

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 753552 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 753552

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC¹)
D21C 9/10

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 16.12.1975

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 16.12.1975

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 17.06.1977

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Hooker Chemicals & Plastics Corp., P.O. Box 189, Niagara Falls, NY 14302, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Jaszka, Daniel J., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Gall, R. J., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

3 • Roseman, Garry R., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Berggren Oy Ab, Antinkatu 3 C, 00100 Helsinki

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

Menetelmä monivaiheisen selluloosavalkaisuprosessin jätevesissä esiintyvien saasteaineiden vähentämiseksi

Förfarande för minskande av föroreningar som uppträder i avfallsvatten från en flerstegs cellulosablekningsprocess

HOOKER CHEMICALS & PLASTICS CORP., P.O.Box 189 Niagara Falls, New York
14302, USA

Menetelmä monivaiheisen selluloosanvalkaisuprosessin
jätevesissä esiintyvien saasteaineiden vähentämiseksi -
Förfarande för minskande av föroreningar som uppträder i
avfallsvatten från en flerstegs cellulosablekningsprocess

Teollisuuden jätevesien puhdistuksessa esiintyy ongelmia, jotka ovat täysin erilaisia kuin asutustaajamien viemäriveresien käsittelyssä esiintyvät ongelmat. Kustakin teollisesta prosessityypistä lähtevä jätevesivirta on tälle tyyppille ominainen ja vaatii erikoisia puhdistustoimenpiteitä. Happamien tai emäksisten jätteaineiden pH-arvon säätö, mikäli sillä on ekologista merkitystä, voidaan helposti saada aikaan teollisuuden jätevesissä suoranaisten kemiallisen käsittelyn avulla. Tiettyjen saasteaineiden poisto, liukoiseksi saattaminen tai passivointi edustavat kuitenkin vaikeammin ratkaistavaa tehtävää, jossa usein tarvitaan fysikaalisten, biokemiallisten ja kemiallisten käsittelyjen yhdistelmää. Erikoisen hankalia ovat ongelmat, jotka koskevat niiden pintavesien värjäytymisen, kemiallisen hapenkulutuksen (COD), biologisen hapenkulutuksen (BOD) ja kloridisaastumisen ehkäisemistä, joihin selluloosatehtaan jätevedet lasketaan. Pintavesien värjäntyminen merkitsee paitsi ulkonäön pilaantumista myös haitallista vaikutusta vesistön kasvistoon ja eläimistöön veden valonläpäisykyvyn heikkenemisen vuoksi.

Selluloosatehtaan jätevesien puhdistus edustaa erikoislaatuista ongelmaa, koska tavanmukaiset asutustaajamien ja teollisuuslaitosten jäte-

vesien puhdistuksessa käytetyt menetelmät ovat vähemmän soveltuvia mainittujen jätevesien käsittelyyn. Selluloosan valmistusprosessissa syntyy monenlaisia voimakkaasti värillisiä jätevesiä, joiden värillisyyss johtuu niihin uutetuista, valittujen kemiallisten käsittelyvaiheiden selluloosamassasta poistamista tanniinista, ligniinistä sekä näiden johdannaisista. Jokainen selluloosanjalostusmenetelmän muutos, joka aikaansaa vähemmän pilaavia aineita sisältäviä ja siten myös vähemmän puhdistustoimenpiteitä ennen vesistöön laskemista vaativia jätevesiä, vaikuttaa yleensä huonontavasti tuotteen laatuun. Ensimmäisistä saastetta aiheuttavaan nykyään käytössä olevaan kemialliseen valkaisumenetelmään on mahdollista tehdä vain rajoitetusti muutoksia, koska pyrkimyksenä on ratkaista kemiallisen käsittelyn taloudellisuuden ja tehokkuuden ongelmat sekä saavuttaa selluloosa- ja paperiteollisuuden vaatimat valkaistun tuotteen halutut ominaisuudet, ja niinpä menetelmä on kriittinen jokaisen aktiivisen ohjelman suhteen, jonka tavoitteena on vesistön pilaantumisen torjuminen.

Tavanmukaisissa monivaiheisissa valkaisukäsittelysarjoissa, joissa käytetään kloorausta (C), peräkkäiskloorausta (D_c) tai kloorin ja klooridioksidin seoksia (D/C), saasteaineiden pääosan muodostavat kloridit ligniinit ja tanniinit sekä näiden klooratut ja hapetetut johdannaiset. Peräkkäiskloorauksella (D_c) tarkoitetaan käsittelyä klooridioksidilla, jota välittömästi seuraa käsittely kloorilla; kloorauksella (C) tarkoitetaan käsittelyä kloorilla ilman klooridioksidia, ja kloorin ja klooridioksidin seoksilla (D/C) tarkoitetaan, että käsittely kloorilla ja klooridioksidilla tapahtuu samanaikaisesti. Kuten näistä saasteaineista on reaktioltaan erilainen tiettyjen pilaantumissäännösten mekanismien suhteen, ja kukin niistä voi olla haitallinen niiden käsittelyvaiheiden toiminnalle tai taloudellisuudelle, jotka on sovitettu vaikuttamaan yhteen tai useampaan muista saasteaineista. Esimerkiksi kloridit syövyttävät ja pilaavat nopeasti laitteita, niin että näiden kloridien kuljetus orgaanisia saasteaineita sisältävän jäteveden mukana on omiaan lisäämään kunkin jätevesikäsittelyn kustannuksia ja lyhentämään laitteiston käyttöikää. Niinpä, vaikka selluloosatehtaan jätevesissä olevien väriaineiden kemiallinen ja fysikaalinen käsittely on ollut tehokkaasti aineiden määrää vähentävä menettely, tällaisten systeemien kustannukset ovat tähän mennessä olleet kohtuuttoman suuret ja systeemit epäkäytännöllisiä uuden aikaisessa teknologiassa, niin että näitä menetelmiä ei ole yleensä sovellettu selluloosatehtaan jätevesien puhdistukseen muutamia poikkeu-

sia lukuunottamatta. Aktivoidun lietteen tarjoamia mahdollisuuksia, ilmastettuja altaita ja valutussuodattimia on menestyksellä käytetty vähentämään biologisesti happea kuluttavien orgaanisten aineiden määrää enemmän kuin 80 %:lla, mutta poistamaan vain noin 10-15 % selluloosan valkaisulaitoksen jäteveden väriaineista. Niin ollen 85-90 % valkaisulaitoksesta lähtevästä värillisestä materiaalista läpäisee biokemiallisen hajotusvaiheen päätyen vesistöön.

Tavanmukaiset monivaiheiset puuselluloosan valkaisuun käytetyt menetelmät käsittävät tyypillisesti selluloosamassan käsittelyn kloorilla (C), peräkkäiskloorauksella (D_c) tai seoksilla (D/C), sekä sen jälkeen seuraavan emäksisen uutos- tai happikäsittelyvaiheen. Käytännössä voi täydelliseen prosessiin edelleen sisältyä klooridioksidiemäsuutos-, happi- tai peroksidikäsittelyvaiheita. Kaksi erikoisen tehokasta monivaiheista valkaisuprosessia merkitään tavallisesti kirjainyhdistelmillä CEDED ja D_c EDED, joissa (C) tarkoittaa kloori-, (D_c) peräkkäistä klooridioksidi/kloori-, (E) uutos- ja (D) klooridioksidikäsittelyvaihetta. Muita tehokkaita monivaiheisia valkaisuprosesseja ovat mm. D/CEDED, D_c ODED, D/CODED, D_c ED, D/CED, D_c OD, D/COD, D_c EP, D/CEP, D_c OP, D/COP, D_c EDEP, D/CEDEP, D_c ODEP, D/CODEP, D_c EDEDP, D/CEDEDP, D_c ODEDP ja D/CODEDP, joissa P tarkoittaa peroksidikäsittelyä. On huomattava, että muita prosessivaiheita kuten pesuja jne. voidaan tietystikin valinnaisesti lisätä täydelliseen valkaisusysteemiin. Kunkin vaiheen jätevesi sisältää vaihtelevin määrien ja pitoisuuksin edellä mainittuja saasteaineita, ja niiden aiheuttama vesistön pilaantuminen on tarjonnut erittäin vaikeasti ratkaistavan järjestelyongelman. Tähän saakka valkaisuprosessien sisältämien vaihesarjojen CE, CO, D_c E, D_c O, D/CE tai D/CO jätevesien käsittely on tapahtunut pelkästään jätevedet yhdistäen, kiinnittäen vain vähän tai ei lainkaan huomiota valkaisuprosessin muuntamiseen tai eri jätevesien erottamiseen toisistaan. Niinpä kemialliset ja fysikaaliset prosessit ovat tähän mennessä antaneet riittämättömiä tuloksia ja olleet sekä taloudellisesti että kaupallisesti puutteellisia.

Erikoisen vaikean ongelman selluloosatehtaan jätevesien käsittelyssä aiheuttaa se seikka, että niiden sisältämällä saasteaineilla yhdessä on niin suuressa määrin erilaiset vaikutukset käyttökelpoisiin käsittelymenetelmiin, että ne estävät vaaditun suuren tehokkuuden ja vähäisen huollon omaavan systeemin aikaansaamisen. Voimakkaasti syövyttävät kloridit, sekä hapot että suolat, rajoittavat tehokkaasti käyte-

tyn laitteen odotettavissa olevaa käyttöikä; epäorgaanisten kloridisuolojen yhdessä orgaanisten aineiden kuten väriaineiden, happea kuluttavien aineiden ja orgaanisten happojen kanssa kuormittaessa ja pilaatessa laitteistoa, niin että tarvitaan jatkuvaa puhdistusta ja huoltoa. Lisäksi kaikkien erilaisten saasteaineiden läsnäolo samassa jätevesivirrassa edellyttää keskimääräistä saasteidenpoistokäsittelyä jokaisessa vaiheessa estäen siten käsittelyn saattamisen mahdollisimman tehokkaaksi.

Patentinhakijat ovat todenneet, että selluloosamassan monivaiheisissa valkaisuprosesseissa, joissa käytetään joko peräkkäistä käsittelyä klooridioksidilla ja kloorilla käsittelyä tai niiden seoksella sekä sen jälkeen uutosto- tai hapetusvaihetta, prosessia voidaan muuntaa sillä tavalla, että kussakin jätevesivirrassa voidaan aikaansaada saasteaineiden säännöstely ja olennainen erottaminen, joita erotettuja saasteaineita voidaan taloudellisesti ja tehokkaasti käsitellä siten, että aikaansaadaan suhteellisen saasteeton jätevesi pienin kustannuksi.

Tämän keksinnön mukaan aikaansaadaan menetelmä jätevesien saasteaineiden vähentämiseksi säännöstelemällä ja erottamalla väriaineet, happea kuluttavat aineet sekä muut orgaaniset aineet epäorgaanisista kloridisaasteaineista sellaisen selluloosanvalkaisu prosessin jätevedessä, joka sisältää käsittelysarjat D_cE , D_cO , D/CE tai D/CO , menetelmän käsittäessä vaiheen D_c tai vaiheen D/C ehtojen ja olosuhteiden pitämisen sellaisina, että tästä vaiheesta saatu selluloosatute sisältää vähän epäorgaanisia ja orgaanisesti sidottuja klorideja ja että sen jätevedellä on pieni orgaanisten aineiden osuus; tämän jäteveden johtamisen aktivoituun kerrokseen sellaisissa olosuhteissa, joissa väriaineet, happea kuluttavat aineet ja muut orgaaniset aineet tulevat poistetuksi selektiivisesti jätevedestä ilman merkittävää vaikutusta epäorgaanisten kloridien pitoisuuteen; ehtojen ja olosuhteiden ylläpitämisen seuraavassa E- tai O-vaiheessa sellaisina, että sen jätevedellä on suuri orgaanisten aineiden osuus mutta pieni epäorgaanisen kloridin osuus; sekä ainakin osan vaiheen E tai vaiheen O jätevedestä johtamisen, vuorotellen vaiheen D_c tai vaiheen D/C jäteveden kanssa, aktivoituneen kerroksen läpi sellaisissa olosuhteissa, että väriaineet, happea kuluttavat aineet ja muut orgaaniset aineet tulevat eluoiduksi pois jätevedestä. Tämä ajoittain eluoiva E- tai O-vaiheen jätevesi voidaan sen jälkeen yhdistää alkuperäiseen E- tai O-vaiheen jäteveteen

Menetelmä on sovellettavissa valkaisuprosesseihin, joissa käytetään vaiheiden D_c tai D/C, E ja O yhdistelmiä, ja se käsittää olennaisesti tiettyjen olosuhteiden ylläpitämisen näissä vaiheissa yhdessä näihin vaiheisiin vaikuttavan vaiheyhdistelmän kanssa, riippumatta niiden asemasta koko valkaisukäsittelysarjassa. Yllä olevan systeemin tuloksesta on saasteaineiden jakaminen kahteen erilaiseen jätevesivirtaan; D_c - tai D/C-vaiheen jätevesivirtaan, joka sisältää suurimman osan prosessin epäorgaanisista kloridisaasteista ja merkityksettömän pienen määrän väriaineita, happeakuluttavia aineita sekä muita orgaanisia aineita; ja E- tai O-vaiheen jätevesivirtaan, joka sisältää runsaasti väriaineita, happea kuluttavia aineita sekä muita orgaanisia saasteaineita, mutta vain vähäisen osan epäorgaanisia klorideja. Säättämällä D_c - tai D/C-vaiheen epäorgaanisia klorideja sisältävän liuoksen pH-arvoa voidaan helposti ja taloudellisesti aikaansaada hyväksyttävä jätevesivirta; sen sijaan runsaasti orgaanisia aineita sisältävä jätevesi voidaan kiertotislata, väkevöidä, jäännös polttaa, tai menetellä sen kanssa muulla tavalla, välittämättä sen merkityksettömän vähäisistä kloridipitoisuudesta.

Edellä selostettua keksintöä edelleen kehittäessään patentinhakijat ovat todenneet, että epäorgaanisen kloridin ja orgaanisesti sidotun kloridin määrää voidaan vähentää D_c - tai D/C-vaiheen selluloosatuotteessa suorittamalla tämä vaihe alhaisessa pH-arvossa klooridioksidin suhteen klooriin ollessa suuri. Klooridioksidin suhteen klooriin ollessa välillä n. 25:75 - n. 95:5 ja sopivimmin välillä n. 75:25 - n. 95:5 sekä pH-arvon ollessa pienempi kuin noin 3,5, esiintyy olennainen kloridisaasteaineiden väheneminen D_c - tai D/C-selluloosatuotteessa, samalla kun happea kuluttavien sekä muiden orgaanisten saasteaineiden määrä siitä lähtevässä jätevedessä huomattavasti vähenee. Lisäksi on odottamattomasti todettu, että orgaanisten saasteaineiden suhteellinen osuus vaiheiden D_c tai D/C jätevedessä myös vähenee, huomattavan osan siitä kulkeutuessa massan mukana seuraaviin vaiheisiin. Sitä paitsi vaiheen D_c tai D/C jäteveden myrkyllisyys ja biologinen hapenkulutus yhdessä selluloosatuotteen mukana siirtyneen myrkyllisyyden ja biologisen hapenkulutuksen kanssa vähenee olennaisesti. Niinpä tällaisen säädetyn D_c - tai D/C-vaiheen jätevesi sisältää suhteellisen suuren osuuden epäorgaanisesta kloridista verrattuna E- tai O-vaiheen jäteveteen sekä suhteellisen alhaisen väriaineiden, happea kuluttavien aineiden ja muiden orgaanisten aineiden osuuden. Tällainen saasteaineiden suhteen säännöstelty jätevesi voidaan selkeyttää poistamalla

suspendoidut kiinteät aineet ja sen jälkeen johtaa se aktivoituneen kerroksen läpi, joka kerros pidättää suurimman osan jätevedessä olevista väriaineista sekä huomattavan osan happea kuluttavista ja muista orgaanisista aineista. Aktivoituneen kerroksen pitää olla sellainen, että epäorgaaniset kloridit, pientä kerrokseen mahdollisesti jäävää suolamäärää lukuunottamatta, pääsevät kulkemaan kerroksen läpi ilman ollenaisista pidätystä. Koska aktivoituneen kerrokseen saapuvien orgaanisten aineiden määrä on pienempi kuin aikaisemmissa adsorptiosysteemeissä, aktivoituneella kerroksella tulee olemaan pitempi käyttöikä, ja niin ollen se on käytössä taloudellisempi. Aktivoituneen kerroksen voi olla fyysikaalinen tai kemiallinen, ionien muodostama absorboiva tai adsorboiva luonteeltaan. Sopivia aktivoituneita kerroksia ovat aromaattiset ja alifaattiset absorboivat ja adsorboivat ioninvaihtohartsikerrokset. Erikoisen sopivia ovat ionoitumattomat suurihuokoiset hartsit, mm. verkko-polystyreenihartsit, hydrofiilit akryyliesteri-verkko-kopolymerit, polyamidihartsit ja fenoliformaldehydihartsit. Erikoisen sopivia ovat hartsit, jotka on esitetty USA-patentissa 3 652 407 ja kirjoituksessa Macroreticular Polymeric Adsorbents, I & EC Product Research & Development, Vol. 12, March, 1973. D_C- tai D/C-vaiheen jätevesi, joka on kulkenut tällaisen aktivoituneen kerroksen läpi, sisältää sen jälkeen suurimman osan prosessissa muodostuneista epäorgaanisista klorideista, vähän orgaanisesti sidottuja klorideja, vähän väriaineita sekä huomattavasti pienemmän määrän happeakuluttavia aineita kuin aktivoituneen kerrokseen saapunut vaiheen D_C tai vaiheen D/C jätevesi.

Seuraava selluloosankäsittelyn hapetus- tai uutosvaihe suoritetaan sellaisissa olosuhteissa, että jätevedessä orgaanisten aineiden osuus tulee mahdollisimman suureksi ja epäorgaanisten kloridien osuus mahdollisimman pieneksi. Tämän myöhemmän uutosvaiheen jätevedellä on siis huomattavan alhainen epäorgaanisten kloridien pitoisuus samalla kun orgaanisten happojen, happea kuluttavien aineiden ja muiden orgaanisten aineiden pitoisuus on suuri. Jäteveden on oltava emäksistä eli pH-arvon välillä n. 8 - n. 13, sopivasti välillä n. 10 - n. 13 ja sopivimmin välillä n. 11 - n. 13.

Monivaiheisen valkaisu-prosessin ollessa käynnissä aktivoituneen kerroksen materiaaliin kertyy väriaineita, happea kuluttavia aineita ja muita orgaanisia aineita, jotka se pidättää vaiheen D_C tai vaiheen D/C jätevedestä. Ajoittain D_C- tai D/C-jäteveden virtaus kerroksen

lävitse keskeytetään, ja kerros regeneroidaan johtamalla ainakin osa E- tai O-vaiheen emäksisestä jätevedestä sen kautta. Systeemin huuhtelu käyttäen hapetus- tai uutosvaiheen jätevettä eluoii väriaineet, happea kuluttavat aineet sekä muut orgaaniset aineet kerros- materiaalista rikastaen ne uutos- tai hapetusvaiheen jäteveteen. Niinpä tuloksena on kaksi erillistä jätevesivirtaa, yhden niistä sisältäessä suurimman osan prosessissa muodostuneista epäorgaanisista kloridioneista, ja toisen sisältäessä suurimman osan väriaineista, happea kuluttavista aineista sekä muista orgaanisista aineista. Epäorgaanisia klorideja sisältävä jätevesi voidaan helposti neutraloida ja poistaa. Vaihtoehtoisesti epäorgaanisia klorideja sisältävä jätevesi voidaan tislata ennen sen saapumista aktivoituun kerrokseen tai sen jälkeen, alhaisen molekyylipainon omaavien haihtuvien saasteaineiden poistamiseksi, sopivimmin haihduttamalla. Happea kuluttavia aineita, väriaineita ja muita orgaanisia aineita sisältävä jätevesi voidaan kierrättää talteenottouuniin, jossa aineet voidaan polttaa käyttäen hyväksi lämmön ja alkalit. Tämän menetelmän erikoisena etuna on se, että hyvin vähän kloridioneja on läsnä happea kuluttavia aineita, väriaineita sekä muita orgaanisia aineita sisältävässä jätevedessä, mikä on omiaan huomattavasti vähentämään syöpymistä ja muita epäedullisia vaikutuksia polttouunissa sekä muissa systeemiin kuuluvissa laitteissa. Tämän menetelmän toisena etuna on, että se huomattavasti vähentää sekundaarisen, paikalla tapahtuvan käsittelyn tarvetta tai tekee sen täysin tarpeettomaksi. Seuraavat esimerkit esitetään edellä selostetun keksinnön edelleen kuvaamiseksi, eivätkä ne ole tarkoitettu rajoittamaan keksintöä.

Esimerkki 1 - Tavanmukainen klooraus

Western Softwood Kraft - selluloosaa oleva koe-erä, jonka permanganaattiluku oli 20,7, viskositeetti 27,6 sentipoisea sekä valkoisuus valkaisemattomana 26 %, käsiteltiin käyttäen kaupallista valkaisusarjaa $CE_1D_1E_2D_2$ taulukossa 1 esitettyjen ehtojen mukaisesti.

Taulukko 1

Vaihe	Kemikaali- lisäys % massan painosta (uunikuivana)	Aika min	Lämpötila (°C)	Massan sakeus %
(C) kloori	6,63	45	25	3
(E ₁) uutos	3,0	60	70	10
(D ₁) klooridioksidi	0,95	180	70	3
(E ₂) uutos	0,6	60	70	10
(D ₂) klooridioksidi	0,41	180	70	3

Lopuksi mitattiin selluloosatuotteen valkoisuus ja viskositeetti, ja edellisen todettiin olevan 88,5 % sekä jälkimmäisen 15,0 cps. Jätevesi kustakin vaiheesta selkeytettiin suodattamalla pois suspendoidut kiinteät aineet ja analysoitiin saaden tulokseksi taulukossa 2 ilmoitetut orgaanisten aineiden ja kloridien pitoisuudet.

Taulukko 2

(kg/tonni)

Vaihe

	(C)	(E ₁)	(D ₁)	(E ₂)	(D ₂)	Yhteensä
Väriaineita	42,4	268	7,3	6,1	1,4	325,2
Klorideja (NaCl:na)	93,7	15,6	7,7	0,5	3,5	121,0
COD	20,3	45,5	6,1	3,8	1,4	77,1
BOD	6,0	3,7	1,4	1,0	0,3	12,4

Esimerkki 2 - Tavanmukainen sarjaklooraus

Western Softwood Kraft - selluloosaa oleva koe-erä, jolla oli samat fysikaaliset ominaisuudet kuin esimerkissä 1, käsiteltiin käyttäen kaupallista valkaisusarjaa D_cE₁D₁E₂D₂ taulukossa 3 esitettyjen ehtojen mukaisesti.

Taulukko 3

Vaihe	Kemikaali- lisäys % massan painosta (uunikuivana)	Aika min	Lämpötila (°C)	Massan sakeus %
(D _c) kloori: klooridioksidi peräkkäin (50:50)	6,0 ^x	30	27	3
(E ₁) uutos	2,4	60	71	10
(D ₁) klooridioksidi	0,9	180	71	3
(E ₂) uutos	0,5	60	71	10
(D ₂) klooridioksidi	0,4	180	71	3

*ekvivalenttinen kloorilisäys

Lopuksi mitattiin selluloosatuohteen valkoisuus ja viskositeetti, ja edellisen todettiin olevan 88,7 % sekä jälkimmäisen 18,3 cps. Jätevesi kustakin vaiheesta selkeytettiin suodattamalla pois suspendoidut kiinteät aineet ja analysoitiin, jolloin saatiin tulokseksi taulukossa 4 ilmoitetut orgaanisten aineiden ja kloridien pitoisuudet.

Taulukko 4
(kg/tonni)

	<u>Vaihe</u>					
	(D _c)	(E ₁)	(D ₁)	(E ₂)	(D ₂)	Yhteensä
Väriaineita	42,0	171,4	7,0	6,0	1,2	227,6
Klorideja (NaCl:na)	50,1	9,0	7,6	0,4	3,5	70,6
COD	18,5	37,2	6,0	3,9	1,4	67,0
BOD	5,0	4,7	1,0	0,7	0,3	11,7

Esimerkki 3

Western Softwood Kraft - selluloosaa oleva koe-erä, jonka permanganaat tiluku oli 20,7, viskositeetti 27,6 sentipoisea sekä valkoisuus 26 %, käsiteltiin käyttäen valkaisusarjaa D_cE₁D₁E₂D₂ taulukossa 5 esitettyjen ehtojen mukaisesti.

Taulukko 5

Vaihe	Kemikaali- lisäys % massan painosta (uunikuivana)	Aika min	Lämpötila (°C)	Massan sakeus %
(D _c) klooridioksidi kloori peräkkäin (75:25)	6,0*	30	30	10
(E) uutos	2,0	60	70	10
(D) klooridioksidi	0,93	180	70	3
(E) uutos	0,5	60	70	10
(D) klooridioksidi	0,4	180	70	3

*ekvivalenttinen kloorilisäyksen kokonaismäärä

Lopuksi selluloosatuohteen valkaisuus ja viskositeetti mitattiin, ja edellisen todettiin olevan 88,5 % sekä jälkimmäisen 16,2 cps. Jätevesi kustakin vaiheesta selkeytettiin suodattamalla pois suspendoidut kiinteät aineet ja analysoitiin, jolloin saatiin tulokseksi taulukossa 6 ilmoitetut orgaanisten aineiden ja kloridien pitoisuudet.

Taulukko 6
(kg/tonni)

	(D _c)	(E ₁)	<u>Vaihe</u> (D ₁)	(E ₂)	(D ₂)	Yhteensä
Väriaineita	37,1	141	3,5	3,5	2,9	188
Kloridia (NaCl:na)	34,7	4,9	7,7	0,4	3,5	51,2
COD	17,5	41,3	6,4	3,4	1,0	69,6
BOD	4	5,5	0,8	0,5	0,3	11,1

Jäteveden D_c annettiin virrata läpimitaltaan 25 mm olevan kolonnin läpi, joka kolonni oli täytetty hydrofiilillä isohuokoisella absorboivalla, akryyliesteriä olevalla verkko-kopolymerihartsilla, virtaus nopeudella 10-12 kerrostilavuutta tunnissa. Vaiheen D_c jäteveden analyysi, jäteveden virrattua 30 kerrostilavuuden verran isohuokoisen kerroksen läpi, osoitti seuraavia orgaanisten aineiden ja kloridin keskimääräisiä pitoisuuksia:

Väriaineita	9,6 kg/tonni
Kloridia (NaCl)	33,9 "
COD	9,8 "
BOD	3,6 "

Kloridi tuli välittömästi neutraloiduksi emäksellä. Vaiheen D_c jäteveden virtaus hartsikerroksen läpi keskeytettiin ja osavaiheen E₁ jätevetä johdettiin sen lävitse kunnes hartsi oli täysin regeneroitu, minkä osoitti eluaatin pysyvä COD-pitoisuus. Sen jälkeen E₁-eluaatin virta yhdistettiin alkuperäiseen vaiheen E₁ jätevesivirtaan, ja yhdistetty virta johdettiin talteenottosysteemiin, jossa orgaaniset aineet poltettiin tuhaksi lämmön ja alkalien hyväksikäyttämiseksi.

Tämän valkaisusarjan jätevesissä todettujen saasteaineiden kokonaismäärä oli seuraava:

Väriaineita	19,5	kg/tonni
Kloridia (NaCl)	45,5	"
COD	21,4	"
BOD	5,2	"

Vertaus tavanmukaisten systeemien jätevesiin osoittaa seuraavia saasteaineiden vähenemisiä prosenteissa lausuttuna:

	Tavanmukainen CED _{ED} %	Tavanmukainen D _c ED _{ED} %
Väriaineet	94	91
Kloridi (NaCl)	62	36
COD	72	68
BOD	58	56

Jätevesisaasteiden määrää voidaan helposti edelleen vähentää suorittamalla vastavirtapesu vaiheiden D₁, E₂ ja D₂ jätevesille, mikä yhdistää nämä jätevesivirrat pestyihin E₁- ja D_c-virtoihin. Näin vähennettyjen saasteaineiden pitoisuus on suuruusluokaltaan seuraava:

Väriaineita	11,3	kg/tonni
Kloridia (NaCl)	44,9	"
COD	13,9	"
BOD	4,6	"

Samalla tavalla selluloosaa voidaan käsitellä käyttäen valkaisuusarjaa D_cOD₁ED₂ taulukossa 7 esitettyjen ehtojen mukaisesti.

Taulukko 7				
<u>Vaihe</u>	Kemikaalilisäys % massan painosta (uunikuivana)	Aika min	Lämpötila (°C)	Massan sakeus %
(D _c) klooridioksidi kloori peräkkäin (75:25)	6,0	30	27	10
(O) hapetus O ₂ (7 kp/cm ²) NaOH	1,5 1,5	30	127	35
(D ₁) klooridioksidi	0,53	180	71	3
(E) uutos	0,5	60	71	10
(D ₂) klooridioksidi	0,4	180	71	3

Tuotteen valkoisuuden todetaan olevan noin 88 % ja sen viskositeetin noin 14 cps. Kun on suoritettu vastavirtapesu, vaiheen D_c jätevesi käsitelty aktivoidulla akryylihartsikerroksella ja hapetusvaiheen jäteveden jäännös poltettu tuhkakksi, saasteaineiden kokonaispitoisuudeksi saadaan suuruusluokaltaan seuraavat arvot:

Väriaineita	12 kg/tonni
Klorideja (NaCl)	41,0 "
COD	15,0 "
BOD	5,0 "

Esimerkit 4-9

Useita Western Softwood Kraft - selluloosaa olevia koe-eriä, joiden permanganaattiluku oli 20,7, viskositeetti 27,6 sentipoisea ja valkoisuus 26 %, valkaistiin käyttäen sarjaa $D_c E_1 D_1 E_2 D_2$ jatkaen jätevesien käsittelyillä esimerkin 3 ehtojen ja prosessin mukaan, paitsi että aktivoidun kerroksen materiaalia muuteltiin. Käsittelemättömän jäteveden orgaanisten aineiden ja kloridin pitoisuudet olivat samat kuin taulukossa 6. Vaiheen D_c jäteveden, sen virrattua erilaisten materiaalien muodostamien aktivoitujen kerrosten läpi, analyysi antoi tulokseksi taulukossa 8 ilmoitetut orgaanisten aineiden pitoisuudet.

Taulukko 8
(kg/tonni)

Kerroksen materiaali

	Esimerkki 4	Esimerkki 5	Esimerkki 6	Esimerkki 7	Esimerkki 8	Esimerkki 9
	Polystyreeni	Akryyli- hartsit*	Fenoli- formalde- hydihartsi	Polystyreeni/diviny- libentseeni, kvater- näärinen reaktioky- kyinen ammoniumyhdis- te, ionin vaihto	Fenoliformal- dehydi, reak- tiokykyinen aminiyhdiste, ionin vaihto	Polyamidi- hartsit
Väriaineita	18,6	9,65	15,9	3,71	15,6	15,2
COD	11,7	9,3	11,2	9,45	-	11,4
BOD	-	-	-	3,72	-	-

*Eroaa esimerkin 3 hartsista huokosten läpimitan suhteen

Esimerkki 10

Western Softwood Kraft - selluloosaa oleva koe-erä, jonka permanganaat tiluku oli 20,7, viskositeetti 27,6 sentipoisea sekä valkoisuus valkai semattomana 26,9, käsiteltiin käyttäen valkaisusarjaa D/C E₁D₁E₂D₂ taulukon 9 ehtojen mukaisesti.

<u>Taulukko 9</u>				
Vaihe	Kemikaali-lisäys % massan painosta (uunikuivana)	Aika (min)	Lämpötila (°C)	Massan sakeus %
(D/C) klooridioksidi/ klooriseos 75/25	6,25*	30	32	10
(E ₁) uutos	2,0	60	71	10
(D ₁) klooridioksidi	0,93	180	71	3
(E ₂) uutos	0,5	60	71	10
(D ₂) klooridioksidi	0,4	180	71	3

*Ekvivalenttinen kloorilisäys

Tuotteen lopullinen valkoisuus ja viskositeetti mitattiin, ja todettiin edellisen olevan 85,0 % sekä jälkimmäisen 14,9 cps. Jätevesi kustakin vaiheesta selkeytettiin suodattamalla pois suspendoidut kiinteät aineet ja analysoitiin, jolloin saatiin tulokseksi taulukossa 10 ilmoitetut orgaanisten aineiden ja kloridien pitoisuudet.

<u>Taulukko 10</u>						
(kg/tonni)						
	<u>Vaihe</u>					
	(D/C)	(E ₁)	(D ₁)	(E ₂)	(D ₂)	Yhteensä
Väriaineita	23,8	156,6	4,0	3,6	3,0	191,0
Klorideja (NaCl)	35,3	4,8	8,0	0,4	3,5	52,0
COD	14,6	45,0	7,2	4,0	1,5	72,3
BOD	3,9	6,1	0,9	0,6	0,3	11,8

Jätevedet käsiteltiin käyttäen esimerkin 3 mukaista menetelmää ja materiaaleja. D/C-vaiheen eluaattivirran analyysi orgaanisten aineiden ja kloridin pitoisuuksien suhteen osoitti seuraavia tuloksia:

Väriaineita	6,5	kg/tonni
Kloridia (NaCl)	34,5	"
COD	9,5	"
BOD	3,6	"

Valkaisusarjan kaikkien jätevesien saasteaineiden analyysin tulos oli:

Väriaineita	17,1	kg/tonni
Kloridia (NaCl)	46,4	"
COD	22,2	"
BOD	5,4	"

Jätevesisaasteiden pitoisuutta voidaan edelleen vähentää suorittamalla vastavirtapesu vaiheiden D_1 , E_2 ja D_2 jätevesille, mikä yhdistää nämä jätevesivirrat pestyihin E_1 - ja D_c -virtoihin.

Esimerkki 11

Esimerkin 1 mukainen jätevesi (E_1) yhdistettiin riittävään määrään saman esimerkin mukaista jätevettä (C) pH-arvon pitämiseksi pienempänä kuin noin 3,0. Tämä pH-arvoltaan säädetty jätevesi johdettiin sen jälkeen läpimitaltaan 25 mm olevan, esimerkin 3 mukaisella hartsilla täytetyn laboratoriokolonnin läpi. Isohuokoisen kerroksen läpäisytt jätevesi osoitti omaavansa seuraavat orgaanisten aineiden pitoisuudet:

Väriaineita	28	kg/tonni
COD	20,5	"
BOD	4	"

Tämän prosessin jätevesivirrassa todettiin seuraavat saasteaineiden kokonaismäärät:

Väriaineita	73,3	kg/tonni
Klorideja (NaCl)	121	"
COD	46,4	"
BOD	8,5	"

Esimerkki 12

Esimerkin 1 jätevesi (E_1) johdettiin esimerkin 6 mukaisella hartsilla täytetyn, läpimitaltaan 25 mm olevan laboratoriokolonnin lävitse. Ioninvaihtokerroksesta saapuneen jäteveden analyysi osoitti orgaanisten aineiden ja kloridien pitoisuuksien olevan:

Väriaineita	13,4	kg/tonni
Klorideja (NaCl)	0,8	"
COD	4,6	"
BOD	2,2	"

Prosessin jätevesivirrassa todetut saasteaineiden kokonaismäärät olivat seuraavat:

Väriaineita	70,6	kg/tonni
Klorideja (NaCl)	120,2	"
COD	36,2	"
BOD	7,8	"

Patenttivaatimukset

1. Parannettu selluloosan valkaisumenetelmä jätevedessä esiintyvien saasteaineiden määrän säännöstelemiseksi ja vähentämiseksi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää selluloosamassan käsittelyn käyttäen peräkkäisiä kloorauksia eli ensimmäisessä vaiheessa käsittelyn klooridioksidin ja kloorin seoksella ja sen jälkeen toisessa vaiheessa hapetuksen tai uutoksen suorittamisen, pitäen ehdot ja olosuhteet ensimmäisessä vaiheessa sellaisina, että siitä saatu selluloosatuote sisältää vain vähän epäorgaanisia ja orgaanisesti sidottuja klorideja ja että sen jätevedellä on pieni väriainepitoisuus, pieni kemiallinen ja biologinen hapenkulutus sekä pieni muiden vesistöä pilaavien orgaanisten aineiden osuus toisen vaiheen jäteveteen verrattuna; ensimmäisen vaiheen jäteveden johtamisen aktivoidun kerroksen läpi väriaineiden, happea kuluttavien aineiden ja muiden orgaanisten saasteaineiden poistamiseksi selektiivisesti ilman merkittävää vaikutusta jäteveden epäorgaanisten kloridien pitoisuuteen; ehtojen ja olosuhteiden pitämisen toisessa vaiheessa sellaisina, että sen jätevedellä on suuri väriainepitoisuus, suuri kemiallinen ja biologinen hapenkulutus sekä suuri muiden orgaanisten saasteaineiden pitoisuus, mutta pieni epäorgaanisten kloridisaasteaineiden pitoisuus verrattuna en-

simmäisen vaiheen jäteveeteen; sekä ainakin osan toisen vaiheen jätevedestä johtamisen mainitun aktivoituneen kerroksen läpi, vuorotellen ensimmäisen vaiheen jäteveden johtamisen kanssa, siten eluoiden väriaineet, happea kuluttavat aineet ja muut orgaaniset saasteaineet pois kerroksesta.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen ja toisen vaiheen sarja on D_cE , jossa D_c merkitsee käsittelyä klooridioksidilla ja kloorilla peräkkäin sekä E merkitsee uutosta.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen ja toisen vaiheen sarja on D_cO , jossa O merkitsee hapetusta.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen ja toisen vaiheen sarja on D/CE , jossa D/C merkitsee käsittelyä klooridioksidi/klooriseoksella.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen ja toisen vaiheen sarja on D/CO .

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sen muodostaa monivaiheinen valkaisukäsittelysarja, joka on valittu seuraavasta ryhmästä: D_cEDED , $D/CEDED$, D_cODED , $D/CODED$, D_cED , D/CED , D_cOD , D/COD , D_cEP , D/CEP , D_cOP , D/COP , D_cEDEP , $D/CEDEP$, D_cODEP , $D/CODEP$, D_cEDEDP , $D/CEDEDP$, D_cODEDP ja $D/CODEDP$, joissa P merkitsee käsittelyä peroksidilla.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisessä vaiheessa klooridioksidin suhde klooriin pidetään välillä n. 75:25 - n. 95:5.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisessä vaiheessa pH pidetään pienempänä kuin noin 3,5.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että aktivoitu kerros on valittu ryhmästä, jonka muodostavat aromaattiset ja alifaattiset ioninvaihto-, absorptio- ja adsorptiohartsikerrokset.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hartsikerroksena on ionoitumaton isohuokoinen hartsi, joka on valittu ryhmästä, jonka muodostavat verkko-polystyreeni-, akryyli-esteri-kopolymeri-, fenoliformaldehydi- ja polyamidihartsit.

11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että uutos- ja hapetusvaiheiden jäteveden pH pidetään välillä n. 8 - n. 13.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pH on välillä n. 9 - n. 13.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että toisen vaiheen jätevesi, jota on ajoittain johdettu aktivoituneen kerroksen läpi, yhdistetään uutoksen tai hapetuksen emäjätevesi virtaan.

14. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen vaiheen jätevesi neutraloidaan ennen sen käsittelyä aktivoituneessa kerroksessa, ja että hartsinä on ioninvaihtohartsi.

15. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen vaiheen jätevesi neutraloidaan sen kuljettua aktivoituneen kerroksen läpi.

16. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ainakin osa toisen vaiheen jätevesivirrasta johdetaan talteenottouuniin, jossa jäännös poltetaan tuhaksi käyttäen hyväksi alkali- ja lämpöarvot.

17. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheita D_c, D/C, E ja O seuraaville vaiheille suoritetaan vastavirtapesu, joka rikastaa saasteaineet ainakin yhteen vaiheiden D_c, D/C, E ja O jätevesistä.

18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ainakin osa poltetusta jätetuotteesta palautetaan prosessiin.

19. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ainakin osa talteenottouuniin joutuneesta kloridista

poistetaan erottimen pölyä käsittelemällä.

20. Parannettu selluloosan valkaisumenetelmä, johon sisältyy peräkkäisiä kloorauksia eli käsittely klooridioksidin ja kloorin seoksella ensimmäisessä vaiheessa ja sen jälkeen hapetus tai uutos toisessa vaiheessa, t u n n e t t u siitä, että se käsittää jäteveden sisältämien saasteaineiden säännöstelyn ja vähentämisen pitämällä ehdot ja olosuhteet ensimmäisessä vaiheessa sellaisina, että siitä saatu selluloosatuote sisältää vain vähän epäorgaanisia ja orgaanisesti sidottuja klorideja, ja että sen jätevedellä on pieni väriainepitoisuus, pieni kemiallinen ja biologinen hapenkulutus sekä pieni muiden vesistöä pilaavien orgaanisten aineiden osuus toisen vaiheen jätevetteen verrattuna; ensimmäisen vaiheen jäteveden johtamisen aktivoitun kerroksen läpi väriaineiden, happea kuluttavien aineiden ja muiden orgaanisten saasteaineiden poistamiseksi selektiivisesti jätevedestä ilman merkittävää vaikutusta sen epäorgaanisten kloridien pitoisuuteen; ehtojen ja olosuhteiden pitämisen toisessa vaiheessa sellaisina, että sen jätevedellä on suuri väriainepitoisuus, suuri kemiallinen ja biologinen hapenkulutus sekä suuri muiden orgaanisten saasteaineiden pitoisuus, mutta pieni epäorgaanisten kloridi-saasteaineiden pitoisuus, verrattuna ensimmäisen vaiheen jätevetteen; sekä ainakin osan toisen vaiheen jätevedestä johtamisen mainitun aktivoitun kerroksen läpi, vuorotellen ensimmäisen vaiheen jäteveden johtamisen kanssa, siten eluoiden väriaineet, happea kuluttavat aineet ja muut orgaaniset saasteaineet pois kerroksesta.

Patentkrav

1. Cellulosablekning för styrning och minskning av föroreningarna i avloppet, k ä n n e t e c k n a t av att cellulosamassan i följd behandlas med klor eller en blandning av klordioxid och klor i ett första steg åtföljt av ett andra oxidations- eller extraktionssteg med upprätthållande av betingelserna i det första steget sådana, att produkten därifrån har låg halt av oorganiska och organiskt bundna klorider och utloppet därifrån har låg halt av färgade ämnen, låg kemisk syreförbrukning, låg biologisk syreförbrukning och låg andel av organiska föroreningar jämfört med utloppet från det andra steget, att utloppet från det första steget ledes genom en aktiverad bädd för att selektivt avlägsna färgade ämnen, KS, BS och andra organiska föroreningar utan nämnvärd effekt på innehållet av oorganiska klorider i utloppet, att betingelserna i det andra steget hålles sådana att utloppet därifrån har hög halt av färgade ämnen, hög kemisk syreförbrukning, hög biologisk syreförbrukning och hög halt av andra organiska föroreningar men låg halt av oorganiska kloridföroreningar jämfört med utloppet från det första steget, och att åtminstone en del av utloppet från det andra steget, omväxlande med utlopp från det första steget ledes genom den aktiverade bädden under eluering av de färgade ämnena, KS, BS och andra organiska föroreningar därur.

2. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att det första och det andra steget i sekvensen är D_cE .

3. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att de första och andra stegen i sekvensen är D_cO .

4. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att de första och andra stegen i sekvensen är D/CE .

5. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att de första och andra stegen i sekvensen är D/CO .

6. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att blekningen består av en flerstegssekvens vald från D_cEDED , $D/CEDED$, D_cODED , $D/CODED$, D_cED , D/CED , D_cOD , D/COD , D_cEP , D/CEP , D_cOP , D/COP , D_cEDEP , $D/CEDEP$, D_cODEP , $D/CODEP$, D_cEEDP , $D/CEEDP$, D_cODEDP och $D/CODEDP$.

7. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att det första steget upprätthålles vid ett förhållande mellan klordioxid och klor på omkring 75:25-95:5.

8. Sätt enligt krav 7, k ä n n e t e c k n a t av att det

första steget hålles vid ett pH på mindre än omkring 3,5.

9. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att den aktiverade bädden är vald från aromatiska och alifatiska jonbytare, absorptions och adsorptions-hartsbäddar.

10. Sätt enligt krav 9, k ä n n e t e c k n a t av att hartsbädden består av ett nonjoniskt, makroporöst harts valt från tvärbunden polystyren, akrylester-sampolymerer, fenolformaldehyder och polyamider.

11. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att utloppet från extraktions- och oxidationssteget hålles vid ett pH på omkring 8-13.

12. Sätt enligt krav 11, k ä n n e t e c k n a t av att pH-värdet är mellan omkring 9-13.

13. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att utloppet från det andra steget, som omväxlande letts genom den aktiverade bädden, åter sammanslås med huvudutloppsströmmen från extraktionen eller oxidationen.

14. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att utloppet från det första steget neutraliseras före behandlingen i den aktiverade bädden, och att hartset är ett jonbytarharts.

15. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att utloppet från det första steget neutraliserats sedan det letts genom den aktiverade bädden.

16. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att åtminstone en del av utloppsströmmen från det andra steget ledes till en återvinningsugn där den förbrännes under utvinning av värme och alkali.

17. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att stegen efter D_c, D/C, E och O tvättas i motström för att koncentrera avloppsföroreningarna i åtminstone ett av utloppen från D_c, D/C, E och O-stegen.

18. Sätt enligt krav 16, k ä n n e t e c k n a t av att åtminstone en del av den brända avloppsprodukten återcirkuleras till massa-tillverkningen.

19. Sätt enligt krav 16, k ä n n e t e c k n a t av att åtminstone en del av den till förbränningsugnen tillförda kloriden avlägsnas genom behandling i stoftavskiljare.

20. Cellulosablekning innehållande i följd behandling med klor eller blandning av klordioxid och klor i ett första steg åtföljt av

oxidation eller extraktion i ett andra steg, k ä n n e t e c k n a d av styrning och reducering av föroreningarna i avloppsvattnet genom att upprätthålla betingelserna i det första steget sådana, att massan därifrån har låg halt av oorganiskt och organiskt bundna klorider och avloppsvattnet därifrån låg halt av färgade ämnen, låg kemisk syreförbrukning, låg biologisk syreförbrukning och låg halt av andra organiska föroreningar i jämförelse med utloppet från det andra steget, att utloppet från det första steget ledes genom en aktiverad bädd för att selektivt avlägsna färgade ämnen, KS, BS och andra organiska föroreningar utan nämnvärd effekt på det oorganiska kloridinnehållet i avloppsvattnet, att betingelserna upprätthålles i det andra steget sådana, att avloppsvattnet därifrån har hög halt av färgämnen, hög kemisk syreförbrukning, hög biologisk syreförbrukning och hög halt av andra organiska föroreningar men låg halt av oorganiska klorider i jämförelse med utloppet från det första steget, och att åtminstone en del av utloppet från det andra steget omväxlande med utlopp från det första steget ledes genom den aktiverade bädden under eluering av färgade ämnen, KS, BS och andra organiska föroreningar därur.