(19) 

SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 960261 A7**

(12) **JjulkiseksI tullut patenttihakemus**
Patentansökan som blivit offentlig
Patent application made available to the public

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 960261

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification (IPC[6])
C02F 3/00

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **18.07.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **19.01.1996**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **19.01.1996**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - Internationell ansökan - International application **18.07.1994 PCT/US1994/008022**

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

20.07.1993 US 095123
08.03.1994 US 208020
25.05.1994 US 248767

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Biochem Technology Inc., 100 Ross Road, King of Prussia PA 19406, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Yang, Xin, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 • Lee, Jaw Fang, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
3 • Maneshin, Sergey K., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
4 • Kolb, Marcus E., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Leitzinger Oy, High Tech Center, Tammasaarenkatu 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention
Biologinen aktiivisuuden tarkkailu jätevedessä

Övervakning av biologisk aktivitet i avfallsvatten

Biologinen aktiivisuuden tarkkailu jätevedessä. - Övervakning av biologisk aktivitet i avfallsvatten.

Keksinnön ala

Tämä keksintö koskee laitetta ja menetelmiä biologisen aktiivisuuden tarkkailemiseksi jätevedessä ja sen käsittelyn kontrolloimiseksi, ja erityisemmin laitetta ja menetelmiä jätevedenkäsittelyprosessissa käytetyssä aktiivilietteessä olevien mikro-organismien metabolisen aktiivisuuden reaaliaikaiseen tarkkailuun, ja sellaisen tarkkailun tulosten käyttöä käsittelyprosessin valittujen näkökohtien kontrollointiin.

Keksinnön tausta

Jätevedenkäsittelylaitoksissa (WWTP) käytetään nykyisin erilaisia biologisia ravinteidenpoisto(BNR) -prosesseja kontaminaation hajotuksen auttamiseksi. Eräässä tyypillisessä BNR-prosessissa aktiiviliete sulattaa jätevedessä olevat kontaminoivat aineet, kuten hiililähteet (mitattuna biologisena hapenkulutuksena eli BOD:nä), ammoniakki, nitraatit, fosfaatit ja vastaavat anaerobisissa, anoksisissa ja aerobisissa vaiheissa, jotka myös tunnetaan alalla. Anaerobisessa vaiheessa jätevesi, alustavan saostusprosessin läpi kulkien tai ilman, sekoitetaan palautetun aktiivilietteen (RAS) kanssa, jota tämän jälkeen kutsutaan toisinaan "sekaliemeksi" ("mixed liquor"), jota kuvataan tämän jälkeen.

Useimmissa jätevedenkäsittelylaitoksissa BNR-prosessiin järjestetään yksi tai useita anoksisia vaiheita. Anoksisessa vaiheessa denitraajat, ts. mikrobilajit, jotka kykenevät denitrifikaatioon, hyödyntävät nitraattia ja/tai nitriittiä elektroniakseptoreina ja käyttävät jonkin verran käytettävissä olevista hiililähteistä denitrifikaatioprosessin aikana. Nitraatti toimitetaan tavallisesti kierrättämällä määrätty

jätevesitilavuus oksisen vaiheen lopusta takaisin anoksisen vaiheen alkuun.

BNR-prosesseissa käytetään tyypillisesti yhtä tai useaa oksista vaihetta. Oksiseen vaiheeseen toimitetaan ilmaa, joka sisältää noin 20 % happea tai puhdasta happea niin, että haluttu liuenneen hapen taso säilyy. Autotrofiset nitraajat, ts. mikrobilajit, jotka pystyvät käyttämään ammoniakkia energialähteenään, muuttavat ammoniakkia aerobisissa oloissa nitriitiksi ja nitraatiksi. Jätevedessä olevat poly-P-mikrobilajit vastaanottavat fosfaattia vesifaasista ja sulattavat solunsisäisen PHB- ja PHV-varastointituotteensa muuttaen sen polyfosfaatiksi, energian varastointiin tarkoitetuksi yhdisteeksi. Täten poly-P-mikrobilajin polyfosfaattikertymä täyttyy, ja fosforia poistuu vesifaasista. Sitten fosfori poistetaan järjestelmästä lietteen pois heittämällä, joka on alalla hyvin tunnettua. Aerobiset organismit diesteröivät vesifaasissa jäljellä olevia hiililähteitä aerobisissa oloissa.

On kuitenkin ollut ongelmana aikaansaada jätevedenkäsittelyjärjestelmien biologisen aktiivisuuden anaerobisten, anoksisten ja/tai oksisten vaiheiden aikaiseen tarkkailuun tarkoitettu laite ja menetelmiä, jotka maksimoivat käsittelyprosessin tehokkuuden menestyksekkäästi. On myös ollut ongelmana aikaansaada laite ja menetelmiä jätevedenpuhdistuksen reaaliaikaiseen tarkkailuun jätevedenkäsittelyprosessin anaerobisten, anoksisten ja/tai oksisten vaiheiden riittävän kontrollin saavuttamiseksi, erityisesti vasteena prosessiolojen ohimeneville ja muille muutoksille.

<u>Keksinnön yhteenveto</u>

Keksinnön yhden suoritusmuodon mukaan laite tarkkailee ja kontrolloi sekaliemen biologista aktiivisuutta anaerobisissa, anoksisissa ja aerobisissa oloissa mittaamalla mikro-organismien solunsisäisen nikotinamidiadeniinidinukleotidifosfaatin (kutsutaan tämän jälkeen toisinaan NAD(P)H:ksi) muutosta mit-

taamalla. NAD^+ on NAD(P)H:n hapettunutta muotoa. Suhde NAD(P)H/(NAD^+ + NAD(P)H) muuttuu mikro-organismeissa mikro-organismien metabolisen aktiivisuuden muutosten aikana. NAD(P)H-fluoresenssin (kutsutaan tämän jälkeen toisinaan NADH:ksi) vastaava muutos detektoidaan ja rekisteröidään sitten tarkkailujärjestelmällä, kuten reaaliaikaisella, linjaan kytketyllä tietokonetiedonkeräysjärjestelmällä, joka analysoi muutokset ja arvioi sekaliemen biologisen aktiivisuuden. Sitten tarkkailujärjestelmä määrittää käyttöparametrien muutokset, jotka ovat jätevesijärjestelmälle välttämättömiä BNR-prosessien suorituskyvyn maksimoimiseksi.

Tämän suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä eristetään sekalieminäyte bioreaktoritankista in situ kammioon, jota tarkkaillaan prosessissa NADH-detektorilla. Näytettä sekoitetaan mikro-organismien jäteveteen tasaisesti suspendoitumisen varmistamiseksi, ja kammiossa olevan sekalieminäytteen aerobisen, anoksisen ja/tai anaerobisen tilan fluoresenssi-NADH:n väliset erot rekisteröidään ja analysoidaan tarkkailujärjestelmällä. Sitten sekalieminäyte palautetaan tai injisoidaan takaisin bioreaktoritankkiin, ja jätevedenkäsittelyjärjestelmää kontrolloidaan tarkkailujärjestelmän luomien tulosten pohjalta.

Keksinnön erään toisen suoritusmuodon mukaan laite tarkkailee ja kontrolloi jäteveden biologista aktiivisuutta aerobisissa tai oksisissa olosuhteissa jäteveden liuenneen hapen pitoisuuden muutoksia mittaamalla. Liuenneen hapen määrä jätevedessä muuttuu jätevedessä olevien mikro-organismien metabolisen aktiivisuuden tuloksena. Liuenneen hapen (kutsutaan tämän jälkeen toisinaan D.O.:ksi) vastaava muutos havaitaan ja rekisteröidään sitten tarkkailujärjestelmällä, kuten reaaliaikaisella linjaan kytketyllä tietokonetiedonkeräysjärjestelmällä, joka analysoi muutokset ja arvioi jäteveden biologisen aktiivisuuden. Sitten tarkkailujärjestelmä määrittää käyttöparametrien muutokset, jotka ovat jätevesijärjestelmässä

välttämättömät biologisten jätevedenkäsittelyprosessien, erityisesti BNR-prosessien suorituskyvyn maksimoimiseksi.

Tämän suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä jätevesinäyte pumpataan bioreaktoritankista in situ -kammioon, jota tarkkaillaan prosessissa D.O. -detektorilla. Näytettä sekoitetaan jäteveden tasaisen jakaantumisen varmistamiseksi, ja jäteveden D.O.:n erot rekisteröidään ja analysoidaan tarkkailujärjestelmällä. Sitten näyte palautetaan bioreaktoritankkiin, ja jätevedenkäsittelyjärjestelmää kontrolloidaan tarkkailujärjestelmän luomien tulosten mukaisesti.

D.O.:n detektiota ja tarkkailua voidaan edullisesti käyttää toisen biologinen aktiivisuuden detektio- ja tarkkailulaitteen, kuten NADH-detektio- ja tarkkailulaitteen yhteydessä jätevedenkäsittelyprosessin aerobisten, anoksisten tai oksisten vaiheiden täysin tai osaksi kontrolloimisen auttamiseksi.

Piirrosten kuvaus

Kuviossa 1 esitetään kaaviomainen julkisivukuva keksinnön mukaisen laitteen yhdestä suoritusmuodosta, jota käytetään liuenneen hapen tai fluoresenssin detektoimiseen ja tarkkailuun bioreaktoritankissa.

Kuviossa 2 esitetään kaaviomainen hajotuskuva, osaksi leikkauksena, kuvion 1 jätevedennäytteenkeräyslaitteesta.

Kuviossa 3 esitetään kaaviomainen hajotuskuva, osaksi leikkauksena, laitteen eräästä toisesta suoritusmuodosta.

Kuviossa 4 esitetään kaaviomainen julkisivukuva keksinnön eräästä toisesta suoritusmuodosta, jota käytetään bioreaktoritankin liuenneen hapen ja/tai fluoresenssin detektioon ja tarkkailuun, tankin ollessa suljetussa asemassa.

Kuviossa 5 esitetään kaaviomainen julkisivukuva kuviossa 4 esitetystä laitteesta tankin ollessa avoimessa tilassa.

Kuviossa 6 esitetään kaaviomainen hajotuskuva, osaksi leikkauksena, kuvioissa 4 ja 5 esitetyn laitteen osasta.

Kuviossa 7 esitetään kaavio tyypillisen jätevedenkäsittelyprosessin tarkkailusta keksinnön mukaisia suoritusmuotoja käyttämällä.

Kuviossa 8 esitetään toimintaprofiilin kaavio, joka kuvaa NADH-fluoresenssin muutoksia ajan funktiona käsittelyn anaerobisesta vaiheesta.

Kuviossa 9 esitetään toimintaprofiilin kaavio, joka kuvaa NADH-fluoresenssin muutoksia ajan funktiona käsittelyn anoksisesta vaiheesta.

Kuviossa 10 esitetään toimintaprofiilin kaavio, joka kuvaa fluoresenssilla ja liuenneella hapella mitatun biologisen aktiivisuuden muutoksia ajan funktiona käsittelyn oksisesta vaiheesta.

Kuviossa 11 esitetään toimintaprofiilin kaavio, joka kuvaa liuenneen hapen %-osuuden muutoksia ajan funktiona käsittelyn oksisesta vaiheesta.

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

Monimutkaisen BNR-prosessin kunnollinen arviointi ja kontrolli vaatii sekaliemen metabolisen aktiivisuuden tarkkaa ja kuranttia määritystä erilaisissa ympäristöissä ja useissa olosuhteissa. Toisin kuin hapen metabolia, joka on aktiivinen vain BNR-prosessin aerobisen vaiheen aikana, NADH-metabolia liittyy kaikkiin ympäristöllisiin vaiheisiin. Täten NADH on metabolisen aktiivisuuden erinomainen ilmaisin, jota voidaan käyttää koko BNR-prosessin kontrolloimiseen. Myös hapen meta-

bolialla on tärkeä merkitys BNR:n osien kontrolloimisessa, joka merkitys voi edelleen kasvaa, erityisesti NADH-metabolian yhteydessä käytettynä. Määräävät organismit ja aktiiviset biokemialliset reitit vaihtelevat bioreaktorin ympäristöllisten vaiheiden mukaan. Yksi yhteinen tekijä on kuitenkin energiansiirron vaatimus käytettävissä olevien energialähteiden hapetuksella.

BNR-prosessin toiminnan tehokkaasti kontrolloimiseksi on välttämätöntä säädellä mikro-organismien biologiseen aktiivisuuteen perustuvia spesifisiä prosessiparametrejä käsittelyn anaerobisissa, anoksisissa ja oksisissa vaiheissa. Jätevedenkäsittelylaitokset ovat usein kovien ohimenevien olosuhteiden, kuten orgaanisten kuormitusten vuorokausivaihteluiden alaisia. Käsittelyprosessin kontrollointi vasteena näille olosuhteille vaatii nopeaa ja tehokasta tapaa biologisen aktiivisuuden mittaamiseksi. Eräässä tyypillisessä WWTP:ssä varustetaan laite, joka sallii sellaisen prosessin kontrolloimisen, muttei reaaliaikaisella tehokkuudella ja tarkkuudella. Sellaisen laitteen kontrolloimia prosessiparametrejä ovat esimerkiksi primaarisen poistovirran syötön määrä, kierrätysaktiivilietteen määrä, denitrifikaatiokierrätyksen määrä, mikro-organismien tyypit ja määrä, anaerobisten, anoksisten ja aerobisten vaiheiden lukumäärä ja sijainti, viipymäaika, ravinnetyyppi ja sen lisäysnopeus, ilman tai hapen puhtaus ja lisäysnopeus, pH, lämpötila ja vastaavat.

Keksintö kohdistuu parannettuun laitteeseen biologisen aktiivisuuden tarkkailemiseksi ja kontrolloimiseksi jätevedenkäsittelyjärjestelmissä detektoimalla mikro-organismien solunsisäisen NADH-tason ja/tai liuenneen hapen muutoksia sekaliemessä. Laite sisältää kammion, joka avataan ja suljetaan sekaliemen näytteen ottamiseksi. Kammio sisältää NADH-anturin ja/tai liuenneen hapen anturin, joka detektoi biologisen aktiivisuuden muutokset sekaliemen metabolian muuttuessa ympäristöolojen muutoksista johtuen. Näitä biologisen aktiivisuuden reaaliaikaisia muutoksia voidaan tarkkailla ja käyttää

käyttöprosessin syöttöfunktiona ja kontrollialgoritmeina prosessin tehokkaan suorituksen varmistamiseksi. Sellaiset algoritmit ovat alalla tunnettuja, eikä niitä käsitellä enempää. Olisi suomattava, että keksinnön seuraavat suoritusmuodot ovat vain keksinnön kuvaamiseksi, eikä niitä ole tarkoitettu millään lailla rajoittamaan oheisissa patenttivaatimuksissa määriteltyä keksinnön henkeä tai suoja-alaa.

Kuviossa 1 esitetään yksi suoritusmuoto laitteesta jäteveden näytteenottoa varten. Bioreaktoritankki 1 (tai vaihtoehtoisesti jätevesikanava) sisältää jätevettä 2 ja lietettä. Detektiolaite asetetaan bioreaktoritankin 1 päälle, ja se yltää jäteveteen 2. Laite sisältää keskuskontrolliyksikön 20, joka on liitetty tietokone/monitoriin 13 johtimella tai langattomalla yhteydellä 22. Samalla lailla keskuskontrolliyksikkö 20 liittyy detektioanturiin 10 johdinyhteydellä 24. Moottorisäiliö 26 liittyy myös keskuskontrolliyksikköön 10 liitosjohtimella 28. Virtaa toimitetaan moottorisäiliöön 26 myös johdinyhteydellä 28.

Detektioanturi 10 sijaitsee detektiokammiossa 8 ja on sähköisesti liitetty tietokone/monitoriin 13 liuenneen hapen määrän muutosten tai mikro-organismien emittoiman fluoresenssin muutosten detektoimiseksi jätevesinäytteessä. Erästä edullista liuenneen hapen detektioanturia 10 valmistaa yhtiö Yellow Spring Instrument. On myös mahdollista, että anturi 10 on fluoresenssindetektioanturi. Erästä edullista fluoresenssindetektioanturia 10, joka tunnetaan nimellä FLUOROMEASURE®, valmistaa tämän julkaisun siirron saaja, ja se on kuvattu US-patenttijulkaisussa 4,577,110. Antureina voidaan tietysti käyttää muuta laitetta mikäli käytettävissä ovat samat tai samanlaiset detektiokyvyt. Tietokone/monitori 13 voi olla mitä hyvänsä sopivaa tyyppiä, kuten PC tai vastaava. Syöttölaite 52, joka myös on liitetty tietokone/monitoriin 13, toimittaa detektiokammiossa 8 olevassa jätevedessä oleville mikro-organismeille ravinteita tai happea tai muita reagoivia aineita.

Näytteenkeräysyksikkö 11 on asennettu liikkuvaan alustaan 30, joka pystyy liikkumaan oleellisen pystysuorasti ylöspäin ja alaspäin detektioanturin 10 liikuttamiseksi jäteveteen 2 ja siitä pois. Liikkuvan alustan 30 täsmällinen rakenne ei ole kriittinen kunhan vain saavutetaan näytteenkeräysyksikön 11 liikkuvuus. Detektioanturin 10 detektiopää 50 sijaitsee detektiokammiossa 8 (kuten kuviossa 2 esitetään). Detektiokammiossa 8 on aukko 66 ja viereinen liikkuva kansi 32, joka liikkuu pystysuorasti ylöspäin ja alaspäin ohjauskiskoja 34 pitkin ja sulkee tai tiivistää aukon 66.

Kuviossa 2 esitetään hajotuskuva näytteenkeräysyksikön 11 yhdestä erityisestä konstruktiosta. Moottorisäiliö 26 sisältää hammaspyörämoottorin 36, solenoidivetimet 38 ja jousen 40, jotka on yhdistetty yhdistystankoon 42. Yhdistystanko 42 yhdistyy myös ohjauslankoihin 44, jotka ulottuvat ohjauskiskojen 34 läpi. Ohjauslangat 44 päättyvät toisessa päässään liikkuvaan kanteen 32. Hammaspyörämoottori 36 yhdistyy potkurisauvaan 46, joka yhdistyy potkuriin 48. Potkuri 48 sijaitsee sisällä detektiokammiossa 8, joka sisältää myös detektiopään 50.

Kuviossa 3 esitetään hajotuskuva näytteenkeräysyksikön 11 eräästä toisesta erityisestä konstruktiosta. Moottorisäiliö 26 sisältää lineaarisen käynnistimen 53, joka liittyy keskuskontrolloijaan liitosjohtimella 28. Lineaarinen käynnistin 53 käyttää kierteitettyä akselia 57, joka yhdistyy sisäakseliin 56, joka yltää ulkoakselin 55 läpi. Sisä- ja ulkoakselien 56 ja 55, vastaavasti, muodostama kokoonpano on ruostumattomasta teräksestä olevan putken 54 suojaama. Putki 54 yhdistyy kammioon 8, joka sisältää potkurin 48 ja vastaanottaa detektioanturin 10 detektiopään 50, joka yhdistyy keskuskontrolloijaan johdinyhteydellä 24. Detektiokammiossa 8 on aukko 66, joka voi olla suljettu/tiivistetty liikkuvalla kannella 32, joka yhdistyy sisäakseliin 56.

Kuvioissa 1 ja 2 esitetty laite toimii edullisesti seuraavasti. Kun halutaan ottaa näytteeksi osa jätevedestä, lähetetään solenoidivetimiin 38 kontrollisignaali liitosjohtimen 28 kautta, jotka yhdessä asettavat voiman yhdistystankoon 42 ja vetävät ohjauslankoja 44 ja liikkuvaa kantta 32 nuolen "B" suunnassa, työskennellen jousen 40 vetävää vaikutusta vastaan. Detektiokammio 8 on sitten avoimessa asemassa. Potkurin 48 pyöriminen aiheuttaa kammion 8 sisällä olevan jäteveden liikkumisen ulospäin kammiosta ja jäteveden 2 perusosaan, ja osia jäteveden 2 perusosasta kammion 8 ulkopuolella liikkumaan detektiokammion 8 sisäpuolelle huuhtoen täten detektiokammiota 8 ja toimittaen tuoreen jätevesimäärän näytteenottoa varten.

Sen jälkeen kun detektiokammioon 8 on otettu tuote näyte, kontrollisignaali solenoidivetimiin 38 katkaistaan, vapauttaen täten solenoidivetimien 38 työntävän voiman. Jousi 40 palautuu normaaliin asemaansa työntäen yhdistystankoa 42, ohjauslankoja 44 ja liikkuvaa kantta 32 nuolen "A" suunnassa, ja kammio 8 on sitten suljetussa/tiivistetyssä asemassa.

Sen jälkeen kun detektiokammio 8 on täytetty tuoreella jätevesinäytteellä, näytteen metabolinen aktiivisuus muuttuu kuten aerobisesta anoksiseen/anaerobiseen tilaan ajan kuluessa. Ajanjaksot, jota näytteellä kuluu eri vaiheissa, kuten aerobisissa, anoksisissa ja anaerobisissa vaiheissa, ja fluoresenssin ja liueneen hapen konsentraation muutokset, jotka vastaavat metabolisen aktiivisuuden muutoksia, voidaan detektoida anturilla 10 riippuen siitä, onko se liuenneen hapen anturi vai fluoresenssianturi, registeröidä ja analysoida tietokoneella 13. Tietokoneen 13 käyttö sallii biologisen aktiivisuuden reaaliaikaisen, linjaan kytketyn tarkkailun detektiokammiossa 8. Tällä keksinnöllä saadun informaation tulkinta riippuu sen erityisestä sovellutuksesta ja asennuksen sijainnista WWTP:ssä. Laitteen suunnittelua voidaan modifioida jätevedenkäsittelylaitoksen ja sen sijainnin erityisvaatimusten täyttämiseksi. Näytteen analysoinnin loppuun

saattamisen jälkeen keskuskontrolloija käynnistää solenoidivetimet 38, mikä salli liikkuvan kannen 32 liikkumisen alaspäin nuolen "B" suunnassa. Tämä avaa detektiokammion 8 jälleen edelleen huuhtomista ja uuden näytteen vastaanottoa varten.

Kuten kuviossa 3 esitetään, liikkuvaa kantta 32 ja potkuria 48 käyttää sama eteenpäin ja taaksepäin käyvä, alhaisen kierrosnopeuden omaava moottori 53, joka yhdistää samanakselisesti sisäakselin 56 ja ulomman akselin 55. Samanakselinen kokoonpano on suojattu ruostumattomasta teräksestä olevalla putkella 54. Kun halutaan ottaa näyte jäteveden osasta, kontrollisignaali lähetetään moottoriin 53, joka muuttaa käskystä pyörimissuuntaa. Moottoriin 53 yhdistetyn ACME-akselin 57 käyttämä sisäakseli 56 työntää liikkuvaa kantta 32 nuolen "B" suunnassa. Avoimessa asemassa, potkurin 48 pyöriminen pakottaa jäteveden vaihtumisen detektiokammion 8 sisä- ja ulkopuolen välillä, ja detektiokammio 8 täyttyy tuoreella jätevesinäytteellä. Määrätyn ajanjakson, esimerkiksi 30 s kuluttua, moottori 53 on ohjelmoitu vaihtamaan pyörimissuuntansa toisin päin, liikkuva kansi 32 työntyy nuolen "A" suunnassa, kunnes detektiokammio 8 on täysin suljettu tai tiivistetty.

Tuore jätevesinäyte analysoidaan samalla tavalla kuin kuvion 2 suhteen kuvattiin. Näytteen analysoinnin loppuun saattamisen jälkeen keskuskontrolloija kääntää moottorin 53 pyörimissuunnan toisin päin, ja moottori vetää liikkuvan kannen 32 jälleen avoimeen asemaan edelleen huuhtelua ja uuden näytteen vastaanottoa varten.

Kuviossa 4 esitetään keksinnön eräs toinen suoritusmuoto, jossa detektiokammiossa 8 on detektioanturi 10A, jossa on detektiopää 50A. Detektioanturi 10A on liuenneen hapen anturi. Detektiokammiossa 8 on myös detektioanturi 10B, jossa on detektiopää 50B. Detektioanturi 10B on fluoresenssianturi.

Potkuri 48 sijaitsee detektiokammion 8 sisällä. Kansi 32 on suljetussa asemassa, joka peittää aukon 66 (kuten kuvioissa 3 ja 5 näytetään). Ilmastin 103 sijaitsee kammion 8 sisäpuolella ja liittyy ilma- tai happilähteeseen.

Potkuri 48 on liitetty moottorisäiliöön 100 sarjalla samanakselisia putkia 102, 104 ja 106. Mutteri 108 ja painelaakerihylsy 112 sisältyvät ja ovat kiinnittyneet keskiputkeen 104. Ulkoputki 102 on asennettu pohjaan 101. Mutteri 108 on aksiaalisesti liikutettavissa pitkin kierteitettyä sauvaa 110 kannen 32 joko avaamiseksi tai sulkemiseksi moottorin 116 moottorisuunnasta riippuen. Mutteri 108 kulkee akselinsuuntaisesti vain jos keskiputkeen 104 kohdistuva veto ylittää vääntömomenttimäärän, joka vaaditaan jotta mutteri 108 pyörisi kierteitetyllä sauvalla 110. Tämä veto voidaan indusoiida potkurilla 48, joka on kiinnitetty keskiputkeen 104 ja/tai mihin hyvänsä holkkeihin tai muuhun heloitukseen, joka on kontaktissa keskiputken 104 kanssa. Painelaakerihylsy 112 pitää laakeria 114, joka kantaa keskusputken 106 akselinsuuntaisen jännityksen kun kansi 32 on suljettu. Laakeri 114 sallii keskiputken 104 pyöriä keskusputkesta 106 riippumattomasti, ja se siirtää keskiputken 104 aksiaalisen liikkeen keskusputkelle 106. Ulkoputki 102 tukee sekä moottorisäiliötä 100 että kammiota 8 samalla, kun se suojelee sisäosia. Kammio 8 on oleellisen tiivistetty ulkoputkeen 102, ja kun kansi 32 vedetään kammiota 8 vasten, tila kammion 8 sisäpuolella on tiivistetty.

Kun moottori 116 pyörii yhteen suuntaan, mutteri 108 kulkee poispäin moottorista työntäen kannen 32 auki. Kun mutteri 108 saavuttaa rajoittimen 118, mutteri 108 ei kulje enää akselinsuuntaisesti, ja tämä aiheuttaa keskiputken 104 sopeutumaan moottorin nopeuteen. Kammio 8 on sitten avoimessa tilassa, ja potkuri 48 indusoi nesteen vaihtumisen kammion 8 sisäpuolen ja ulkopuolen välillä, kuten kuviossa 5 esitetään.

Kun moottori 116 ja kierteitetty sauva 110 pyörivät vastakkaiseen suuntaan, mutteri 108 kulkee moottoria kohden vetäen kannen 32 kiinni. Kun kammio 8 on suljettu, mutterin 108 akselinsuuntainen liike estyy mutteriin 108 kohdistuvan jännityksen kautta. Tämä aiheuttaa keskiputken 104 pyörimisen samalla nopeudella kuin moottori 116 ja kierteitetty sauva 110. Kammio 8 on sitten suljetussa asemassa niin, että neste pysyy kammion 8 sisäpuolella samalla kun potkuri 48 sekoittaa sitä jatkuvasti, kuten kuviossa 4 esitetään.

Kuviossa 6 esitetään hajotuskuva kuvioissa 4 ja 5 esitetyistä erilaisista käyttökoneistokomponenteista:

Kierteitetty sauva 110 on kiinnitetty eteenpäin ja taaksepäin käyvään moottoriin 116, ja sen akselinsuuntainen kulkeminen on estetty. Tämä indusoi lineaarisen kulkemisen keskiputkessa 104 vain kun keskiputki 104 tarjoaa pyörimisvastuksen, joka on suurempi kuin vääntömomentti, joka vaaditaan mutterin 108 liikuttamiseen kierteitettyä sauvaa 110 pitkin. Keskiputken 104 pyörimisnopeuden on oltava yhtäsuuri kuin moottorin pyörimisnopeus kun keskiputkea 104 on estetty liikkumasta akselinsuuntaisesti. Tämä tapahtuu kun kammio 8 on suljettu tai kun mutteri 108 saavuttaa alarajoittimen 118.

Keskiputki 104 liikkuu pitkin pitkittäisakseliaan kammion 8 avaamiseksi ja sulkemiseksi. Se pyörii yhteen suuntaan tämän ollessa auki ja toiseen tämän ollessa suljettu. Rajoitin kiinnittyy kierteitettyyn sauvaan 110 ja estää mutteria 108 kulkemasta suorasuuntaisesti kierteitetyn sauvan 110 pituuden yli. Ulkoputki 102 toimii suojakuorena ja on purisatuksissa kun kansi 32 on suljettu. Keskusputki 106 on kiinnittynyt kanteen 32. Se pyörii keskiputkesta 104 riippumattomasti mutta liikkuu aksiaalisesti keskiputken 104 kanssa. Painelaakerihylsy 112 pitää laakeria 114 ja on kiinnittynyt keskiputkeen 104. Se sallii keskiputken 104 pyöriä keskusputkesta 106 riippumattomasti ja välittää aksiaalisen liikkeen keskiputkesta 104 keskusputkeen 106. Laakeri 114 ottaa aksiaalisen

jännityksen keskusputkesta 106, ja sallii keskiputken 104 pyöriä keskusputkesta 106 riippumattomasti.

Laitetta biologisen aktiivisuuden tarkkailemiseksi voidaan käyttää kaikissa WWTP:n vaiheissa tai näiden minä hyvänsä yhdistelmänä. Laitteen sisällyttäminen tyypilliseen WWTP:hen esitetään kaaviomaisesti kuviossa 7. Nyt käsitellään kuvioissa 1 - 6 esitetyn laitteen yleissoveltaminen ja käyttö tyypillisen jätevedenkäsittelylaitoksen anaerobisissa, anoksisissa ja/tai aerobisissa vaiheissa.

1. Käyttö anaerobisessa vaiheessa

Kuviossa 8 kuvataan biologisen aktiivisuuden tarkkailulaitteen toimintaprofiilia WWTP:n anaerobiseen vaiheeseen asennettuna. Käsite NFU, joka esitetään kuviossa 8 ja jota käytetään tämän jälkeen, edustaa NADH-fluoresenssin normalisoitua tai suhteellista määrää tai tasoa. Mikro-organismien biologisen aktiivisuuden arvioimiseksi analysoidaan kolmea parametriä, ΔNFU_1, ΔNFU_2, ja Δt_1. ΔNFU edustaa NADH-konsentraation kokonaiskasvua; ΔNFU_1 edustaa NADH-konsentraation ensimmäisen vaiheen kasvua; ΔNFU_2 edustaa NADH-konsentraation toisen vaiheen kasvua; ja Δt_1 edustaa anoksisen osan ajanjaksoa WWTP:n anaerobinen vaiheen aikana. NADH-konsentraation kokonaismuutos sekaliemen aerobisten, anoksisten ja anaerobisten tilojen läpi käsittelyn anaerobisesta vaiheesta voidaan ilmaista yhtälöllä:

$$\Delta NFU = \Delta NFU_1 + \Delta NFU_2$$

ΔNFU on suhteellinen näytteen kokonaisbiomassakonsentraatioon. Vaikka biomassakonsentraation absoluuttista arvoa ei voida määrittää yhdestä ainoasta mittauksesta, on tekniikan tasolla tunnetuilla menetelmillä mahdollista arvioida tarkasti ja luotettavasti denitrifikaatio- ja ei-denitrifikaatiomikro-organismien populaatiojakauma. Kun liuenneen hapen konsentraatio näytteessä alenee kriittisen arvon alle ja lopulta

loppuu, ne mikro-organismit, jotka eivät voi käyttää nitraattia ja/tai nitriittiä elektroniakseptoreina, muuttuvat anaerobiseen tilaan, siirtäen sekaliemen aerobisesta anoksiseen tilaan. Tämä vastaa ensimmäistä biologisen aktiivisuuden kasvua, ΔNFU_1. Pääosa mikro-organismeista, jotka eivät voi suorittaa denitrifikaatiota, ovat autotrofisia nitraajia, kuten Nitrosomonas ja Nitrobacter. Sen vuoksi arvo $\Delta NFU_1/\Delta NFU$ on suhteellinen nitraajien %-osuuteen koko biomassapopulaatiosta. Käänteisesti, ne mikro-organismit, jotka pystyvät suorittamaan denitrifikaation, käyttävät kaiken näytteessä olevan nitraatin ennen anaerobiseen tilaan menoa.

Näytteen NADH:n toinen porrasmainen nousu, ΔNFU_2, vastaa muutosta anoksisesta anaerobiseen tilaan. Sen vuoksi arvo $\Delta NFU_2/\Delta NFU$ on suhteellinen denitrifioijien %-osuuteen koko biomassapopulaatiossa.

Biologisen aktiivisuuden tarkkailulaitteen yksi mahdollinen käyttösovellutus WWTP:n anaerobisessa vaiheessa on NH_3-poiston tehokkuuden määrittäminen. Kun arvo $\Delta NFU_1/\Delta NFU$ on ennaltamäärätyn arvon alapuolella, bioreaktoritankissa oleva nitraajien populaatio on alhaisempi kuin kunnolliseen NH_3-poistoon vaadittava määrä. Operaatioparametrien muuttaminen, kuten esimerkiksi hydraulisen retentioajan pidentäminen tai RAS-virtausnopeuden kasvatus, on avuksi prosessin modifioinnissa WWTP:n tekemiseksi tehokkaammaksi. Jos palautusaktiivilietteen (RAS) virtausnopeusparametrin muutos otetaan käyttöön, sitä olisi jatkettava kunnes ΔNFU_1:n arvo saavuttaa asetusarvon niin, että nitraajien populaatio on riittävän suuri kunnollisen nitrausnopeuden ylläpitoon.

2. Käyttö anoksisessa vaiheessa

Kuviossa 9 kuvataan biologisen aktiivisuuden tarkkailulaitteen toimintaprofiili WWTP:n anoksisessa vaiheessa käytettäessä. Kaksi parametriä, ΔNFU_3, joka edustaa biologisen aktiivisuuden, erityisemmin NADH-fluoresenssin muutosta näytteen

anoksisesta tilasta anaerobiseen siirtymisen aikana, ja Δt_2, joka edustaa näytteen anoksisen tilan ajan pituutta minuutteina, ovat käyttökelpoisia WWTP:n anoksisen vaiheen tarkkailussa ja kontrolloinnissa.

Δt_2:n arvo mitataan ajanjaksona näytteen detektorikammioon 8 sieppaamisesta hetkeen, jolloin denitrifikaatio on edennyt loppuun. Δt_2:n arvoa voidaan käyttää arvioimaan onko hydraulinen retentioaika koko anoksisessa vaiheessa, T_{den}, riittävän pitkä denitrifikaatioprosessin loppuun etenemiseen. Ihanteellinen aika on $T_{den} \approx \Delta t_2$. Tämän ihanteellisen denitrifikaatioajan saavuttamiseksi voidaan sisäinen kierrätysaste säätää sen mukaisesti.

3. Käyttö oksisessa vaiheessa

Kuviossa 10 kuvataan eräs operaatioprofiili laitteen käyttämiseksi WWTP:n oksisen vaiheen lopussa. Koska saastuttavien aineiden hajoaminen on lähes täydellistä, BOD-konsentraatio on hyvin alhainen, ja biologisen aktiivisuuden konsentraation muutos, joka vastaa vangitun näytteen metabolista muutosta aerobisesta tilasta anoksiseen, on hyvin pieni, mutta siitä huolimatta havaittavissa.

Yksi keksinnön käyttösovellutuksista oksisessa vaiheessa on NH_3-mittarina toimiminen. Tämä näkökanta toimii seuraavalla tavalla: Voidaan käyttää kahta tarkkailulaitteen ryhmää (ei näytetä) samassa sijaintipaikassa bioreaktoritankissa 2 (joka näytetään kuviossa 1). Molemmat detektiokammiot 8 (tai yksi detektiokammio 8, jos sekä D.O.- että fluoresenssianturia käytetään yhdessä kuvioissa 4 ja 5 esitetyllä tavalla) täytetään samanaikaisesti sekalieminäytteillä. Ensimmäisessä kammiossa Δt_3, kuten kuviossa 10 esitetään, edustaa aikaa näytteen ottamisesta näytteen oksisen tilan alkuun tietokoneen 13 rekisteröimänä. Toisessa kammiossa, välittömästi kammion sekaliemellä täyttymisen jälkeen, lisätään määrätty määrä NH_3:a niin, että NH_3-konsentraation muutos detektiokammiossa 8 on

tunnettu, esimerkiksi 0,5 ppm, syöttölaitteesta 52, kuten kuviossa 1 esitetään. Sitten rekisteröidään aika, Δt_4, näytteen kammioon 8 ottamisesta jäteveden anoksisen tilan alkuun detektiokammiossa 8.

NH_3-konsentraation määrittämiseksi, oletetaan, että liuenneen hapen (D.O.) kulutus oskisen vaiheen lopussa johtuu enimmäkseen nitrifikaatioprosessista. Kuviossa 11 kuvataan erästä tyypillistä operaatioprofiilia liuenneen hapen kulutukselle oksisen vaiheen aikana. Suoritetut koetulokset ilmaisevat, että sekaliemen hapenkulutusnopeus muuttui mitättömästi, kun järjestelmään lisättiin asetaattia ja glukoosia (5 ppm) syöttölaitteella 52, kun taas merkittävä muutos havaittiin kun järjestelmään lisättiin 0,1 ppm NH_3:a.

NH_3-konsentraatio WWTP:n oksisessa tilassa ilmaistaan seuraavasti:

$$(NH_3)_1 = \Delta NH_3 \, \Delta t_4/(\Delta t_3 - \Delta t_4)$$

jossa $(NH_3)_1$ on ammoniakkikonsentraatio vesifaasissa oksisen vaiheen lopussa, ΔNH_3 on toiseen detektiokammioon lisätty tunnettu määrä ammoniakkia, vastaavasti. Tätä keksintöä voidaan käyttää WWTP:n oksisessa tilassa NH_3-konsentraation tarkasti seuraamiseen bioreaktoritankissa. Eri järjestelmäparametrejä, kuten retentioaikaa, voidaan sitten muuttaa nitrifikaatioprosessin edistämiseksi, ja vaadittaessa, jätevedenkäsittelyjärjestelmän tehokkuuden lisäämiseksi.

Seuraavaksi kuvataan laitteen käyttöä D.O.-anturin 10 kanssa jätevedenkäsittelylaitoksen oksisessa tilassa: Kun näytekammio 8 on täytetty tuoreella jätevedellä (sekaliemellä), liuenneen hapen konsentraatio mitataan D.O.-anturilla. Alku-D.O.-konsentraatiosta riippuen näytekammioon 8 voidaan lisätä ilmaa ilmastimen 103 kautta, joka on asennettu kammion 8 sisälle D.O.-konsentraation kohottamiseksi ennaltamäärättyä arvoa korkeammaksi.

Kun ilmastus on pois päältä, D.O.-konsentraatio laskee jäteveden (sekaliemen) biologisen hapenkulutuksen johdosta. Ajanjakson Δt sisällä liuenneen hapen konsentraation aleneminen voidaan ilmaista ΔD.O.:na. Biologinen hapenkulutusnopeus (BOCR) mitataan seuraavasti

$$BOCR = \frac{\Delta D.O.}{\Delta t}$$

Kun tunnetaan biologinen hapenkulutusnopeus (BOCR), $g \cdot (l \cdot tunti)^{-1}$, ja liuenneen hapen alkukonsentraatio, C_i, $g \cdot l^{-1}$, näytekammiossa 8, joka on myös D.O.-konsentraatio jätevedenkäsittelytankissa hetkellä, jolloin näyte otetaan sisään, hapenkuljetuskerroin K_{La} voidaan laskea seuraavasti

$$K_{La} = \frac{BOCR}{C^* - C_i}$$

jossa C^* on hapen kyllästyskonsentraatio vesifaasissa käytössä olevassa lämpötilassa ja ilmanpaineessa. Määrätyssä jätevedenkäsitttelylaitoksessa hapenkuljetuskerroin K_{La} määritetään ilmastusmenetelmällä ilmastustankissa, esimerkiksi hienokuplailmastimella tai mekaamisella pintailmastimella, samoin kuin ilman virtausnopeus, Q_{air}. Täten vaaditun K_{La}-arvon tunteminen mahdollistaa ilman virtausnopeuden Q_{air} tarkan kontrolloimisen.

Kun liuenneen hapen konsentraatio laskee kriittisen arvon alapuolelle, jätevesi (sekaliemi) saavuttaa anaerobisen tilan, tai anoksisen tilan, jos läsnä on nitraattia ja/tai nitriittiä. Siirtymäpiste voidaan havaita sekä NADH-anturilla että D.O.-anturilla. Kokonaisaika hetkestä, jolloin ilmastus loppuu siirtymäpisteeseen registeröidään biologisena hapenkulutusaikana (BOCT). Määrätyllä D.O.-konsentraatiolla ja jätevedellä (sekaliemellä), biologinen hapenkulutusaika riippuu jäteveteen jäljelle jääneistä ravinteista. Alhaisempi ravinteiden määrä jätevedessä antaa tulokseksi alhaisemman jäteveden (sekaliemen) kuluttaneen D.O.:n, joka antaa tulokseksi pitkän biologisen hapenkulutusajan. Täten BOCT on ohjaa ravinteenpoistoastetta jätevedessä, ja sitä voidaan käyttää

käsittelyprosessin tehokkuuden tarkistamiseen.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä voidaan saada informaatiota biomassan koostumuksesta, denitrifikaatio-, nitrifikaatio- ja BOD-poistoprosessien tehokkuudesta ja NH_3-konsentraatiosta WWTP:n oksisessa vaiheessa. Tätä informaatiota voidaan tarkkailla ja analysoida tietokoneella 13, joka arvioi biologisen aktiivisuuden WWTP:n anaerobisissa, anoksisissa ja aerobisissa vaiheissa, ja voidaan muuttaa järjestelmäparametrejä kuten RAS-virtausnopeutta, hapenlisäisnopeutta, sisäistä kierrätysastetta tai hydraulista viipymäaikaa tai vastaavia WWTP:n tehokkuuden maksimoimiseksi vasteena ohimeneville olosuhteille tai normaalille toiminnalle.

Vaikka keksintöä on kuvattu sen erityisiä suoritusmuotoja käyttäen, olisi huomattava, että esitetyt ja kuvatut erityiset elementit ja vaiheet voidaan korvata laajalla joukolla ekvivalentteja tämän oheisissa patenttivaatimuksissa määritellyn keksinnön hengestä tai suoja-alasta poikkeamatta. Tätä keksintöä voidaan käyttää esimerkiksi jätevedenkäsittelylaitoksen yksittäisten aerobisten, anoksisten ja anaerobisten vaiheiden eri parametrien tarkkailemiseen yksittäin, tai keksintöä voidaan käyttää koko WWTP-operaation tarkkailemiseen ja kontrollointiin sen tehokkuuden maksimoinnissa. Lisäksi keksinnön yksittäiset komponentit voivat hyödyntää samanarvoisia korvauksia. Esimerkiksi näyte detektiokammiossa 8 voidaan suspendoida tasaisesti mitä hyvänsä kontrolloitavan sekoituksen tapaa käyttämällä. Tarkkailujärjestelmä voi koostua PC:stä, jossa on sopiva ohjelmisto, tai yksittäisistä elektronisista mittalaitteista analysoitavaksi erikseen, jotka kaikki ovat tekniikan alalla tunnettuja. Olisi myös korostettava, että vaikka painopiste on ollut NADH-fluoresenssin mittaamisessa NADH-määrän tai -konsentraation määrittämiseksi, tämä painopiste on yksinkertaisesti edullinen tapa NADH-määrän tai -konsentraation määrittämiseksi. Muut tavat ja menetelmät tämän tehtävän suorittamiseksi otetaan täysin huomioon keksinnön suoja-alaan kuuluvina. NADH-määrä tai -konsentraa-

tio voidaan määrittää esimerkiksi käyttämällä biokemiallisia määrityksiä, kuten niitä, jotka ovat herkkiä NADH:lle. Sellaiset määritykset ovat tekniikan tasolla tunnettuja, ja niissä käytetään tyypillisesti entsyymejä ja substraattikomponentteja määrityksessä auttamiseksi. Voidaan käyttää edelleen muita tapoja, jotka ovat tunnettuja ja vielä kehittämättömiä mikäli ne pystyvät määrittämään NADH:n läsnäolon. Olisi myös korostettava, että vaikka painopiste on ollut liuenneen hapen mittauksessa "anturilla" hapen määrän tai konsentraation määrittämiseksi, tämä painopiste on yksinkertaisesti edullinen tapa hapen määrän tai konsentraation määrittämiseksi. Muut tavat ja menetelmät tämän tehtävän suorittamiseksi otetaan täysin huomioon keksinnön suoja-alaan kuuluvina. Voidaan käyttää edelleen muita tapoja, jotka ovat tunnettuja ja vielä kehittämättömiä, mikäli ne pystyvät määrittämään hapen läsnäolon jätevedessä.

Patenttivaatimukset

1. Laite biologisen aktiivisuuden tarkkailuun ja kontrollointiin in situ jätevedenkäsittelyprosessissa, t u n n e t t u siitä, että se käsittää:

jätevesinäyteastian, joka on upotettu käsittelyn alaiseen jätevesisyöttöön, jossa mainitussa näyteastiassa on jätevesiaukko;

kannen, joka on sijoitettu mainitun aukon avaamiseksi ja sulkemiseksi;

jätevedenjakajan, joka sijaitsee näyteastian sisäpuolella;

anturin, jossa on detektiopää, joka sijaitsee näyteastian sisäpuolella;

biologisen aktiivisuuden analysoijan, joka on yhdistetty mainittuun anturiin; ja

prosessinkontrolloijan, joka on yhdistetty 1) mainittuun analysoijaan ja mainittuun kanteen näytteiden lisäämiseksi ja poistamiseksi mainitusta astiasta valikoioduilla aikaväleillä ja 2) yhden tai useita prosessiparametrinkontrolloijia.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainitut prosessiparametrikontrolloijat kontrolloivat parametrejä, joita ovat primaarisen sisääntulovirran määrä, palautusaktiivilietteen sisääntulon määrä, denitrifikaatiokierrätyksen määrä, mikro-organismien tyyppi ja määrä, anaerobisten, anoksisten ja aerobisten vaiheiden lukumäärä ja sijainti, viipymäajat mainituissa anaerobisissa, anoksisissa ja aerobisissa vaiheissa, ravinteen tyyppi ja lisäysmäärä, ilman tai hapen puhtaus ja lisäysmäärä, pH ja lämpötila.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittu anturi on liuenneen hapen detektioanturi.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittu analysoija analysoi näytteiden liuenneen hapen pitoisuutta mainitussa astiassa.

5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittu anturi käsittää:

säteilylähteen, joka sijaitsee mainittuun astiaan liittyen mainitussa astiassa olevan jäteveden säteilyttämiseksi valitun aallonpituuden omaavalla säteilyllä;

detektorin, joka sijaitsee mainitussa astiassa jäteveteen liittyen NADH:n mikro-organismeissa emittoiman fluoresenssin muutosten havaitsemiseksi jätevedessä mainitussa astiassa vasteena mainitulle säteilytykselle; ja

NADH-analysoijan, joka on yhdistetty mainittuun detektoriin ja mainittuun kontrolloijaan.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se sisältää lisäksi näytteensekoittajan, joka on yhdistetty mainittuun astiaan.

7. Menetelmä biologisen aktiivisuuden tarkkailemiseksi jätevedenkäsittelyprosessissa, t u n n e t t u siitä, että se käsittää vaiheet, joissa:

eristetään jätevedestä in situ jätevesinäytteitä mainitussa jätevedenkäsittelyprosessissa;

havaitaan mainittuihin eristettyihin näytteisiin sisältyvissä mikro-organismeissa mainittujen mikro-organismien biologisen aktiivisuuden muutosten aiheuttamat muutokset NADH:ssa; ja

analysoidaan NADH:n muutokset valittujen näyteominaispiirteiden tilan määrittämiseksi.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittuja näyteominaispiirteitä ovat biomassan määrä, biomassan koostumus, denitrifikaation, nitrifikaation tehokkuus, NH_3-konsentraatio, biologinen hapenkulutus ja hapen syöttö.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t - t u siitä, että se käsittää edelleen vaiheen, jossa mainitut näytteet palautetaan mainittuun jätevedenkäsittelyprosessiin.

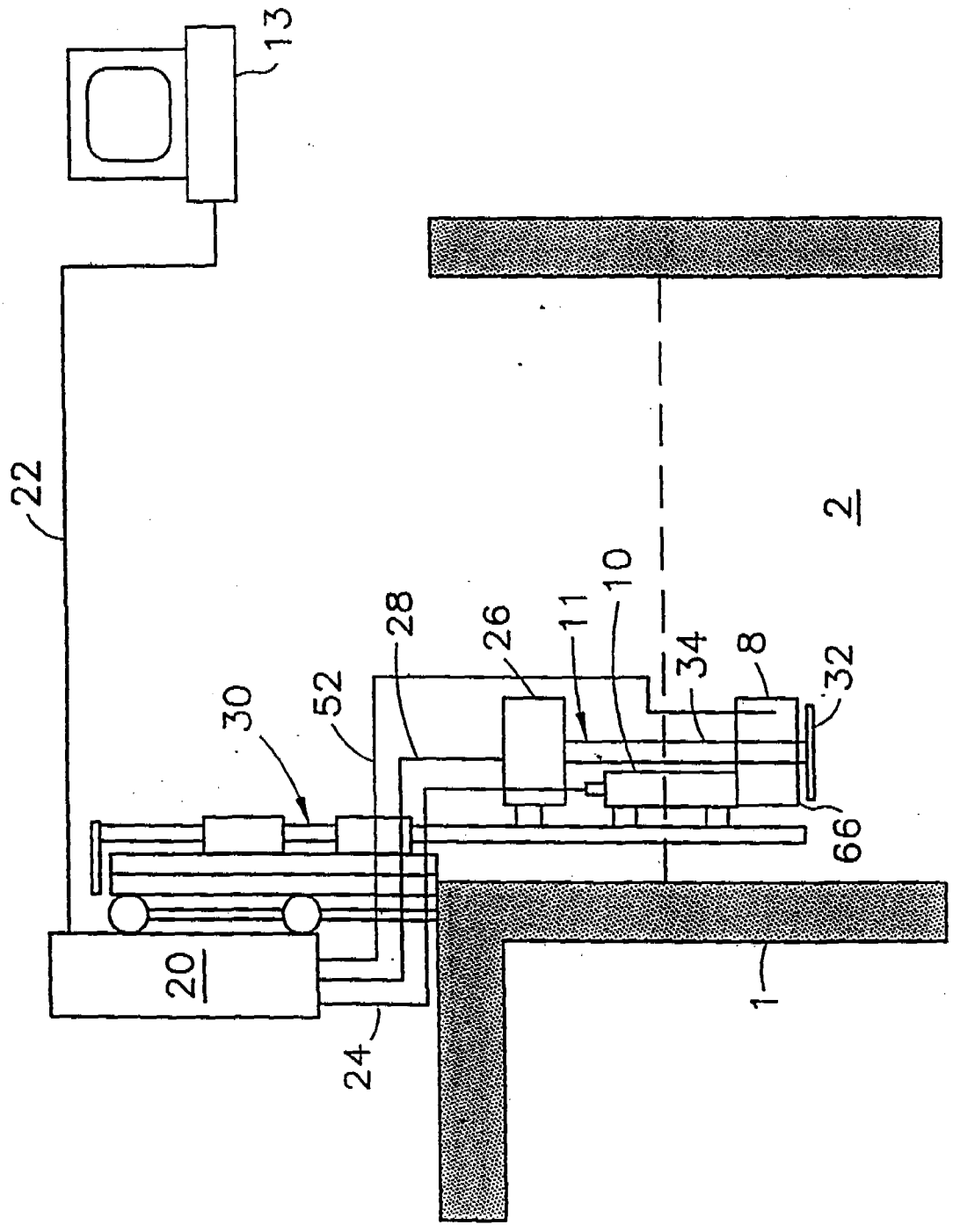


Fig. 1

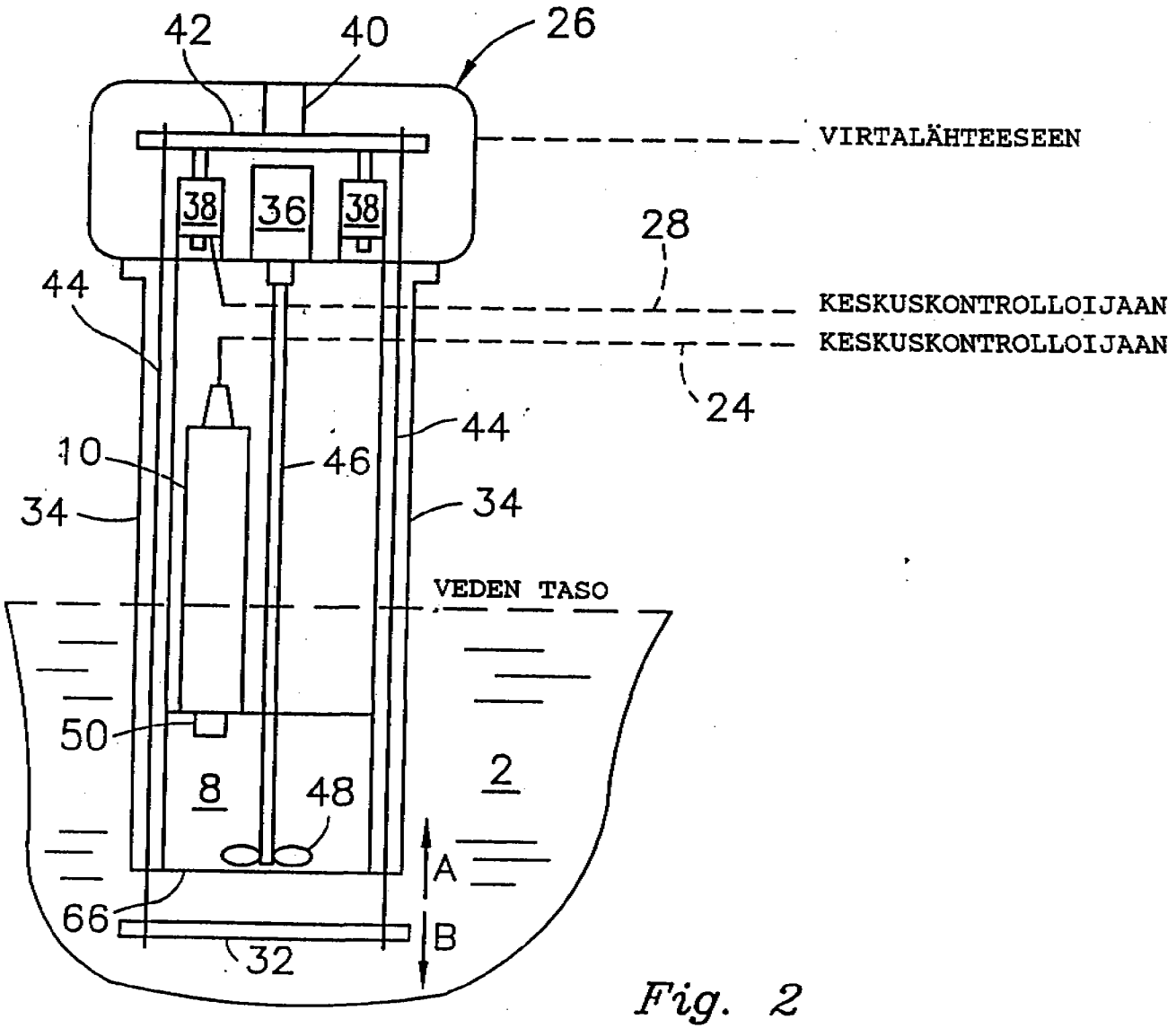

42
40
26
VIRTALÄHTEESEEN
38
36
38
28
44
KESKUSKONTROLLOIJAAN
KESKUSKONTROLLOIJAAN
24
10
46
44
34
34
VEDEN TASO
50
8
48
2
A
66
B
32

Fig. 2

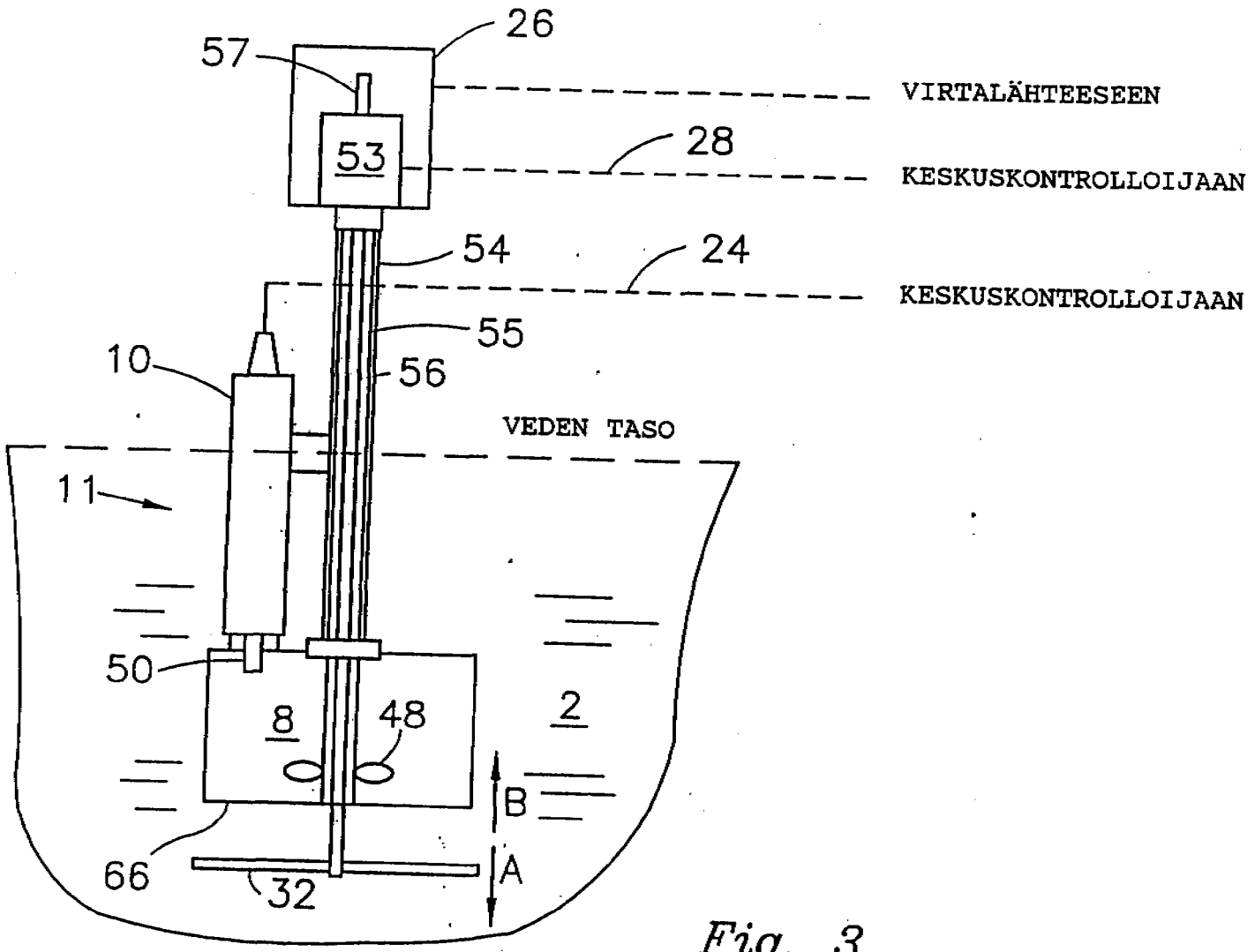

26
57
VIRTALÄHTEESEEN
53
28
KESKUSKONTROLLOIJAAN
54
24
KESKUSKONTROLLOIJAAN
55
10
56
VEDEN TASO
11
50
8
48
2
B
66
A
32

Fig. 3

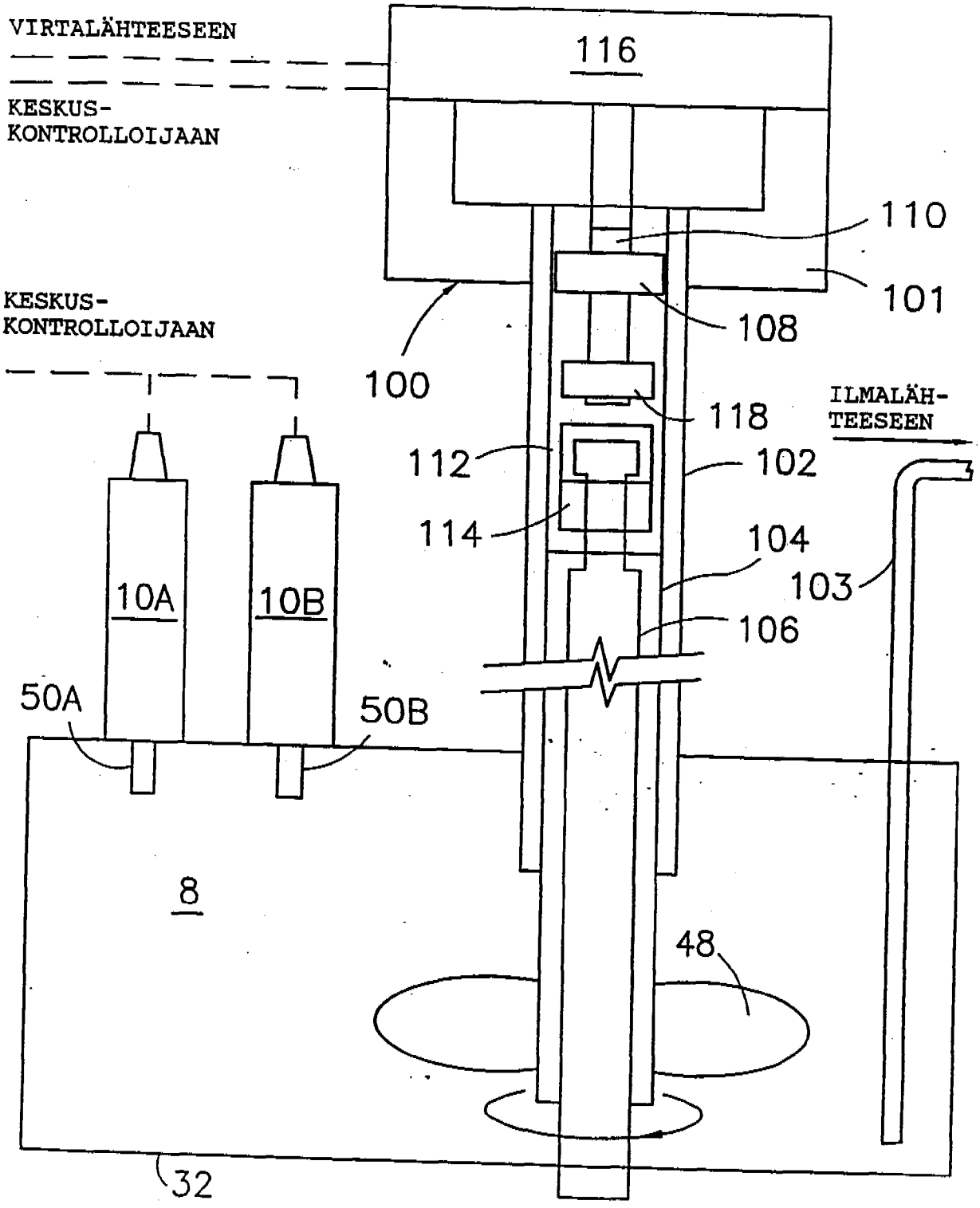

VIRTALÄHTEESEEN
116
KESKUS-
KONTROLLOIJAAN
110
101
KESKUS-
KONTROLLOIJAAN
108
100
118
ILMALÄH-
TEESEEN
112
102
114
104
103
10A
10B
106
50A
50B
8
48
32

Fig. 4

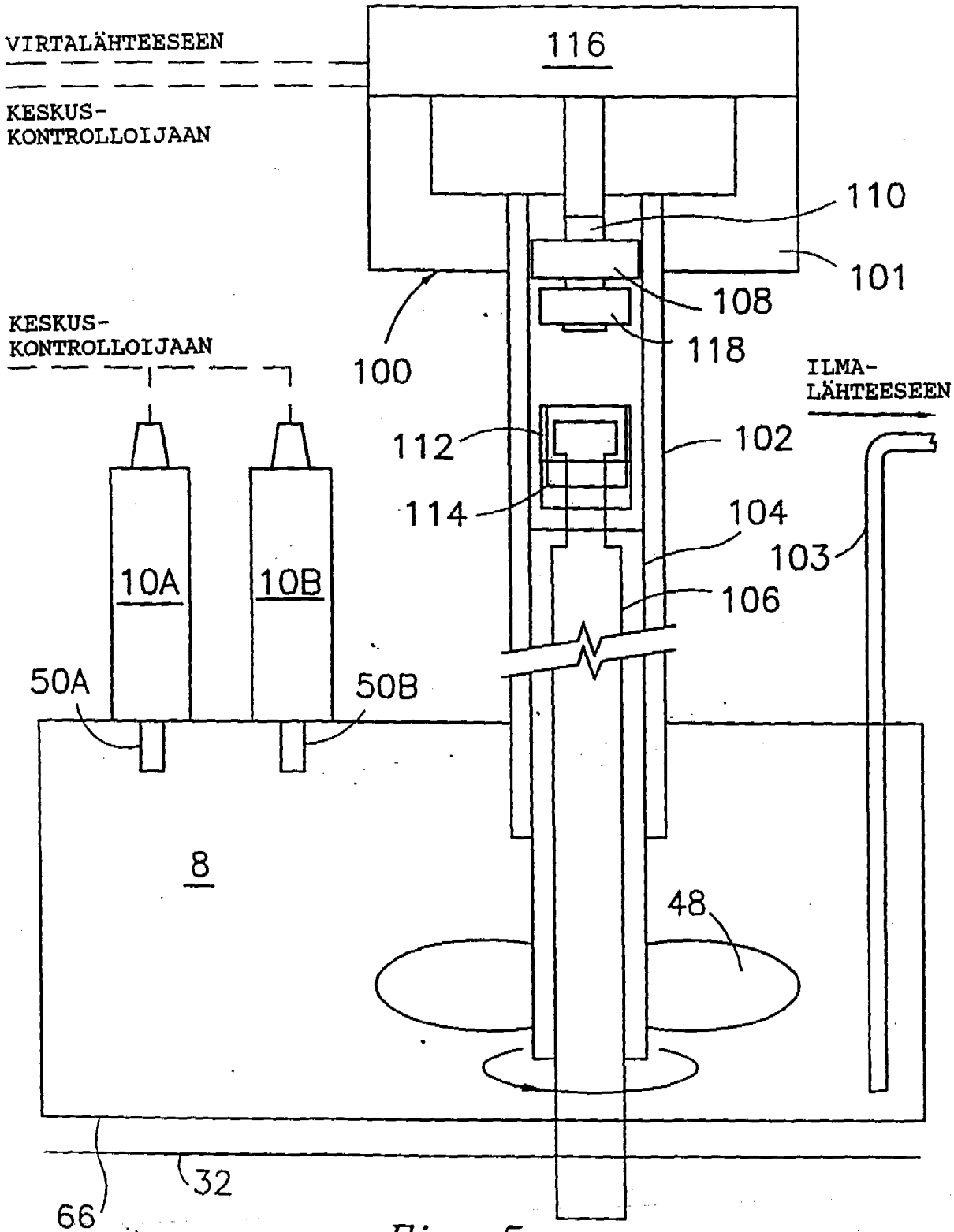

VIRTALÄHTEESEEN
KESKUS-
KONTROLLOIJAAN
116
110
101
108
118
100
KESKUS-
KONTROLLOIJAAN
ILMA-
LÄHTEESEEN
112
102
114
104
103
10A
10B
106
50A
50B
8
48
66
32

Fig. 5

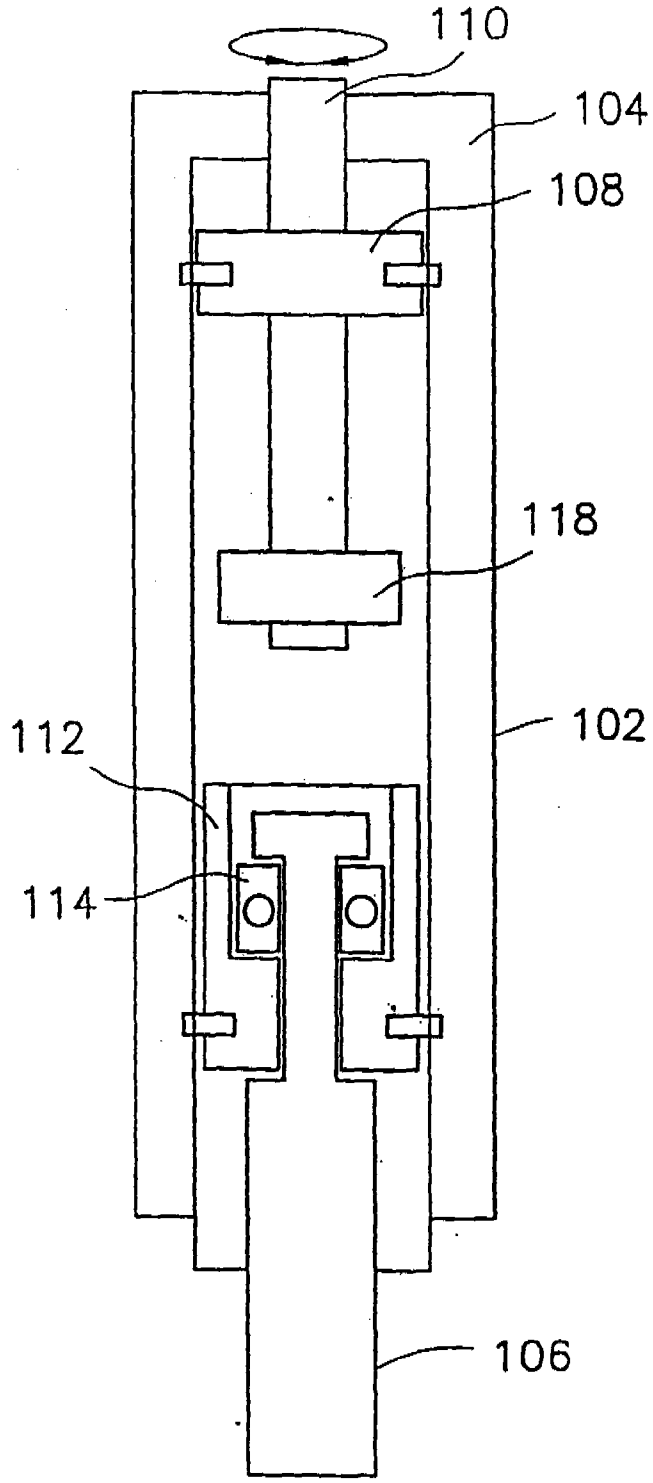


Fig. 6

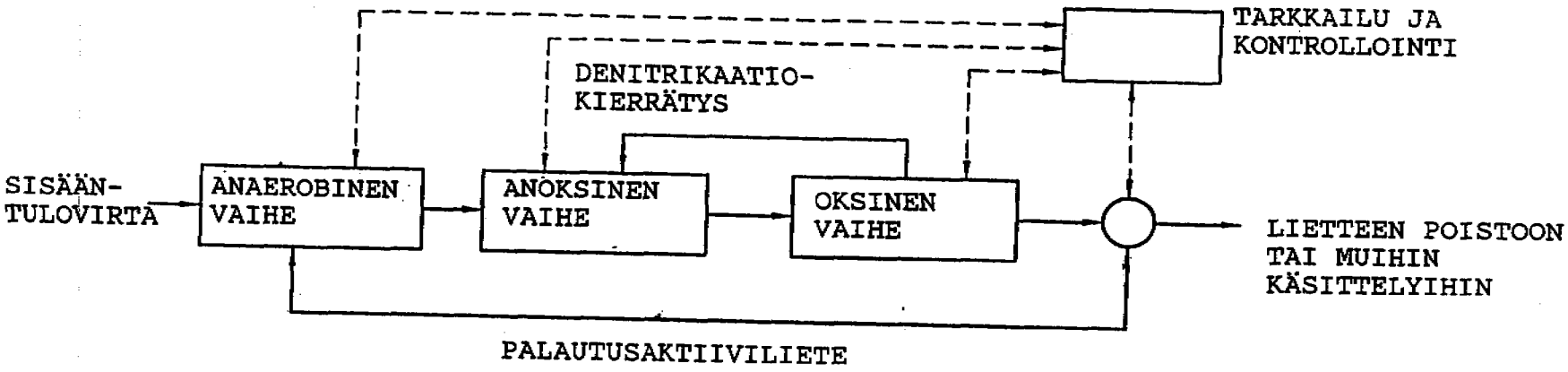

TARKKAILU JA
KONTROLLOINTI
DENITRIKAATIO-
KIERRÄTYS
SISÄÄN-
TULOVIRTA
ANAEROBINEN
VAIHE
ANOKSINEN
VAIHE
OKSINEN
VAIHE
LIETTEEN POISTOON
TAI MUIHIN
KÄSITTELYIHIN
PALAUTUSAKTIIVILIETE

Fig. 7

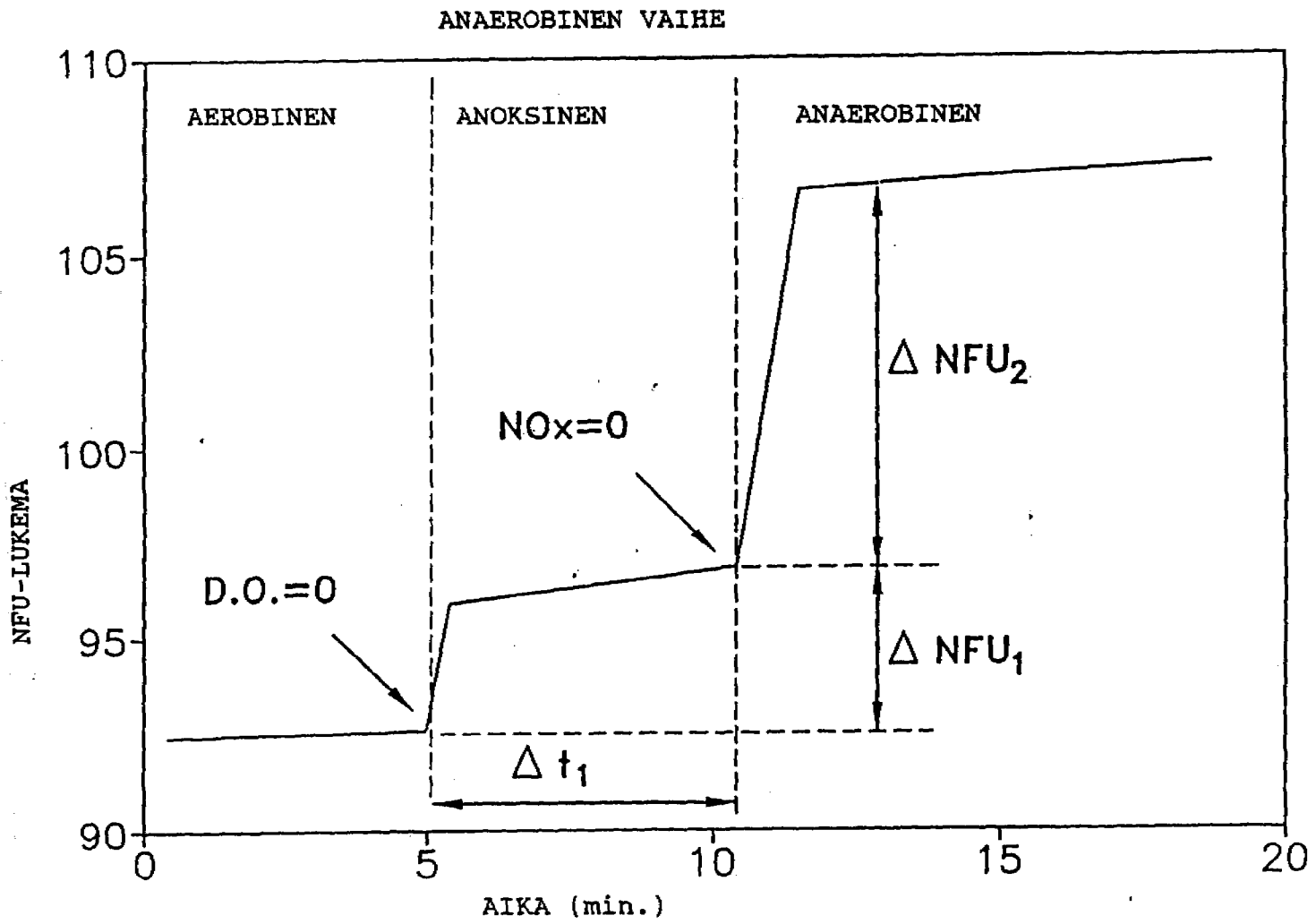

ANAEROBINEN VAIHE
AEROBINEN
ANOKSINEN
ANAEROBINEN
NFU-LUKEMA
110
105
100
95
90
0
5
10
15
20
AIKA (min.)
NOx=0
D.O.=0
Δ NFU2
Δ NFU1
Δ t1

Fig. 8

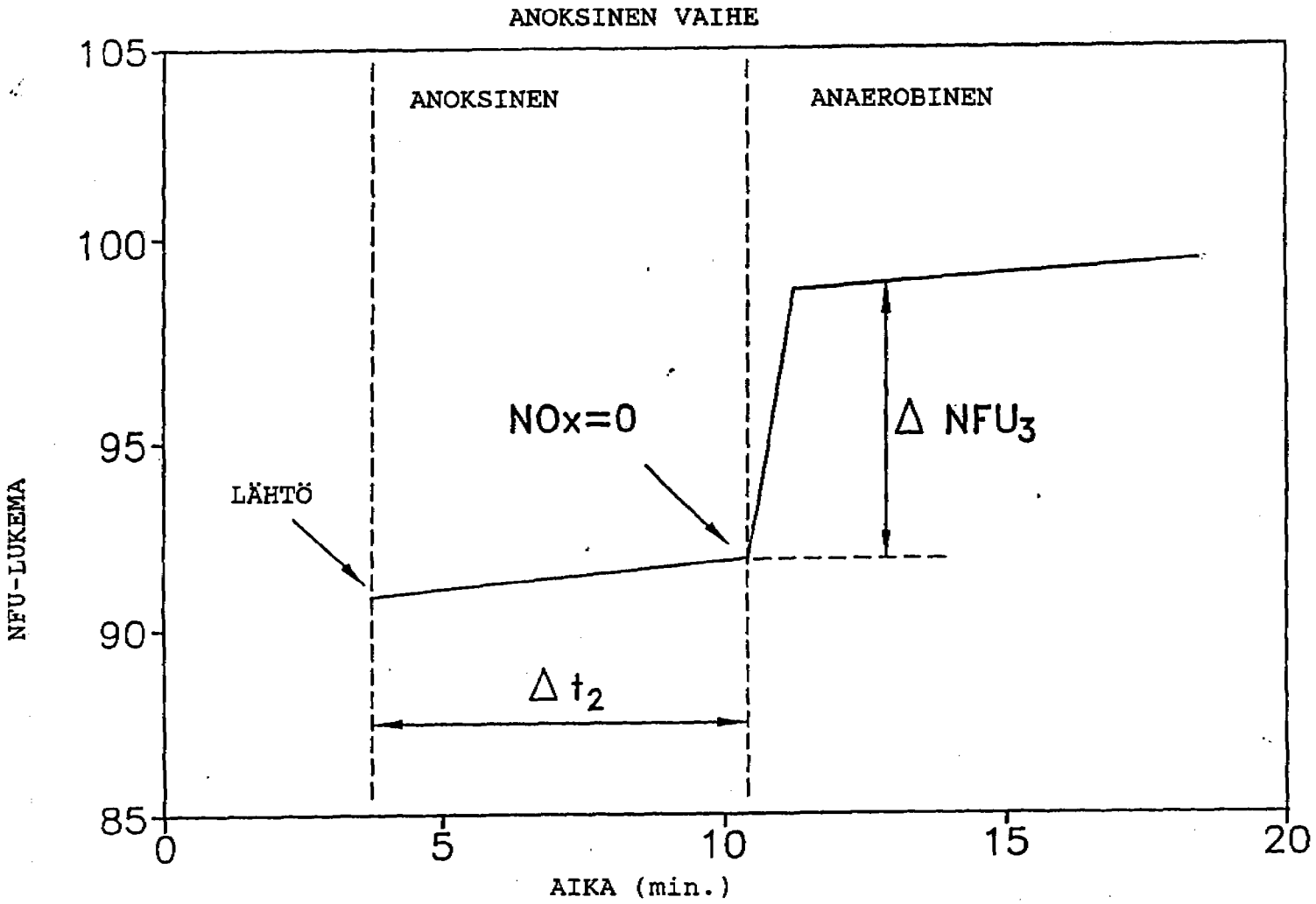

ANOKSINEN VAIHE
ANOKSINEN
ANAEROBINEN
NOx=0
LÄHTÖ
Δ NFU3
Δ t2
NFU-LUKEMA
AIKA (min.)
105
100
95
90
85
0
5
10
15
20

Fig. 9

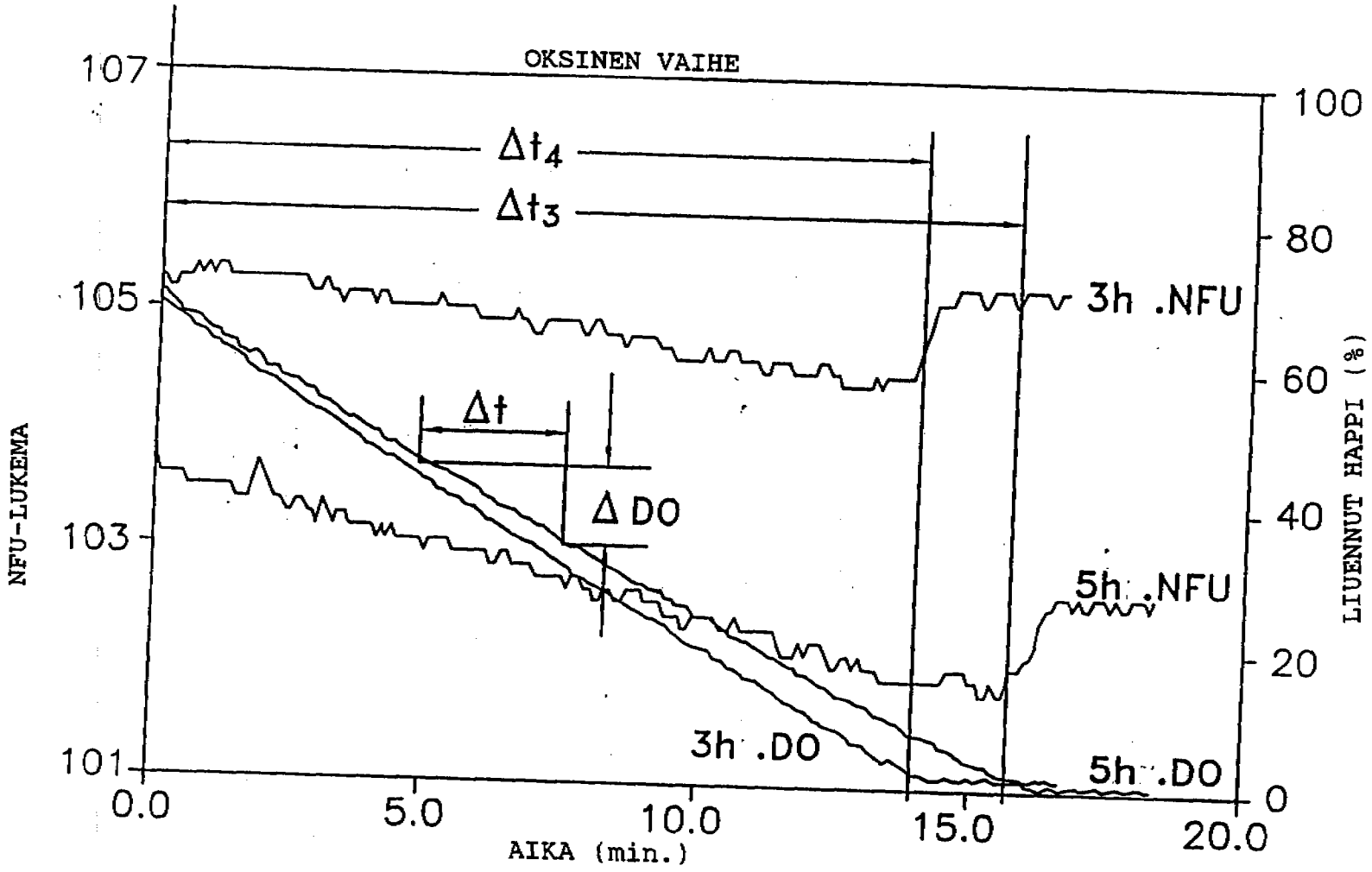

OKSINEN VAIHE
107
105
103
101
NFU-LUKEMA
100
80
60
40
20
0
LIUENNUT HAPPI (%)
Δt4
Δt3
Δt
Δ DO
3h .NFU
5h .NFU
3h .DO
5h .DO
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
AIKA (min.)

Fig. 10

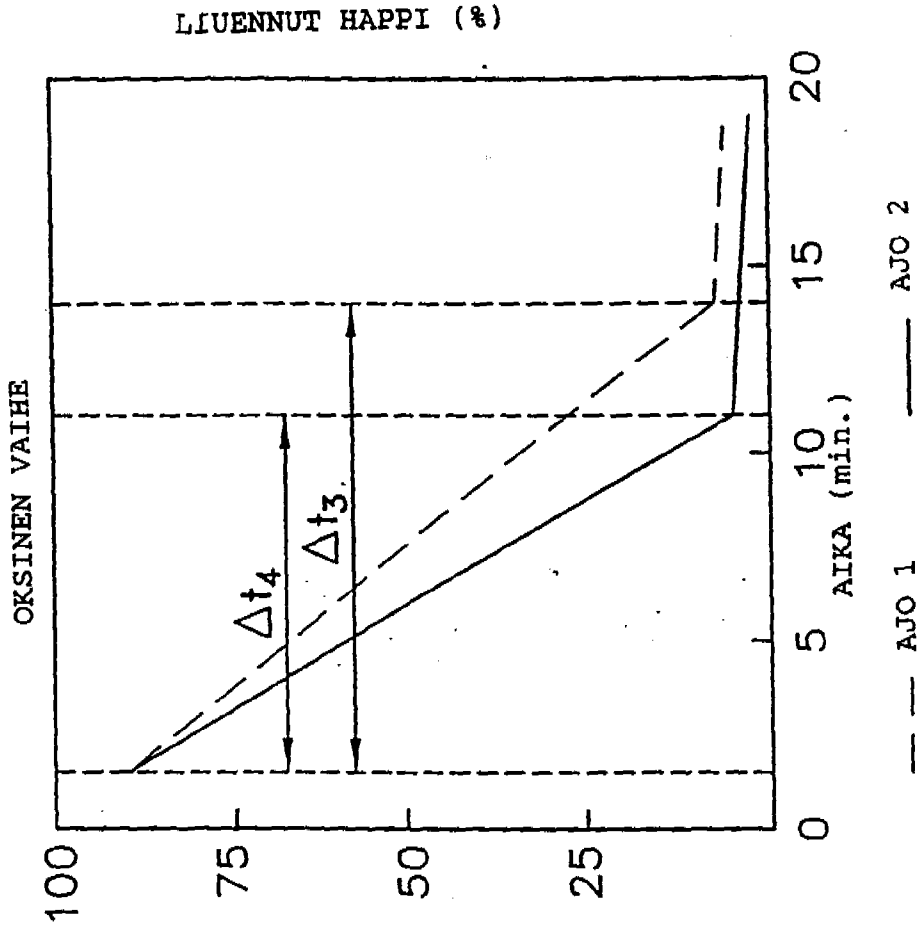

LIUENNUT HAPPI (%)
OKSINEN VAIHE
100
75
50
25
0
5
10
15
20
AIKA (min.)
Δt_4
Δt_3
AJO 1
AJO 2

Fig. 11