohti on syöttöveden nopeus noin 0,40 m sekunnissa. Nopeuden lisääminen 2,74 m:iin sekunnissa vaatisi syöttövirtausmäärän, joka on 136,27 litraa minuutissa läppää kohti tai 408,82 litraa minuutissa elementtiä kohti. Syöttöaukon liitäntä on tyypillisesti 3/8 tuuman putki. Nopeus putken sisällä olisi noin 60,96 m sekunnissa. Paineen alenema syöttöputkessa, kuin myös tulo- ja poistohäviöt, sekä paine elementissä olisivat selvästi

äärimmäisen suuret ja täysin epäkäytännölliset. Suurten
 nopeuksien saavuttaminen elementin sisällä vaatii, että
 tämä tehdään normaalilla virtausalueella, joka on 30,28 -
 60,57 l minuutissa (l/min). Keksinnön erottimessa virtaus-
 5 ratakaistat jakavat virtausradan. Tyypillisen virtausradan
 leveys on noin 22,86 cm. Virtausradan poikkileikkauspinta-
 ala on 174,19 neliömillimetriä. Ulkokuoren maksimivir-
 tausmäärällä, joka on 60,57 l/min, kun määrä on 20,06 l
 minuutissa läppää kohti, on nopeus 1,92 m sekunnissa. Kun
 10 läppiä vähennettiin kolmesta kahteen ja pidettiin koko-
 naispinta-ala samana suurentamalla läppien pituutta, saa-
 tiin nopeus, joka on 2,90 m sekunnissa, kun virtaus on
 60,57 l/min. Tässä esitetty muoto minimoi virtausmäärän,
 joka vaaditaan tuottamaan kohtuullisen suuri nopeus pie-
 15 nimmällä mahdollisella paineen alenemalla.

Esillä olevan keksinnön toisena kohteena on antaa
 varusteeksi kierteisesti käämityt kalvoelementit tai
 -laitteet, jotka ovat suhteellisen taloudellisia valmis-
 taa, koska tällaisissa käämityissä laitteissa käytetään
 20 säilytysastioina suhteellisen huokeita putkia tai putki-
 johtoja. Aikaisemmat levy ja kehikko -mallit ovat taval-
 lisesti kalliimpia valmistaa, koska erottimet on ruisku-
 puristettu tai meistetty raaka-ainelevystä ja työstetty.
 Päätylevyt ja vahvikkeet vaativat hitsausta ja työstämistä
 25 ja kiristysjärjestelmä on suhteellisen kallis valmistaa.

Esillä olevan keksinnön vielä yhtenä kohteena on
 antaa varusteeksi muunneltu, kierteisesti käämitty moduu-
 li, joka käyttää samaa virtausastetta elementtiä kohti,
 kuin perinteiset, kierteisesti käämityt mallit, mutta no-
 30 peus on keskimäärin seitsemän kertaa niin suuri, kuin tek-
 niikan tason malleilla. Malli saattaa valmistuksen talou-
 dellisuuden tasapainoon suunnattujen avovirtauskanavien
 suurella suorituskyvylä ja sallii elementtien yksinker-

taisen vaihdon olemassa oleviin järjestelmiin ilman virtausasteen muutoksia.

Piirustusten lyhyt selitys

5 Kuvio 1 on pystyleikkauskuva, joka on osittain lohkona ja josta on irrotettu osia, esillä olevan keksinnön mukaisen, kierteisesti käämityn, huokoisen käänteisosmoosikalvon eräästä suoritusmuodosta;

kuvio 2 on poikkileikkauskuva otettuna kuvion 1 viivaa 2 - 2 pitkin;

10 kuvio 3 on perspektiivikuva kalvon kokoamisesta nähtynä kuvion 1 yksikön kalvomuodulin valmistuksen aikana;

15 kuviot 4 ja 5 ovat pohjapiirroskuvia eräästä esillä olevan keksinnön suoritusmuotojen muunnelmasta ja ne kuvaavat esillä olevan keksinnön pantuna puoliläpäisevään kalvoyksikköön ennen kalvovälyn käämimistä tai kietomista kierteisesti lävistetyn, ontton sisuselimien ympäri;

20 kuvio 6 on pohjapiirroskuva vuorottaisesta erotinjärjestelystä kuvaten vähemmän suosituksen syöttöerottimen muodon, joka määrittää virtauskanavat, jotka on järjestetty olennaisesti kohtisuoraan siihen kanavamuotoon nähden, joka on kuvattu kuvioiden 5 ja 6 suoritusmuodossa; ja

25 kuvio 7 on graafinen esitys sellaisen käänteisosmoosielementin painehäviökäyristä, jonka läpimitta on 6,35 cm ja pituus 35,56 cm, syöttövirtauksen poikittaisnopeuden funktiona.

Etusijalla olevien suoritusmuotojen selitys

30 Kuten edellä on mainittu, esillä oleva keksintö muodostuu laitteesta, johon muodostetaan kierteisesti käämityt mikrosuodatus-, ultrasuodatus- ja käänteisosmoosielementit antamaan varusteeksi suunnatun avokanavasyöttövirtausradan. Nesteen virtausta kalvon pinnan yli ohjataan syöttöerottimella. Syöttöerotin on litteä levy, johon on muotoiltu virtausrata ohjaamaan syöttövirtausta. Kalvojen väliin syntyvä kanava on ohut, kapea ja avoin ja se on

35

suunnattu kiemurtelevalle tai mutkittelevalle radalle kalvon pinnan poikki. Veden tulo erottimeen tai poisto sieltä saadaan virtauskaistan avulla. Tämä on kaista, joka on uritettua materiaalia tai sihtikaista, joka sallii veden
 5 menemisen erottimeen tai poistumisen sieltä antaen samalla tuen, joka pitää kalvot erotettuina. Virtauskaista voi olla paksumpi, kuin-syöttöerotin sen painehäviön minimoimiseksi, kuten kuviossa 7 kuvataan ja kuten jäljempänä selitetään. Erotin käämitään kierteisesti yhdessä kalvojen
 10 kanssa elementtiä muodostettaessa. Elementti pannaan paineastiaan tai -koteloon rajoittamaan ja erottamaan käsitellyt nesteet.

Viitaten näin erikoisesti piirustusten kuvioiden 1 ja 2 kuviin, on annettu varusteeksi kalvomoduli, jonka
 15 osoittaa tavallisesti n:o 10, kotelo 11, joka sisältää moduulin, syöttöliuoksen tulo-osa 12 sekä hylätyn tai väkevöidyn liuoksen osa 13.

Tulo-osa 12 käsittää syöttötuloputken 15, joka on kiinnitetty kovajuottamalla, hitsaamalla, kiinnityslaitteella tai muulla sellaisella kanteen 16, joka on kiinnitetty koteloon 11. Viitaten kuvioon 1 on laitteen alapäässä kansi 18, joka on kiinnitetty koteloon 11 ja joka käsittää poistoputken 19, joka on kiinnitetty siihen hitsaamalla, kovajuottamalla, kiinnityslaitteella tai muulla sellaisella.
 20
 25

Keskusputki 24, joka käsittää useita sivuittaisia aukkoja tai reikiä 25, on sijoitettu ulottuvaksi olennaisesti yhdessä kotelon 11 pituuden kanssa ja se työntyy esiin sinetöidyn aukon läpi alakannesta 18 antaakseen
 30 ulospäin ulottuvan kyllästeen poistoputkiosuuden 26. Poistoputki 19 antaa kyllästeelle poistoaukon, joka selitetään jäljempänä. Viitaten kuvioon 1 on keskusputken 24 yläpää suljettu tiivistystulpan 27 avulla tai se voidaan ulottaa kotelon läpi.

Keskusputki 24 on edelleen tuettu vastakkaisista päistä toisiinsa työntymisen estolaitteiden tai lieriö-
mäisten kiristysvanteiden 30 keskusaukkoihin. Kuten kuvion
2 poikkileikkauksessa esitetään, sekä ylä-, että alakiris-
tysvanteet 30 ovat olennaisesti identtisiä ja sisältävät
5 useita aukkoja 31; tässä tapauksessa neljä kummassakin.
Kumpikin kiristysvanne 30 voi olla tehty muoviaiineksestä,
jossa on ulompi, porrastettu läpimitta, joka antaa tiivis-
tävän kytkennän kotelon 11, kansien 16 ja 18, sekä kalvo-
10 moduulin 10 kanssa. Voidaan nähdä, että laitteessa on va-
rusteena yläkammio 34 ja alakammio 35. Yläkammio kerää
tuloputkesta 15 tulevan syöttöliuoksen, joka ohjataan
edelleen kalvomoduliin 10 yläkiristysvanteen 30 aukkojen
31 kautta, kun taas alakammio 35 kerää tiivisteen, joka
15 tulee sisään alakiristysvanteen 30 aukoista 31 ja päästää
sen poistumaan poistoputken 19 kautta. Kuten jäljempänä
selitetään, kylläste poistuu keskusputken 24 kyllästeput-
kiosuuden 26 kautta tultuaan putkeen kalvomodulistista 11
aukkojen 25 kautta. Tulppa 27 estää nesteen menemisen kes-
20 kusputkeen.

Kuvio 3 esittää tarkemmin kalvomodulin 10 tunnus-
merkit ja valmistusmenetelmän. Moduuli 10 käsittää keskus-
sisuksen tai -putken 24, jonka päälle käämitään kiertei-
sesti kalvoladonta, joka käsittää kuoren 41 ja päällyksen
25 42. Kuori 41 käsittää puoliläpäisevät kalvo- ja pohjustus-
ainekerrokset 44 ja läpäisevän välipohjan 45. Kalvo- ja
pohjustuskerrosten 44 ja 45 materiaalit ovat melko tavan-
omaisia, ja kuviosta 3 voi nähdä, että kalvo- ja pohjus-
tuserrokset on liimattu sopivasti yhteen antamaan nes-
30 teen pitävä tiiviste kolmelle reunalle käyttämällä tavano-
maista liimaa 43, jolloin saadaan kuori 41, mutta neljäs
reuna on jätetty avoimeksi suljettavaksi putken 24 kanssa
(ks. kuvio 4).

Puoliläpäisevä kalvo 44 on tavallisesti ohuen levyn
35 muodossa, joka on materiaalia, jolla on ennakolta määrätyt

läpäisyominaisuudet. Sopiva aine puoliläpäisevää kalvoa 44 varten on kutomaton polypropeenikudos, jonka päälle on valettu lineaarinen polysulfonimikrosuodatus- tai ultra-suodatuskerros, ja joka käsittää valetun kerroksen poly-
 5 amidikondensaatiopolymeeriä, jonka on muodostanut kahden liuoksen välinen rajapinta, mikä tavallisesti antaa tarvittaessa käänteisosmoosiominaisuudet. Vaikka tässä esitetään vain yksi pussiläppä tai kuori 41, putkeen voidaan kiinnittää kaksi tai useampia pusseja, jos ja kun halutaan 10 suurentaa kokonaispinta-alaa.

Esillä oleva rakenne esittää erityisiä etuja silloin, kun erotettavan nesteen olosuhteet ovat erikoisen likaiset tai täynnä silttiä tai muuta sameutta, joita etuja ei ole tavallisissa tekniikan tason laitteissa, joita 15 tarvitaan suolanpoistossa tai dialyysissä. Erottimet, kuten esim. Westmorelanin patentissa 3 367 504 esitetty, ovat melko tyydyttäviä tavallisissa tarkoituksissa, mutta tällaisista laitteista tavatun sihti- tai seulamaisen erottimen takia sakka tai muut pyörretilan aiheuttavat aineet 20 pyrkivät likaamaan kalvon ja sihdin ja häiritsemään näin nesteen virtausta.

Sen mukaisesti esillä olevan kalvomoduulin 10 ensisijaisena kohteena on poistaa sihti ja se antaa myös syöttövirtauksen parannetun ohjausgeometrian. Esillä oleva 25 rakenne antaa pitkän radan, jonka poikkileikkauspinta-ala on suhteessa pienempi päästääkseen runsaat määrät nestettä virtaamaan suuremmalla nopeudella. Tämä saavutetaan käyttämällä vain minimimäärä erottavaa sihtiä, esim. tulo- tai poistosihnikaistoja 48 ja 49, sekä sivutukikaistoja 50, 30 joista jokainen on keskimäärin 2,54 cm leveä. Kohteena on minimoida niin paljon, kuin mahdollista, sihti- tai seula- maisten erottimien käyttöä, minimoiden näin nestevirtauksen impedanssin huokoisen kalvon läpi.

Kuvioissa 4 ja 5 kuvatut suoritusmuodot, sekä kuvio- 35 ossa 6 esitetty vaihtoehto esittävät mutkittelleen tai

kiemurtelevan radan, näissä esitetään kuori 41, joka sisältää pohjustuskerrokset 45 ja kalvokerroksen 44 ja joka on kiinnitetty putkeen tai karaan 24. Putken 24 aukot 25 ovat paljaana ja keräävät nesteen, joka virtaa puoliläpäisevän kalvon 44 läpi. Nesteen virtaus esitetään nuolien avulla kuvioissa 4 ja 5. Voidaan havaita, että neste tulee sisään suhteellisen lyhyen tulosihtin tai tulokaistan 48 kautta, joka on yhteydessä yläkiristysvanteen 30 aukkoihin 31 (ks. myös kuvat 1 ja 2), jotka puolestaan ovat yhteydessä kammioon 12 kerätäkseen tuloputkesta 15 tulevan nesteen. Useita kanavan väliske- tai erotineliimiä tai kais-toja 53 on asetettu yhdensuuntaiseen, erilleen asetettuun suhteeseen toistensa ja kanavan reunakaistojen 54, 55 ja 56 suhteen määrittämään syöttövirtauskanavat tai -radat.

Kaistojen tai väliskeiden 53 - 56 paksuus on täydellisenä riittävä antaakseen kanavan tai nesteradan jokaiselle kierteelle, kun kalvomoduuli 10 käämitään kierteisesti putken 24 päälle. Väliskeiden materiaalilla ei ole erityistä merkitystä, paitsi että sen pitäisi olla nesteen osalta läpäisemätöntä toimiakseen esteenä ja ohjaimena nestevirrälle. Tähän tarkoitukseen voidaan hyvin käyttää esimerkiksi polyeteeniä tai pehmeää polyvinyylidikloridia. Näin lyhyen tulosihtikaistaan 48 menevä neste tulee seuraamaan nuolen reittiä oikealta vasemmalle kuvion 4 osalta, ja sitten seuraavaa nuolireittiä pitkin päällyksen 42 päähän ja sitten ulospäin poisto- tai lähtösihtikaistasta 49 alakiristysvanteeseen 30 ja poistumaan sitten poistoputkesta 19. Itse kylläste menee sisään keskusputken 24 aukkoista 25 poistuaakseen putkimaisen osuuden 26 kautta.

Koska välikanavakaistoja 53 ei ole liimaamalla tai muulla tavoin sidottu kuoreen 41, niitä tukevat sihtitukaistat 50, jotka ovat poikittain kuorella 41. Nämä on tehty sihtistä, jonka paksuus on riittävä ja leveys pienin mahdollinen salliaakseen erotuksen, mutta päästääkseen samaan aikaan halutun nestevirtauksen ratojen kautta, jotka

määritetään kaistoilla 53. Ne voivat myös olla kapeita, kiinteitä kaistoja, jotka ovat alle puolet erottimen pak-suudesta. Kaistojen tehtävänä on estää kaistojen 53, 54 ja 56 sivuittainen siirtyminen, mikä voisi seurata kaistojen jomman kumman puolen ohjaavasta paineesta.

Kuvio 5 kuvaa vastakkaisuuntaista nestevirtaa, ja samoja viitenumeroita käytetään samoissa elementeissä sekä kuvion 4, että kuvion 5 suoritusmuodoissa. Kuvion 5 suoritusmuodossa on virtaus päinvastaista, kuten nuolet osoittavat, mutta vaikutus on sama ja tulokset olennaisesti samat. Piirustukset esittävät elementin, jossa on yksi läppä. Rakenteessa voidaan käyttää moninkertaisia läppiä.

Parannetun kalvomoduurin 10 kokeet suoritettiin kesäkuukausina, heinä- ja elokuussa, Appomattox-joen suussa, joka joki tunnetaan suuresta sameudestaan. Veden lämpötila vaihteli 28 °C:n ja 32 °C:n välillä. Tämän tuloksena veden sameus oli suuri ja se oli biologisesti aktiivista, sameudet vaihtelivat 20 - 60 NTU:n välillä. Laivaliikenteestä johtuvat kokonaissameushuiput vaihtelivat 100 - 1000 NTU:n välillä. Syöttövesi koostui ensijijaisesti natriumkloridista, natriumbikarbonaatista ja kalsiumbikarbonaatista. PH oli alle 7 osoittaen suhteellisen suuren hiilidioksidipitoisuuden osoittaen edelleen suuret bakteeriesteet, jotka tuottavat hiilidioksidia.

Suspendoituneiden kiintoainesten kokonaismäärä oli suhteellisen suuri, 26 - 30 milligrammaa/litra (mg/l). Puolet suspendoituneista kiintoaineista oli höyrystyviä ja sameuden suhde suspendoituneisiin kiintoaineksiin oli lähes yksi. Tämä osoittaa, että noin puolet suspendoituneista kiintoaineksista koostui orgaanisesta aineesta. Se oli todennäköisesti orgaanisen detrituksen (siltin) ja aktiivisten biologisten organismien yhdistelmä. Leviä oli silminnähävästi läsnä ajoittain.

Kokeet osoittavat, että veden nopeus käänteisosmoosikalvon pinnan yläpuolella oli tärkeä tekijä. Se vaikut-

taa kalvon likaantumisasteeseen suspendoituneista kiinto-
aineksista. Mitä alhaisempi virtausaste tai nopeus oli,
sitä nopeammin käänteisosmoosikalvot likaantuivat.

5 Koetulokset osoittivat tässä hyvin sameassa väli-
neessä, että niissä laitteissa, joissa oli sihtierotti-
met, jotka peittävät kokonaan kalvoelementtien välisen
alueen, oli kelpaamattomat likaantumisasteet. Testattavis-
sa standardielementeissä oli virtausradan leveys 139,7 cm
ja paksuus 0,08 cm, ja radan pituus oli 45,7 cm. Nopeus-
10 kerroin oli 0,059 m sekunnissa per litroja minuutissa.
Syöttömäärällä 18,9 litraa minuutissa veden nopeuden erot-
timessa havaittiin olevan 0,30 m sekunnissa (m/sek). Stan-
dardeja tai tavallisia koe-elementtejä käytettiin aluksi
määrällä 14 l/min nopeudella 0,22 metriä sekunnissa, ja
15 painehäviö oli 68,94 kPa. Tämä painehäviön suhde on 89,6
kPa/m/sek. Vaihtelut painehäviössä kuvataan kuviossa 7,
jossa esitetään kolme kuvaavaa käyrää. Käyrä A kuvaa sel-
laisen tavanomaisen käänteisosmoosielementin painehäviön,
joka on samanlainen, kuin Westmorelandin US-patentissa
20 3 367 504 esitetty elementti. Käyrä B kuvaa esillä olevan
keksinnön mukaisen avokanavaisen käänteisosmoosielementin
paine-häviön, jossa tulo- ja poistosihtikaistojen paksuus
on olennaisesti yhtä suuri, kuin erottimen kaistojen 53
paksuus. Käyrä C kuvaa esillä olevan keksinnön mukaisen
25 avokanavaisen käänteisosmoosielementin painehäviön, mutta
siinä tulo- ja poistokaistojen 48 ja 49 paksuus on noin
33 % suurempi, kuin erottimen kaistojen 53 paksuus.

Tulee huomata kirjaamista varten, että käyrät A, B
ja C on esitetty ainoastaan yleistä vertailua varten ja
30 kuvaamaan huomattavan parannuksen painehäviössä, joka ta-
pahtuu käyrissä B ja C, verrattuna tavanomaiseen kiertei-
seen kalvorakenteeseen. Eli vaikka kunkin käyrän pohjana
olevat tiedot ovat tarkkoja, niin käyrän A painehäviötä
koskevat tiedot perustuivat esisuodatettuun veteen, joka
35 meni standardiin tai tavanomaiseen elementtiin.

Parannettujen koe-elementtien alkuvirtausmäärä oli 7,3 litraa minuutissa ja nopeus 0,83 m sekunnissa ja painehäviö koekäytön alussa oli 10,3 kPa. Tämä on 379 %:n suuruinen kasvu nopeudessa ja 667 %:n suuruinen painehäviön pieneneminen. Painehäviön suhde on 3,80 kPa/m/sek.

Virtausmäärää suurennettiin 14,4 litraan minuutissa. Tämä antoi nopeuden 1,6 m sekunnissa ja 24,13 kPa:n painehäviön. Tämä on 750 %:n suuruinen nopeuden kasvu verrattuna standardielementtiin, ja 286 %:n suuruinen painehäviön pieneneminen. Painehäviön suhde on 4,48 kPa/m/sek.

Maksimivirtausmäärällä 22,7 litraa minuutissa oli nopeus 2,6 m sekunnissa ja painehäviö 106,87 kPa. Tämä on 1194 %:n suuruinen nopeuden kasvu verrattuna standardiin tai tavanomaiseen elementtiin, ja painehäviön suureneminen oli 155 %. Painehäviön suhde on 12,41 kPa/m/sek. Tämä on huomattava parannus verrattuna tavanomaiseen malliin, joka osoitti 89,63 kPa/m/sek suuruisen painehäviön suhteen nopeudella 0,22 m sekunnissa.

Näyttää ilmeiseltä, että nopeuden ja painehäviön erot johtuivat tässä selitetyn, parannetun käänteisosmoosielementin avoimesta kanavasta. Perinteisten tekniikan tason elementtien sihti saa aikaan huomattavan painehäviön. Sen oletetaan lisäävän veden pyörretilaa kalvon pinnalla. Sen sijaan se näyttää vaativan virtausmäärän ja nopeuden pienentämistä hyvin alhaisille tasoille, jolloin toimittaisiin kohtuullisin painehäviön. Se synnytti myös alhaisen nopeuden alueita säikeiden takana ja alapuolella päästäen suspendoituneet kiintoainekset kerääntymään.

On selvää, että esillä olevan mallin avokanavaisen, kierteisesti käämityn käänteisosmoosielementin edut poistavat syöttöerottimen sihdin suhteellisen suuren painehäviön syöttöveden alhaisilla nopeuksilla. Sihti pyydystää suspendoituneita kiintoaineita sihdin säikeiden alapuolelle ja taakse liaten kalvoa suuresti näillä alueilla.

Tavanomaisen käänteisosmoosielementin erottimesta tulevan syöttöveden nopeudet ovat normaalisti luokkaa 0,23 m sekunnissa ja maksiminopeus on 0,40 m sekunnissa. Esillä olevan laitteen erottimen syöttöveden nopeudet ovat
 5 normaalisti luokkaa 0,9 - 1,22 m sekunnissa ja maksiminopeus 2,74 m sekunnissa. Tämä alue on riittävä minimoidakseen suspendoituneiden kiintoainesten liikaamisen. Kun sihti poistetaan elementistä ja korvataan se kapean, avoimen, mutkittalevan virtausradan omaavalla erottimella, saadaan
 10 tulokseksi veden nopeuden kasvu samanlaisilla painehäviöillä ja laitetta voidaan käyttää normaaleja sameuksia paljon suuremmilla sameuksilla.

Malli pienentää lisäksi niiden hankalien, kalliiden ja tilaa vievien esikäsittelylaitteiden tarvetta, joita
 15 tarvitaan tavanomaisessa käänteisosmoosijärjestelmässä. Tulee myös ottaa huomioon pääomakustannusten pieneneminen, kun poistetaan kalliit järjestelmät, kuten esim. pyörreerottimet, välisuodattimet, piimaasuodattimet, ultrasuodatusjärjestelmät, kennosuodatinkotelot ja polyelektrolyyt-
 20 tisyöttöjärjestelmät. Pussisuodatin, jolla poistetaan karkeat aineet, on ainoa vaadittu suodatin. Rakenne eliminoi myöskin putkituksen, mittarit, venttiilit, ohjauslaitteet, kehikot, rakentamiskustannukset, osto-, varasto- ja kokoonpanokustannukset, jotka liittyvät suodatus- ja vasta-
 25 virtahuuhtelujärjestelmiin. Tämän myötä poistuvat usein toistuvat vastavirtahuuhtelut, joita välisuodatin vaatii. Tämä vähentää käyttäjän virheitä vastavirtahuuhtelussa ja polyelektrolyytin annostelussa ja yksinkertaistaa järjestelmän käyttöä.

30 Kuviossa 6 esitetään vaihtoehtoinen, mutta vähemmän suosittu syöttöerottimen muoto. Samat viitenumerot viittaavat samoihin elementteihin, jotka on selitetty kuvioiden 1 - 5 yhteydessä. Tämän tyyppinen erotin olisi sopiva normaaleihin levy- ja kehikkolaitteisiin, mutta se ei sovi
 35 kovin hyvin kierteisesti käämittyyn, avokanavaiseen mal-

liin. Se antaa kuitenkin hyvän vertailukohteen kuvattaessa suuntauksen tärkeyttä etusijalla olevassa mallissa. Sen huonomman sopivuuden ensisijainen syy on se, että virtausradan vaakasuorat jakokaistat 53a eivät kohdistu toistensa kanssa, kun elementti käämitään kyllästeputken sisuksen ympäri. Tämä aiheuttaa vaakasuorien kaistojen 53a työntymisen ylempään tai alempaan kierteeseen ja virtauskanavan puristamisen aiheuttaen liiallisia painehäviöitä. Virheelinen suuntaus ei antaisi tarpeellista tiivistyspainetta, joka pitäisi syöttöveden vuotamasta poikittain kaistojen ohi tehden näin tyhjäksi syöttövirtausmäärän. Vaakasuorat kaistat voitaisiin asettaa siten, että ne menisivät limit-täin, mutta tämä antaisi tulokseksi virtausradan, jossa olisi erilaisia leveyksiä, ja kapeimmat leveydet ohjaisivat painehäviö- ja nopeuskäyriä.

Moninkertaisissa läppämalleissa erottimet on myös siirretty sivulle toisistaan, mikä suuntaisi vaakasuorat virtausratakaistat jälleen virheellisesti. Toinen ongelma on se, että virtauksen tulo- ja poistoaukot on siirretty sivulle. Tämä poistaa ne edut, jotka saadaan käytettäessä sisääntulon tai tuloaukon kaista-alueilla paksumpaa sihtiä näiden painehäviöiden minimoimiseksi. Paksummat tulo- ja poistokaistat estäisivät tiivisteen tai virtauskaistojen riittävän puristuksen ja sallisivat poikittaisen vuodon.

Patenttivaatimukset:

1. Kierteisesti käämittyyn kalvomuoduliin, joka käsittää kotelon, joka määrittää lieriömäisen kammion, on
5 asetettu ontto, lävistetty sisus samankeskeiseen suhteeseen mainitun kammion kanssa tämän sisälle, mainituksessa on esteetön kanava, pitkänomainen kuori, joka sisältää parin puoliläpäiseviä kalvovälikä, jotka ympäröivät kyllästeen kantovälikä ja jotka on kierteisesti kää-
10 mitty mainitun ontton sisuksen ympärille, ja erotinlaitteen, joka pitää yllä tilasuhteen mainitun pitkänomaisen kuoren poimutettujen kerrosten välillä, t u n n e t t u siitä, että parannus käsittää erotinlaitteen muotoilemisen siten, että se antaa kaksoistoiminnan pitäen yllä mainit-
15 tua tilasuhdetta ja saaden aikaan ohjatun, avokanavaisen syöttövirtausradan poimutetun kalvokuoren leveyden ja pituuden yli, ja jossa mainitun virtausradan määrittää mainittu erotinlaite antaakseen esteettömän, mutkittelevan radan, joka ulottuu mainitun kuoren toisen paljaana olevan
20 sivureunaosuuden tuloaukosta sen alueen poikki, jonka määrittää olennaisesti mainitun kuoren pituus ja leveys, poistoaukkoon, jonka määrittää mainitun kuoren vastakkainen sivureunaosuus.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen moduuli, t u n -
25 n e t t u siitä, että mainittu syöttövirtausrata määritetään sivuittain sijoitettujen, nestettä läpäisemättömien erotinkaistojen avulla, jotka on sijoitettu mainitun kalvokuoren toiselle pinnalle ja järjestetty vuorottaiseen, pitkittäiseen suhteeseen toistensa kanssa määrittämään kiemurteleva muoto.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen moduuli, t u n -
n e t t u siitä, että mainittu erotinlaite käsittää parin pitkänomaisia, vastakkain asetettuja sivukaistoja, jotka ovat läpäisemätöntä materiaalia ja ulottuvat ulospäin mai-
35 nitusta sisuksesta mainitun poimutetun kuoren toisen pin-

nan pituuden suurimmalle osuudelle, mainittujen sivukaistojen vastaavat keskipisteestä erillään olevat päät päättyvät kohdassa, joka on suurempi, kuin kalvokuoren pitkittäispituus ja antavat nesteen vastaavat tulo- ja poistoaukot, sekä useita vuorotellen järjestettyjä, virtausta ohjaavia, läpäisemättömiä kaistoja, jotka on asetettu sivuittain toistensa suhteen ja mainittujen vastakkain asetettujen sivukaistojen suhteen, jolloin kierteitetyn kalvokuoren tuloaukkoihin ja poistoaukkoihin menevä ja niistä lähtevä neste pannaan seuraamaan mutkittelevaa ja jatkettua rataa mainitun käämityn kalvokuoren erotettujen kier-
teiden välissä.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen moduuli, t u n -
n e t t u siitä, että jokainen mainittu sivukaista liittyy huokoisiin erotinkaistoihin, mainitut huokoiset kaistat ulottuvat mainittujen tulo- ja poistoaukkojen poikki ja antavat mainitun kalvokuoren kierteille erotuksen ja puristuksen ja nesteen kulun niiden läpi nesteen liikkues-
sa mainitun virtausradan kautta.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen moduuli, t u n -
n e t t u siitä, että huokoisten tulo- ja poistokaistojen paksuus on suurempi, kuin erottimen kaistojen paksuus ja ne sijaitsevat kuoren samassa päässä.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen moduuli, t u n -
n e t t u siitä, että huokoisten tulo- ja poistokaistojen paksuus on vähintään yhden kolmanneksen suurempi, kuin erottimen kaistojen paksuus.

7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen moduuli, t u n -
n e t t u siitä, että erottimen huokoiset kaistat ovat avosihtimateriaalia.

8. Patenttivaatimuksen 4 mukainen moduuli, t u n -
n e t t u siitä, että erottimen huokoiset kaistat ovat uurrettua materiaalia.

9. Patenttivaatimuksen 2 mukainen moduuli, t u n -
n e t t u siitä, että mainitut sivuittain asetetut ero-

tinkaistat on järjestetty omaamaan ensimmäisen sarjan vuorotellen järjestettyjä kaistoja, jotka ulottuvat mainitun sisuksen ulkopinnasta ja toisen sarjan rinnakkain, vuorotellen järjestettyjä erotinkaistoja, jotka ulottuvat mainittua sisusta kohti mainitun kalvokuoren keskipisteestä erillään olevan pään läheisyydestä.

10. Patenttivaatimuksen 2 mukainen moduuli, tunnetaan siitä, että mainittu erotinlaite käsittää vähintään yhden suhteellisen kapean, huokoisesta aineesta tehdyn tukikaistan, joka ulottuu poikittain kalvokuoresta ja liittyy mainittuihin läpäisemättömiin erotinkaistoihin antaen sivuittaisen tuen ja pitäen yllä mainittujen erotinkaistojen väliä mainitun kalvokuoren leveyden osalta.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen moduuli, tunnetaan siitä, että huokoiset tukikaistat ovat avosihtimateriaalia.

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen moduuli, tunnetaan siitä, että huokoiset tukikaistat ovat ohuita, kiinteitä kaistoja, joiden paksuus on alle $1/2$ erotuspaksuudesta.

13. Patenttivaatimuksen 10 mukainen moduuli, tunnetaan siitä, että huokoiset tukikaistat ovat ohuita, lieriömäisiä säikeitä, joiden paksuus on alle $1/2$ erottimen paksuudesta ja jotka on sidottu molempiin viereisiin virtausratakaistoihin.

Patentkrav:

1. Vid en spirallindad membranmodul omfattande ett omhölje avgränsande en cylindrisk kammare, en ihålig, perforerad kärna anordnad koaxialt med och i nämnda kammare, varvid nämnda kärna har en hinderfri borrhning, ett långsträckt omslag inkluderande ett par semipermeabla membranark omgivande ett impregneringsbärande ark spirallindade runtom nämnda ihåliga kärna, och separationsorgan upprätthållande rumsrelation mellan upprullade skikt av nämnda långsträckta omslag, k ä n n e t e c k n a d därav, att förbättringen omfattar utformning av separationsorganen för åstadkommande av en dubbel funktion av upprätthållande av nämnda rumsrelation och åstadkommande av en riktad inmatningsflödesväg med öppen kanal tvärs över bredden och längden av det upprullade membranomslaget, och att nämnda flödesväg avgränsas av nämnda separationsorgan för åstadkommande av en oavbruten ringlande väg gående från inloppsöppningen i ett bart sidokantsavsnitt i nämnda omslag och över ett område väsentligen avgränsat genom nämnda omslags längd och bredd till en utloppsöppning avgränsad av det motsatta sidokantsavsnittet i nämnda omslag.

2. Modul enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda flödesväg avgränsas medelst för vätska ogenomträngliga separationsremsor med laterala mellanrum placerade på en yta av nämnda membranomslag och anordnade i omväxlande längdrelation till varandra för att bilda en serpentinkonfiguration.

3. Modul enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda separationsorgan omfattar ett par långsträckta, mot varandra anordnade sidoremsor av ogenomträngligt material gående utåt från nämnda kärna på det större längdavsnittet av en yta av nämnda upprullade omslag, varvid respektive distala ändar av nämnda sidoremsor slutar vid en punkt utanför längden av membranomslaget

för åstadkommande av respektive inlopps- och utloppsvätskeöppningar, och ett flertal växelvis anordnade flödesriktande ogenomträngliga remsor med laterala mellanrum till varandra och till nämnda motstående anordnade sidoremsor, varvid vätska, som inkommer i och lämnar nämnda inlopps- och utloppsöppningar i det upprullade membranomslaget, fås att följa en ringlande och långsträckt väg mellan åtskilda varv av nämnda lindade membranomslag.

4. Modul enligt patentkravet 3, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att varje nämnda sidoremsa står i beröring med porösa separationsremsor, varvid nämnda porösa remsor går över nämnda inlopps- och utloppsöppningar för att åstadkomma separation och kompression av varven i nämnda membranomslag och därigenom ge passage åt vätska, som går genom nämnda flödesväg.

5. Modul enligt patentkravet 4, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att tjockleken i de porösa inlopps- och utloppsremsorna är större än tjockleken i separationsremsorna och placerade vid samma ända av omslaget.

6. Modul enligt patentkravet 5, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att tjockleken i de porösa inlopps- och utloppsremsorna är åtminstone en tredjedel större än tjockleken i separationsremsorna.

7. Modul enligt patentkravet 4, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att de porösa separationsremsorna består av öppenmaskigt material.

8. Modul enligt patentkravet 4, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att de porösa separationsremsorna består av räfflat material.

9. Modul enligt patentkravet 2, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att nämnda separationsremsor med laterala mellanrum har anordnats att ha en första sats av omväxlande anordnade remsor gående från nämnda kärnas ytteryta och en andra sats jämsidesliggande omväxlande anordnade separationsremsor gående mot nämnda kärna från

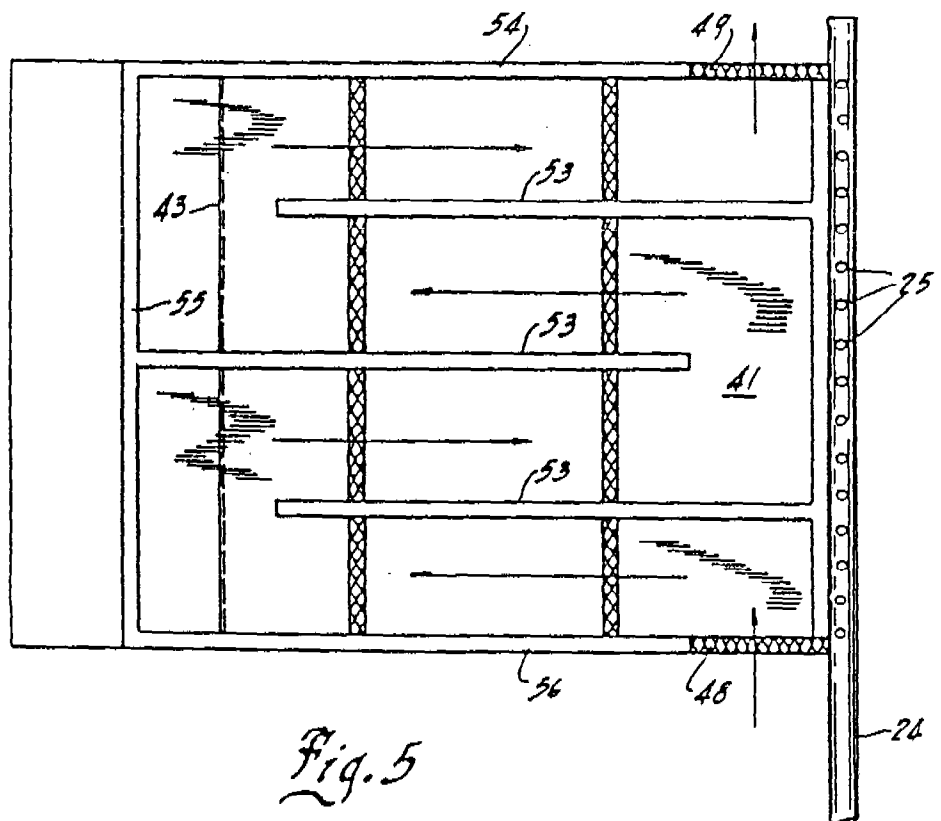
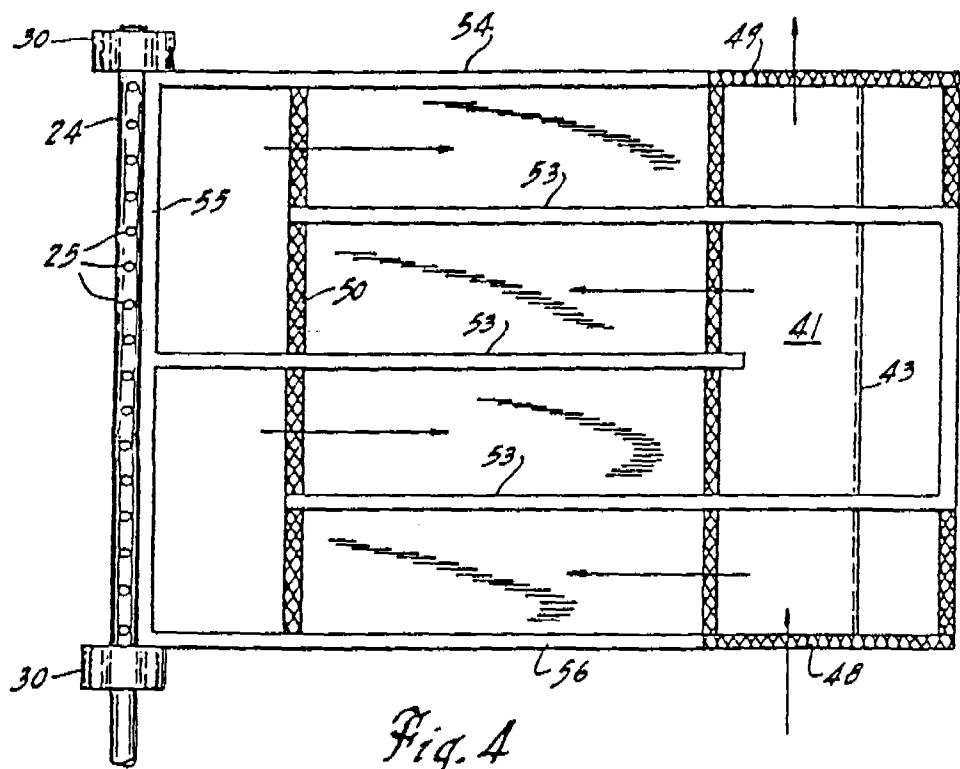
närheten av nämnda membranomslags distala ända.

5 10. Modul enligt patentkravet 2, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att nämnda separationsorgan inklude-
rar åtminstone en relativt smal stödremsa av poröst mate-
rial gående transversalt till membranomslaget och stående
i beröring med nämnda ogenomsläppliga separationsremsor
för att ge stöd i sidoriktningen och upprätthålla mellan-
rummen mellan nämnda separationsremsor i breddriktningen i
nämnda membranomslag.

10 11. Modul enligt patentkravet 10, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att de porösa remsorna är av öppen-
maskigt material.

15 12. Modul enligt patentkravet 10, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att de porösa stödremorna är tunna
fasta remsor med mindre än hälften av separationstjockle-
ken.

20 13. Modul enligt patentkravet 10, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att de porösa stödremorna är tunna
cylindriska strängar med mindre än halva separationstjock-
leken och sammanbundna med både närliggande flödesvägsrem-
sor.



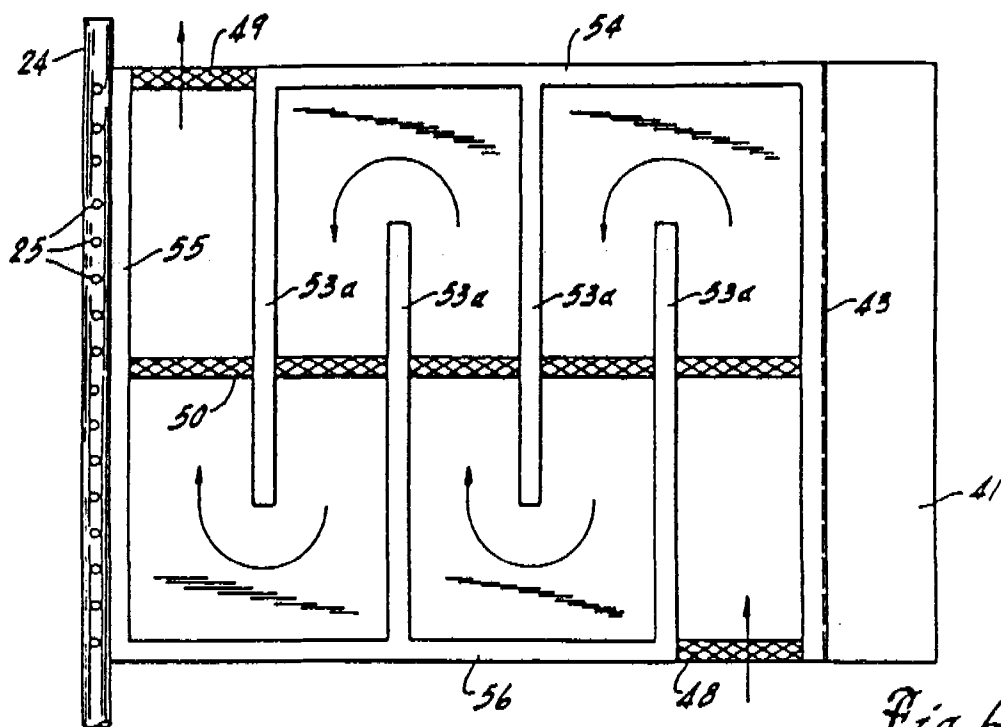
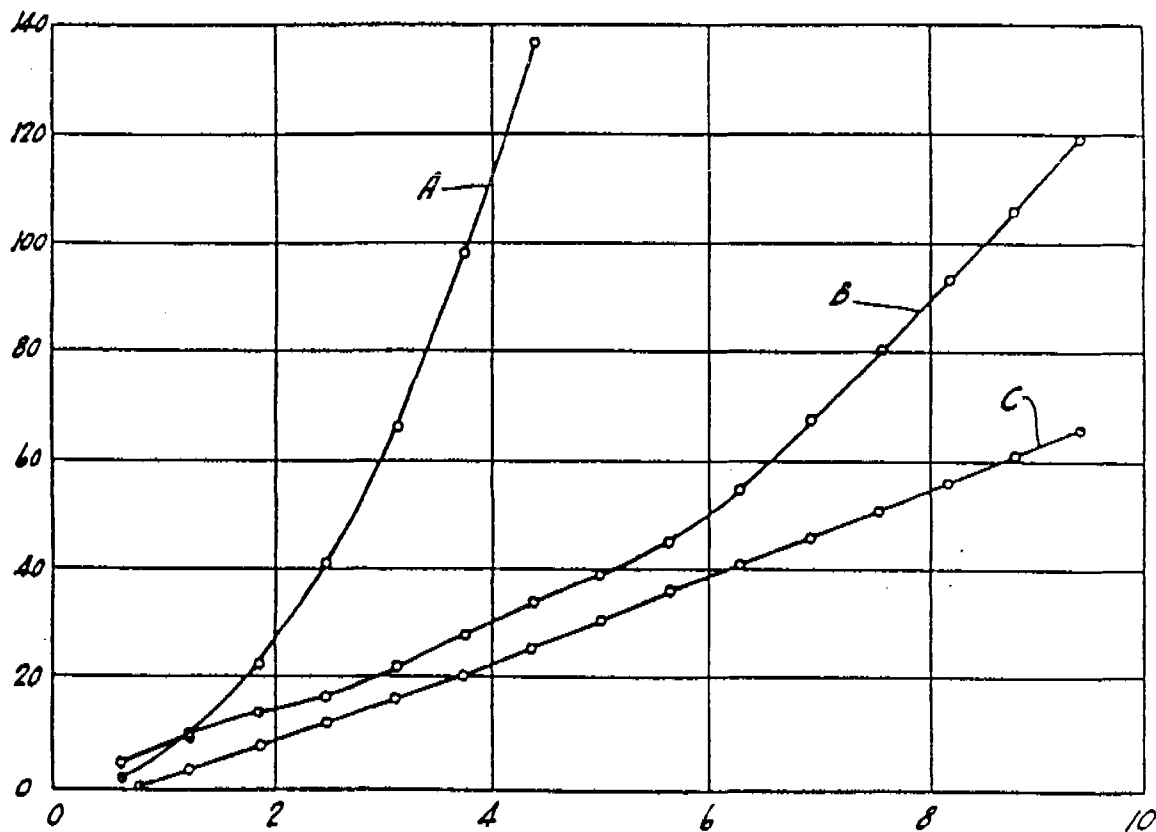


Fig. 6

OHJAAVA PAINEN NAULANVOIMANA NELIÖTUUMAA KOHTI



SYÖTTÖNOPEUS JALKOINA SEKUNTIA KOHTI

Fig. 7