



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

84085

C (12) KÄSKE
INVESTERINGSKÄSKE

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

D 06B 19/00

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	842786
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	11.07.84
(24) Alkupäivä - Löpdag	05.11.83
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	11.07.84
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.06.91
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	EP83/00292
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	

12.11.82 GB 8232393 P
17.08.83 GB 8322168 P

10.12.82 GB 8235346 P

(71) Hakija - Sökande

1. Adnovum AG, Seestrasse 100, Horn, Switzerland, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Lauchenauer, Alfred Emil, Bogenstrasse 5, Horn, Switzerland, (CH)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Vedenpoistomenetelmä
Urvattningsförfarande

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4062721 (D 21D 3/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Tämä keksintö koskee vaahdon levittämistä ilmaa läpäisevään levyateriaaliin erilaisin mekaanisin tai paineenkäyttökeinoin vaahdon saattamiseksi tunkeutumaan tai sen sallimiseksi tunkeutua materiaalin huokosiin. Vaahto sisältää oleellisenä tekijänä ainetta, jolla on kyky alentaa vaahtoavan nesteen pintajännitystä, ja joka sen kautta saa aikaan materiaalissa vedenpoisto/kuivaus -vaikutuksen, joka on suurempi kuin mikä muutoin saataisiin aikaan.

Föreliggande uppfinningen hänför sig till anbringandet av skum på ett för luft genomträngligt skivmaterial under utnyttjande av mekaniska eller på tryck baserade medel för tvingande eller tillåtande av att skummet intränger i materialets porer. Skummet innehåller som väsentlig faktor ett medel som förmår sänka skumvätskans ytspänning, vilket åstadkommer en urvattnings/torkningsverkan i materialet i en grad som annars vore ouppnåbar.

Vedenpoistomenetelmä

Tämä keksintö koskee menetelmää levymäisten materiaalien vesipitoisuuden alentamiseksi ja niiden puhdistamiseksi vaahtokäsittelyllä.

Tavat levymäisen materiaalin, kuten tekstiililevymateriaalin, vesipitoisuuden alentamiseksi ovat hyvin tunnettuja. Laajimmin käytetyssä ja vanhimmassa tunnetussa menetelmässä puristetaan levymäinen materiaali yhden tai useamman puristustelaparin välitse. Vaikka tietyt puristinrakenteet tekevät mahdolliseksi vesipitoisuuden alentamisen alhaisille tasoille (esimerkiksi 40-50 %:iin käsiteltävästä materiaalista riippuen), on puristintyyppisellä laitteella monia heikkouksia. Mitä korkeampi telojen välinen paine on, sitä parempia ovat puristusvaikutukset, mutta telojen välisen paineen aiheuttama substraatin muodonmuutos tulee huomattavammaksi. Puristusperiaatteen toisena heikkoutena on telojen välisen paineen ja poistotehon välisen yksinkertaisen, helposti ennustettavissa olevan korrelaation puuttuminen. Vesipitoisuuden mittauslaitteen käyttö veden retentiotasojen säätöön ja ennalta määräämiseen on siten hyvin vaikeaa.

Toinen usein käytetty menetelmä on veden alipainepoisto tekstiililevymateriaalista. Vaikka on mahdollista poistaa tietty määrä materiaalin huokosissa olevaa vettä, tuottaa alipaineraon ja liikkuvan levyn välinen kitka ongelmia, erityisesti suurilla nopeuksilla, koska riittävä tiivistäminen käy hyvin vaikeaksi. Energian kulutus voi siten olla liian suuri suhteessa saavutettuihin tehoihin (tämä pätee erityisen hyvin kaikille suurella nopeudella tehtäville toimenpiteille).

Toinen suositeltu menetelmä veden poistamiseksi ilmaa läpäisevistä substraateista on ilman puhaltaminen hyvin suurilla nopeuksilla liikkuvan levyn pintaan, tavallisesti noin 90°:n kulmassa levyn tasoon nähden. Energian kulutus on tässäkin tapauksessa hyvin huomattava ja tulokset vaihtelevat suuresti substraatin rakenteen mukaan

(tiiviskudoksiset/karkeat kankaat/kuitukankaat, jne.), samalla kun levyn tukemisessa kitkan ollessa pieni voi esiintyä vakavia ongelmia, erityisesti kankaiden, joilla on alhainen koossapysymislujuus, ollessa kyseessä.

5 Kaikkien näiden tunnettujen käsittelyjen, jotka edeltävät lopullista kuivausvaihetta, tarkoituksena on alentaa jäännösveden määrää ennen kuivausta sen energiamäärän, joka kuluu vielä jäljellä olevan veden poistamiseen annetulla kuivaimen nopeudella, pienentämiseksi ja/10 tai kuivaimen nopeuden suurentamiseksi ja/tai kuivauslämpötilan alentamiseksi.

 US-patenttijulkaisussa 4 062 721 kuvataan menetelmää ja esitetään patenttivaatimukset menetelmälle veden poistamiseksi märästä kuitulevystä, jossa menetelmässä15 sekoitetaan mineraalia ja sideainetta sisältävä vesiliete, kerrostetaan mainittu vesiliete vanunkiverkolle, jolloin muodostuu märkä levy, lisätään pinta-aktiivista vaahdotusainetta lietteeseen tekemällä mainitun pinta-aktiivisen vaahdotusaineen mainittu lisääminen suurin piirtein saman-20 aikaisesti kuin mainittu liete kerrostetaan mainitulle vanunkiverkolle, jolloin mainituissa märässä levyssä ei ole juuri ollenkaan sisäistä vaahtoa kerrostushetkellä, valutetaan vesi mainitusta märästä levystä mainitun vanunkiverkon läpi edistään mainittua valutusta painovoimalla ja25 valutetaan lisää vettä mainitusta märästä levystä mainitun vanunkiverkon läpi edistään mainittua lisävalutusta märän levyn poikki muodostetulla paine-erolla, jolloin märän levyn sisälle muodostuu vaahtoa ilman kulkiessa sen läpi.

 Em. julkaisu käsittelee palamista hidastavien vanutettujen mineraalikuitulevyjen valmistusta ja keksinnön30 eräänä piirteenä on se, että vaahdon muodostuminen tulisi rajata itse vanutettuun materiaaliin. US-patenttijulkaisussa 4 062 721 korostetaan huomattavasti sitä, että on tärkeää välttää huomattavaa vaahtoamista, kunnes märkään35 levyyn kohdistetaan levyn poikki muodostettu paine-ero.

 Keksinnön kohteena on menetelmä veden poistamiseksi ilmaa läpäisevästä levymateriaalista ja sen puhdistamiseksi

si, joka levymateriaali sisältää vettä ja poistuvia aineita, jossa menetelmässä mainitun materiaalin toista pintaa käsitellään nesteellä, joka sisältää ainetta, joilla on kyky alentaa mainitun nesteen pintajännitystä, jolloin
5 mainittua nestettä levitetään levymateriaalin toiselle puolelle, muodostetaan painegradientti mainitun materiaalin läpi, ja poistetaan vesi ja epäpuhtaudet materiaalin toiselta puolelta. Menetelmälle on tunnusomaista, että

(i) ennen nesteen levitystä, joka neste sisältää
10 ainetta, jolla on kyky alentaa mainitun nesteen pintajännitystä, levymateriaalin mainitulle toiselle pinnalle, tämä neste vaahdotetaan,

(ii) vaahdotettu neste levitetään levymateriaalin mainitulle toiselle pinnalle vaahtona, joka sitten pakotetaan painegradientin vaikutuksesta läpäisemään levymateriaalin huokoset, mikä saa aikaan veden ja poistettavien aineiden poistumisen käytännöllisesti katsoen kokonaan mainituista huokosista,

(iii) vaahdotetun nesteen levittämistä jatketaan,
20 kunnes vaahdotettu neste on poistettu vaahtona materiaalin mainitulta toiselta puolelta.

Tämän keksinnön eräessä suoritusmuodossa tarjotaan käytettäväksi menetelmä ilmaa läpäisevän levymateriaalin vesipitoisuuden alentamiseksi, joka menetelmä sisältää
25 vaiheet, joissa

1. levitetään märälle ilmaa läpäisevälle levymateriaalille vaahtoa välittömästi ennen kuivausvaihetta, joka vaahto sisältää ainetta, jolla on kyky alentaa veden pintajännitystä;

30 2. saatetaan vaahto imeytymään ilmaa läpäisevän levymateriaalin rakenteeseen ja huokosiin; ja

3. käytetään mekaanista keinoa, kuten mekaanista painetta vähintään kahden telan välisellä pinnalla ja/tai painegradienttia levymateriaalin pintojen välillä, jotka
35 kaikki vaiheet tai mikä tahansa niistä toistetaan haluttaessa.

Jäännösvesi voidaan poistaa vielä tehokkaammin suorittamalla yllä kuvatun sarjan vaiheet 1. ja 2. ja edulli-

sesti myös vaihe 3. ja puhaltamalla sitten sellainen tilavuus ja sellaisella nopeudella kuumennettua ilmaa määrän ilmaa läpäisevän levyn toista pintaa vasten, että kuumennettu ilmavirta tunkeutuu olennaisessa määrin levymateriaalin läpi, so. ilmaa poistuu levystä sen vastapuolelta sellaisella nopeudella ja sellainen tilavuusmäärä minuu-
tissa, joka on vähintään 10 % toiselle pinnalle puhalletun ilman nopeudesta ja tilavuudesta.

Keksinnön mukainen menetelmä on erittäin sopiva myös märkien levymateriaalikaksoiskerrosten, esimerkiksi kahden tekstiilikangaskerroksen, vesipitoisuuden alentamiseen.

Tämä on erityisen tärkeää, koska esimerkiksi tekstiilikankaiden monikerroskäsittelyssä tämän keksinnön mukainen menetelmä tarjoaa monissa viimeistelyvaiheissa hyvin huomattavan säästön käsittelykustannuksissa. Ongelmat, joita esiintyy tavanomaisissa menetelmissä vesipitoisuuden alentamiseksi ennen kuivausta, tulevat vakavammiksi monikerroskäsittelyn ollessa kyseessä, sillä esimerkiksi telojen puristusvaikutus tulee heikompitehoiseksi ja monimutkaisemmaksi (telojen välissä vallitseva lineaarinen paine on pienempi kahden päällekkäisen enemmän tai vähemmän avoimen rakenteen kokoonpuristuvuuden vuoksi), ja nousee uusia ongelmia, esimerkiksi epätoivottavien kuvioiden muodostuminen (moareeilmiöt) ja kuitujen sotkeutuminen kahden kerroksen välillä, jos telojen väliset paineet ovat niin korkeita kuin niiden tulee olla, jotta päästäisiin ainakin lähelle yksikerroskäsittelyssä saavutettavia tehoja. Nämä tämän järjestelmän edut tulevat tietenkin vielä tärkeämmiksi, jos on käsiteltävä monikerrosmateriaalia, kuten 10-20 kerrosta esimerkiksi harsokangasta tai monia kerroksia levymateriaalia, jolla on alhainen fysikaalinen yhtenäisyys (kuten kuitukankaat tai paperi).

Vaaho voidaan saattaa tunkeutumaan levymateriaalin huokosiin ja poistaa sen jälkeen sieltä materiaalin poikki asetetun painegradientin vaikutuksesta.

Tämän keksinnön eräässä erityisessä suoritusmuodos-

sa voidaan käyttää levymateriaalin toisella puolella va-
kuumia, joka "vetää" vaahdon käsiteltävän ilmaa läpäisevän
levymateriaalin läpi.

5 Siksi keksintö sisältää menetelmän, joka sisältää
seuraavat vaiheet:

1. Vaahdon levitys käsiteltävän ilmaa läpäisevän
levymateriaalin toiselle puolelle, joka vaahto sisältää
ainetta, jolla on kyky alentaa nesteen pintajännitystä.

10 2. Vaahdon saattaminen imeytymään ilmaa läpäisevän
levymateriaalin rakenteeseen ja huokosiin muodostamalla
ilmaa läpäisevän levymateriaalin kahden pinnan välille
painegradientti, jossa paine on korkeampi sillä puolella,
jolle vaahto levitettiin, mikä saa vaahdon imeytymään mai-
nittuun ilmaa läpäisevään levymateriaaliin, käyttäen vaah-
15 don virtausta rajoittavaa ja tasoittavaa alustaa, jolla
on märkänä alempi ilman läpäisevyys kuin märällä ilmaa
läpäisevällä levymateriaalilla, läheisessä kosketuksessa
ilmaa läpäisevän levymateriaalin vaahdolla päällystämättö-
män pinnan kanssa, jolloin painegradientti on riittävän
20 suuri aiheuttamaan vaahdon tunkeutumisen sekä ilmaa läpäi-
sevän levymateriaalin että vaahdon virtausta rajoittavan
alustan läpi.

Ilmaa läpäiseviin levymateriaaleihin, joita voidaan
käsitellä tämän keksinnön mukaisesti, kuuluvat kudotut,
25 neulotut ja kuitukankaiset tekstiililevymateriaalit, pape-
ri arkinmuodostuksen eri vaiheissa (veden poisto, märän
arkin muodostuksen jälkeen tai muunlaisten vedenpoistokä-
sittelyjen jälkeen) ja irtonaisten kuitujen muodostamat
levyt (kuitumassa kudosten tai orientoitujen tai orientoi-
30 mattomien irtonaisten kuitujen muodostamien levyjen muo-
dossa, so. kerroksena, jonka paksuus on paljon pienempi
kuin leveys, samalla kun pituus on hyvin suuri verrattuna
leveyteen, kuten roovi, hahtuva, harstaamalla valmistetut
kudokset, jne.). Tekstiilikankaat voivat esiintyä yhtenä
35 tai useana kerroksena. Jopa 16 kerrosta on menestykselli-
sesti käsitelty tämän keksinnön mukaisella menetelmällä.
Toinen ilmaa läpäisevä levymateriaali, josta voidaan pois-

taa vettä kuvatulla menetelmällä, voi muodostua kerroksessa hiukkasmaista ainetta, jota kuljetetaan esimerkiksi huokoisella kuljetinhihnalla (vaahdon virtausta rajoittava alusta voi toimia tällaisena tai se voi kulkea huokoisella
5 päättymättömällä hihnalla).

Ilmaa läpäisevä levyateriaali voi olla ohutta, so. sillä voi olla pieni paksuus tai kolmiulotteista siinä mielessä, että se koostuu useammasta kuin yhdestä kerroksesta ohuehkoa materiaalia, kuten esimerkiksi harsoa.

10 Ilmaa läpäisevä levyateriaali voi olla kokoonpantua, so. se voi koostua rakenneosista tai sisältää rakenneosia, kuten kuituja tai hiukkasia tai kuitu- tai hiukkasryhmiä, joiden välissä on avoimia tiloja, joista käytetään tästedes nimitystä "huokoset". Nämä rakenneosat voivat olla sidottuina toisiinsa sideaineilla, vety- tai muin
15 ei-kovalenttisin sidoksin, kovalenttisin sidoksin, mekaanisen lomituksen tai sekoituksen kautta tai niiden ei välttämättä tarvitse olla yhdessäpidettyjä, erityisesti hiukkasmaisen aineen muodostamien levyjen tai kerrosten
20 ollessa kyseessä.

Ilmaa läpäisevä levyateriaali voi olla luonnon ainetta ja/tai synteettisiä polymeerejä. Levyateriaali voi tyypillisesti olla alle 30 mm paksua märkänä, mutta paksumpia levyjä voidaan käsitellä, jos ilmanläpäisevyys on
25 riittävä sallimaan vaahdon tunkeutumisen rakenteeseen koh- tuullisella nopeudella ja saatavissa olevan painegradientin vaikutuksesta.

Ilmaa läpäisevään levyateriaaliin levitettävä vaahto on edullisesti vesipohjaista, mutta se voi sisältää
30 haluttaessa muita nesteitä kuin vettä, esimerkiksi emulsion muodossa. Vaahto sisältää ainetta, jolla on kyky alentaa vaahtonesteen pintajännitystä ja mainitun nesteen ollessa vesi voi mainittu aine olla kationinen, anioninen, ioniton tai amfoteerinen pinta-aktiivinen aine (tensidi)
35 tai yksinkertaisesti aine, joka ei ole pinta-aktiivinen, mutta joka alentaa veden pintajännitystä siihen lisättyä, esimerkiksi alkoholi (mono- ja polyhydroksiyhdisteet),

amiini tai amidi. Tietyissä tapauksissa on toivottavaa poistaa tällaiset aineet veden poiston jälkeen, esimerkiksi kuivauksen aikana. Voidaan käyttää haihtuvaa ainetta, so. veden pintajännitystä alentavaa ainetta, jonka kiehumispiste on alempi kuin veden kiehumispiste tai lähellä sitä ja jonka vesihöyry kuljettaa pois; vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ainetta, joka hajoo lämpötilassa 50-100°C (esimerkiksi kuivauksen aikana) tai 100°C:n yläpuolella olevassa lämpötilassa, edullisesti ei korkeammalla kuin 200°C:ssa, kuivausvaiheen aikana tai sen jälkeen tehtävän lämpökäsittelyn aikana. Eri tyyppisten pintajännitystä alentavien aineiden seoksia voidaan tietenkin käyttää.

Tällaisia haihtuvia tai lämmön vaikutuksesta hajovia aineita käytetään tavallisesti vain viimeiseen vedenpoisto- tai pesuvaiheeseen, sillä välivaiheissa voi olla toivottavaa käyttää uudelleen ilmaa läpäisevästä levyateriaalista valutettu neste tai vaahto-nesteseos, esimerkiksi sellaisessa järjestelmämuodossa, jossa vähän likaantunut neste käytetään poistettaessa vettä levyateriaalista tai pestäessä levyateriaalia, joka sisältää suuremman pitoisuuden likaavia tai saastuttavia aineita, so. aineita, jotka tulee poistaa levyateriaalista (vastavirtapesuperiaate). Veden pintajännitystä alentavan aineen läsnäolo on näissä tapauksissa toivottavaa, koska uudelleenvaahdotus (osittainen tai täydellinen, so. vaahdosta, jolla on pienempi vaahdotussuhde tai suurelta osin ilmattomasta nesteestä) on välttämätöntä ja tulisi edullisesti saada aikaan lisäämättä ylimääräistä pinta-aktiivista ainetta.

Vahto voidaan tuottaa millä tahansa mukavalla tavalla; esimerkiksi staattisin järjestelmin, jotka sisältävät harvoja, jos ollenkaan, liikkuvia osia ja joissa vaahdotuotetaan pääosin puhaltamalla vaahdotettavaan nesteeseen pienten suuttimien kautta, jolloin veteen tulee pieniä kuplia ennalta määrättyssä ilma/nestesuhteessa tai dynaamisin järjestelmin, joissa ilmaa vatkataan nesteeseen erilaisin järjestelmin, joissa on liikkuvia osia, esimerkiksi pyöriviä levyjä (tavallisesti kehältään uritettuja)

akselille asennettuina, jolloin yksi näistä levyistä pyörii myötäpäivään, seuraava vastapäivään jne., tai muilla laitteilla, jotka pystyvät tuomaan ilmaa nesteeseen siten, että saadaan aikaan vaahtosolujen määrätty rakenne.

- 5 Vaahtosolujen koon tulisi edullisesti olla kohtalaisen yhtenäinen, so. hyvin suuria kuplia ei saisi olla läsnä pienisoluisessa vaahdossa, sillä tällainen heterogeeninen vaahto saattaa johtaa epäyhtenäisiin ja vaihteleviin tuloksiin. Yleisesti ilmaistuna vaahdossa esiintyvien
10 suurimpien solujen läpimitta ei saisi olla suurempi kuin ilmaa läpäisevään levymateriaaliin levitettävän vaahtokerroksen paksuus, edullisesti sen tulisi olla korkeintaan puolet kerroksen paksuudesta. Yhtenäisempiä tuloksia saavutetaan, jos solukoko ei ole suurempi kuin neljäsosa tai
15 edullisesti kymmenesosa levitettävän vaahtokerroksen paksuudesta.

- Aineiden, joilla on kyky alentaa nesteen pintajännitystä ennen vaahdotusta tai sen aikana, pitoisuus tulisi pitää pienimpänä mahdollisena soveltuvan vaahdotussuhteen
20 ja vaahdon stabiilisuuden saavuttamiseksi.

- Vaahdotussuhde on vaahdotuksen jälkeisen nesteen tilavuuden suhde vaahdotettavan nesteen tilavuuteen. Vaahdotussuhde 10:1 tarkoittaa siten sitä, että vaahdotetun nesteen tilavuus on 10 kertaa vaahdottamattoman nesteen
25 tilavuus. Vaahdotussuhteita 200:1 - 5:1 voidaan käyttää, mutta alue noin 150:1 - 10:1 tai edullisesti 100:1 - 15:1 on havaittu edullisimmaksi. Vaahdotussuhde ilmeisesti määrää levitettävän vaahtotilavuuden, jos annettu määrä nestettä on määrää käyttää vaahdon muodossa veden poistoon
30 ilmaa läpäisevästä levymateriaalista. Paksummat kerrokset, so. suuremmat vaahdotussuhteet ovat toivottavia, jos levymateriaalin paksuus vaihtelee sen rakenteen tai pintakuvion takia. Levymateriaalin, josta on tarkoitus poistaa vettä tai joka on tarkoitus käsitellä, kaikkien pintakohoumien tulisi upota vaahtokerrokseen yhtenäisten vedenpoistovaikutusten aikaansaamiseksi, ja paksumpia vaahtokerroksia voidaan käyttää, jos levymateriaalin suurimman

ja pienimmän paksuuden välillä on huomattavaa vaihtelua.

Keksinnön eräässä suoritusmuodossa käsiteltävään levymateriaaliin levitettävä vaahto saatetaan tunkeutumaan rakenteeseen ja rakenneosien välisiin huokosiin ja niiden läpi muodostamalla painegradientti pinnan, jolle vaahto levitettiin ja sen vastapuolen välille, jolloin paine on korkeampi vaahtolla päällystetyllä puolella. Paine, joka suunnataan levymateriaalin vaahtoa kantavalta pinnalta tai vastapuolelle kohdistettu alipaine tai molemmat pakottavat vaahdon liikkumaan suurin piirtein suorassa kulmassa levymateriaalin tasoon nähden.

Alipaineen käytöllä on tiettyjä etuja paineen käyttöön nähden. Se on helpompi suunnata hyvin tarkkarajaiselle alueelle vaahdon sijaintipaikan vastapuolelle, vakuumin muodostuslaitteet (esimerkiksi vakuuminirako) voivat olla suorassa kosketuksessa alustaan, jolloin ei esiinny energiahukkaa, sillä alipaine vaikuttaa pääasiallisesti vain levymateriaaliin/alustaan ja levymateriaalilla olevaan vaahtoon ja ulkopuolelta tapahtuu vain vähän tai ei ollenkaan ilman vuotoa.

Vaahtoon kohdistettu ilman paine on puolestaan paljon vaikeampi suunnata yksinomaan vaahtolle ja levymateriaalin läpi (jonkin verran ilmaa leviää aina sen tosiasian takia, että suuttimen tulee olla vaahtokerroksen pinnan yläpuolella). Vaahto tulee todennäköisesti puhalletuksi pois levymateriaalin pinnassa eikä sen läpi samasta syystä. Lämpäisyn jälkeen poistuvan vaahdon/nesteen poisto, kerääminen ja valutus on paljon vaikeampaa käytettäessä painetta. Alipaineen toinen tärkeä etu painegradientin muodostajana on se tosiasia, että vakuuminirako stabiloi levymateriaalin liikkumista pitämällä sitä paikallaan sen sijaan, että saisi sen värähtelemään, kuten voimakas ilmavirta tekee. Näistä ja muista syistä, kuten vaahdon murtumisen ja vaahdotusasteen, joka on tuotettavissa vakuumilla, muttei (ainakaan samassa määrin) ilman paineella, voimakkaan alenemisen takia sekä valutetun nesteen/vaahdon yksinkertaisen kierrätyksen vuoksi on ilmaa läpäisevän

levymateriaalin vaahtoa kantamattomalle puolelle suunnatun alipaineen käyttö edullinen menetelmä painegradientin muodostamiseksi ja vaahton saattamiseksi tunkeutumaan levymateriaaliin ja sen läpi.

5 Levymateriaalin virtaussuuntaan nähden alapuoliselta pinnalta ulos tuleva vaahto ei ole samanlaista kuin vaahto levityshetkellä, koska sen vaahtotussuhde esimerkiksi alenee ilmaa läpäisevästä levymateriaalista poistettavan veden vaikutuksesta. Vaahton ominaisuuksista riippuen se voi aleta myös läpäisyprosessin vaikutuksesta. 10 Sitä voidaan alentaa edelleen (mikä on monissa tapauksissa toivottavaa) säätämällä vaahton stabiilisuus mahdollisimman pieneksi ottaen huomioon vaahton romahtaminen vaahton muodostuksen, vaahton levittämisen levylle ja tunkeutumisen alkamisajan välillä. 15 Tunkeutuminen huokoisten alustojen läpi voi myös vaikuttaa vaahtosolujen kokoon ja vaahtosolujen kokojakautumaan, so. pienimpien ja suurimpien solujen kokoeroon. Materiaali ja aineet, joita vaahto poistaa levymateriaalista, voivat myös vaikuttaa levymateriaalista ulos tulevan nesteen tai vaahton tai vaahto-nesteseoksen ominaisuuksiin. Yleisesti ottaen on edullista, 20 että vakuumiraossa vaahtotussuhde on alhainen tai vaahtoa ei esiinny juuri ollenkaan, ainakin silloin, kun neste on tarkoitus hävittää. Mutta vaikka se kierrätettäisiin, voi prosessi olla paremmin valvottavissa, jossa valutettu 25 vaahto tai vaahto-nesteseos vaahtotetaan uudelleen ennalta määrättyyn vaahtotussuhteeseen.

 Toisissa tapauksissa voi olla toivottavaa valuttaa neste pois pääosin vaahton muodossa, so. sekoittaa levymateriaalista poistettu vesi materiaalin läpi tunkeutuvaan 30 vaahtoon. Tällaisissa tapauksissa levitettävän vaahton stabiilisuus ja vaahtotussuhde (jota alentaa levystä poistettava neste) voidaan säätää sopivaksi, so. vaahton stabiilisuutta lisätään ja vaahtotussuhde pidetään edullisesti sellaisena, että vaahto voidaan levittää uudelleen ha- 35 luttaessa ilman uudelleenvaahtotusta. Monissa tapauksissa voi olla toivottavaa alentaa vaahtotussuhde lähes nolleen,

so. käyttää olosuhteita ja laitteita, joissa järjestelmästä poistuu nestettä, joka sisältää vähän ilmaa tai ei sisällä sitä ollenkaan. Tässä tapauksessa alennetaan alkupe-
räistä vaahdon stabiilisuutta.

5 Tämän keksinnön eräässä toisessa suoritusmuodossa voidaan sijoittaa vaahdon virtausta rajoittava alusta ilmaa läpäisevää levymateriaalia vasten tukemaan sitä vaah-
tokäsittelyn aikana. Vaahdon virtausta rajoittava alusta
10 sijoitetaan edullisesti vasten ilmaa läpäisevän levymate-
riaalin sitä pintaa, joka on sen pinnan, jolle vaahto le-
vitetään, vastapuolella. Vaihtoehtoisessa suoritusmuodossa
vaahdon virtausta rajoittava alusta voidaan kuitenkin si-
joittaa ilmaa läpäisevän levymateriaalin sille puolelle,
jolle vaahto levitetään.

15 Käytetäänpä mitä tahansa suoritusmuotoa, jossa käy-
tetään vaahdon virtausta rajoittavaa alustaa, on se edul-
lisesti levymateriaali, jolla on seuraavat nopeuteen vai-
kuttavat ominaisuudet:

20 1. Sen takaaminen, että ilma, neste ja vaahto lä-
päisevät suurin piirtein yhtenäisesti huokokset siinä mie-
lessä, että nämä huokokset ovat tasaisesti jakautuneina
alustan pinnalle ja että huokosten suurin läpimitta tai
poikkileikkaus on ennalta määrättävissä eikä mitään suu-
ruusluokkaa; jos huokoskoko ei ole geometrisesti määritet-
25 tävissä, kuten esimerkiksi kuitukankaan ollessa kyseessä,
voivat ilman- ja vaahdonläpäisevyyden määrätä suuri määrä
pieniä huokosia eikä suhteellisen pieni määrä suuria huo-
kosia.

30 2. Sen takaaminen, että alustamateriaalin ilmanlä-
päisevyys on korkeintaan yhtä suuri kuin käsiteltävän il-
maa läpäisevän levymateriaalin ja edullisesti vähintään
10 % pienempi kuin ilmaa läpäisevän levymateriaalin ilman-
läpäisevyys.

35 3. Sen takaaminen, että näiden huokosten suurin
läpimitta on edullisesti korkeintaan 10 μm ja edullisemmin
ei suurempi kuin 30 μm .

Suurimman huokoskoon yhtenäisyys vaahdon virtausta

rajoittavassa alustassa ei johda vain levymateriaalin ja mainitun alustan läpi tapahtuvan vaahdon virtauksen rajoittumiseen, vaan myös tasoittumiseen.

Alusta voi olla kudottu kangas tai kuitukangas.

- 5 Kankaan rakenteen tulisi olla riittävän luja, jotta huokosominaisuudet säilyvät käytössä.

Tähän on tavallisesti helpompi päästä, kun kyseessä ovat tasomaisemmat, so. vähemmän kolmiulotteiset rakenteet kuin esimerkiksi neulotut rakenteet, jota eivät ole vain
10 avoimempia, vaan pyrkivät myös vääristymään (joidenkin huokosten tullessa suuremmiksi) jännityksen alaisina. Tästä syystä havaittiin neulotut kankaat huonommin soveltuviksi ellei toisiinsa nähden lomittain olevien lankojen ja kuitujen muodostamaa rakennetta stabiloida riittävästi
15 estämällä kuitujen ja lankojen liikkuminen toisiinsa nähden (tällainen estäminen voi olla hyödyllistä tai jopa välttämätöntä myös heikkorakenteisten kudottujen kankaiden tai kuitukankaiden ollessa kyseessä) ja ilmanläpäisevyyttä ja suurinta huokoskokoa saada pidetyksi edellä ja jäljempänä määritellyllä tasolla.
20

Huokoset tai aukot, joiden kautta painegradientti saattaa vaahdon läpäisemään ilmaa läpäisevän levymateriaalin ja vaahdon virtausta rajoittavan alustan, voivat olla suurin piirtein pyöreitä tai neliömäisiä, kuten suodatin-
25 kankaassa, jossa huokosten koon ja muodon määrää lankojen leikkauskohtien välinen tyhjä tila (langan ollessa hyvin tiivistä) tai ne voivat olla muodoltaan pitkulaisia, so. ne voivat olla yksittäisten, suhteellisen samansuuntaisesti olevien kuitujen, kuten kuitujen, jotka muodostavat
30 langan, jossa on suhteellisen pieni määrä kierteitä tuumaa kohden, muodostamia. On havaittu, että kudotut kankaat, jotka ainakin toiseen suuntaan koostuvat langasta, jolla on hyvin alhainen kierretekiä (so. harvoja kierteitä tai ei yhtään kierrettä tuumaa kohden), ja jossa kuidut (edullisesti filamenttikuidut) alhaisen kierretekiän ansiosta
35 ovat järjestäytyneinä suurin piirtein samansuuntaisesti toisiinsa nähden ja samoin alhaisen kierretekiän ansiosta

muodostavat ennemminkin suurin piirtein kaksiulotteisen nauhan tai kolmiulotteisen langan, jonka poikkileikkaus on enemmän tai vähemmän pyöreä, ovat erityisen hyvin soveltuvia kudottujen kankaiden joukossa. Suodatinkankaat, so. kankaat, joissa on hyvin tiukkaan kudottu rakenne ja tiiviit langat, ovat soveltuvia tällaisten kankaiden hyvin täsmällisen suurimman huokoskoon ja kulutuskestävyyden ansiosta. Vaikka huokoskoon määrää suodatinkankaiden ollessa kyseessä langan leikkauskohtien välinen tyhjä tila, so. langan läpimitta, langan rakenne ja kankaan rakenne, määrää se mainitun muun tyyppisen kudoksen ollessa kyseessä nauhamaisten harvakierteisten tai kierteettömien lankojen suurin piirtein yhdensuuntaisten filamenttien välinen etäisyys.

Monissa tapauksissa voidaan muita kudottuja kankaita, so. kankaita, jotka sisältävät joko harvakierteisiä tai kierteettömiä lankoja tai suodatinkangaslankoja, käyttää sillä edellytyksellä, että niiden ilmanläpäisevyys on korkeintaan yhtä suuri, edullisesti vähintään 10 % pienempi kuin levymateriaalin, josta vesi on määrä poistaa, ilmanläpäisevyys, ja sillä edellytyksellä, että suurimmat huokoskoot ovat alle 50, edullisesti alle 30 μm . Selluloosa-, selluloosasekoite- tai synteettiset kankaat ovat näissä olosuhteissa antaneet riittäviä vedenpoistotehoja.

Synteettisistä filamenttilangoista valmistetut suodatinkankaat, joiden silmäkoko on korkeintaan 50, edullisesti korkeintaan 30 μm , ovat soveltuvia hyvien vedenpoistotehojen saavuttamiseen. Jos vaahdon virtauksen rajoittamiseen käytetään paikallaan olevia suodatinlevyjä, saavutetaan parhaat tulokset, jos suurin huokosläpimitta on 40 μm , edullisesti 30 μm . Ilmanläpäisevyyksillä korkeintaan 4 000, edullisesti korkeintaan 2 500 l/m²/s saadaan aikaan hyväksyttäviä tuloksia suodatinkankaiden ollessa kyseessä.

Kun kyseessä ovat kudotut kankaat, jotka koostuvat langoista ja kuiduista, joilla ei saada aikaan kangasrakenteita, joiden huokoisuusominaisuudet ovat yhtä tarkasti

määrättyjä kuin suodatinkankaiden, on ilmanläpäisevyyden havaittu olevan paras arvosteluperuste. Kudottujen kankaiden ilmanläpäisevyyden tulisi olla (mitattuna märkänä ainakin silloin, jos läsnä on vedessä turpoavia kuituja)

- 5 korkeintaan 250, edullisesti korkeintaan 200 l/m²/s (mitattuna 20 cm korkean vesipatsaan painoa vastaavassa paineessa). Kudotuilla kankailla, joiden ilmanläpäisevyys on 100 l/m²/s tai jopa 10 l/m²/s, on saatu erinomaisia tuloksia.

- 10 Vaahdon virtausta rajoittavana alustana käytettävillä kuitukangasrakenteilla, joiden suurin ilmanläpäisevyys on korkeintaan 2 000, edullisesti korkeintaan 1 000 l/m²/s, saadaan hyväksyttäviä vedenpoistotehoja. On edullista, että kankaan kuitujen tulisi olla sopivalla etäisyydellä toisistaan, huokosten (so. kuitujen välisen avoimen tilan) tulisi olla jakautuneena kankaalle riittävän yhtenäisesti ja kuitujen välisten rakojen, jotka määräävät huokoskoon, muodon tulisi olla riittävän pysyvä (so. se ei muutu - huokosten kokoon ja yhtenäisyyteen vaikuttaen -
- 15 painegradientin ja/tai varsinaisen käytön vaikutuksesta).
- 20

- Huokosten alustan pinnalla jakautumisen ja suurimman huokosläpimitan yhtenäisyys on tärkeää, koska vaahdon virtausta rajoittavan alustan tehtävänä ei ole ainoastaan rajoittaa vaahdon virtausta saattamalla vaahto virtaamaan
- 25 läpi lukuisten huokosten, joilla on suhteellisen yhtenäinen huokosläpimita, vaan myös tasoittaa levymateriaalin läpi pakotettava vaahtotilavuus koko levyn pinnalle ja alustalle painegradientin avulla siinä mielessä, että vaahtokerroksen 1. paksuus pienenee tasaisesti ilmaa läpäisevän levymateriaalin pinnan alueella, so. että vaahtokerroksen nollapaksuus saavutetaan suurin piirtein samanaikaisesti koko levymateriaalin pinnan alueella. Jos vaahto tunkeutuisi joillakin pinnan alueilla huomattavasti nopeammin kuin toisilla, tulisi vedenpoistovaikutuksista
- 30 epäyhtenäisiä, koska vaahdon ja ilman erilaisten läpivirtausominaisuuksien takia alueet, joilla vaahtokerroksen nollapaksuus saavutetaan ensin toimisivat ohituskanavina,
- 35

so. muilla alueilla jäljellä oleva vaahto läpäisisi hitaammin tai epätäydellisesti haitaten siten veden poistoa levymateriaalista noilla alueilla.

5 Vaahdon virtausta rajoittavan alustan tehtävänä on siten sekä kanavoida tasaisesti vaahdon virtausta että taata se, että painegradientti, vaahdon virtaus levymateriaalin läpi ja siten vedenpoistovaikutus on yhtenäinen ilmaa läpäisevän levymateriaalin pinnan yli, vaikka jälkimmäisellä rakenteensa tai muotonsa takia olisi epäyhtenäiset ilman- tai vaahdonläpäisyominaisuudet.

10 Vaahdon virtausta rajoittava alusta voi olla läheisessä kosketuksessa levymateriaaliin, jolle tehdään vedenpoisto, so. levymateriaaliin jaalustanvälillä ei saisi olla avointa tilaa tai aukkoa lukuun ottamatta avointa tilaa, jonka määrää näiden kahden levyn pintakuviointi, 15 niin ollen painegradientin tulisi vaikuttaa molempien levyjen läpi ilman, että merkittäviä määriä ilmaa tulisi näiden kahden levyn reunojen välistä alipaineen ollessa kyseessä tai ilmaa karkaisi levyjen välistä ilman paineen 20 muodostaessa painegradientin.

Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa ilmaa läpäisevä levymateriaali, jolle vaahtokerros levitetään, liikkuu läheisessä kosketuksessa vaahdon virtausta rajoittavaan alustaan, joka siten kuljettaa levymateriaalia esimerkiksi yli vakuumirakojen, jotka muodostavat painegradientin, joka vetää ilmaa läpäisevän levymateriaalin päällä olevan vaahdon sen ja sen alla olevan alustan läpi. 25

Tällä järjestelmällä ei ole ainoastaan sitä etua, että ilmaa läpäisevää levymateriaalia, jolla on vähän tai 30 ei ollenkaan omaa mekaanista lujuutta, voidaan käsitellä helposti, vaan myös se etu, että herkkää levymateriaalia (so. materiaalia, joka on herkkää vaurioitumaan kitkan vaikutuksesta) ei saateta hankautumaan tai sen ei anneta hankautua paikallaan olevia pintoja, kuten vakuumiraon 35 reunoja, vasten. Samanaikaisesti järjestelmä on hyvin monikäyttöinen siinä mielessä, että parhaat mahdolliset vedenpoistovaikutukset voidaan saavuttaa rakenteeltaan, muo-

doltaan, ilman läpäisevyydeltään ja kooltaan hyvin vaihteleville levymateriaaleille yksinkertaisesti käyttämällä soveltuvaa vaahdon virtausta rajoittavaa alustaa, levittämällä soveltuvaa vaahtoa ja säätämällä, mikäli välttämätöntä, painegradienttia.

Vaahdon virtausta rajoittavat alustat voivat koostua luonnon tai synteettisistä kuiduista, seoksista tai epäorgaanisesta aineesta, kuten lasi- tai metallikuiduista tai ohuista metallilangoista (vanunkiverkko) sillä edellytyksellä, että alustan ilmanläpäisevyys on pienempi kuin levyn, josta vettä poistetaan ja sen suurin huokoskoko (silmäkkoko) on korkeintaan 100 μm , edullisesti pienempi kuin 50 μm tai jopa pienempi kuin 30 μm . Rei'itettyä metallia, rei'itettyä muovilevymateriaalia tai kudotun materiaalin muodostamia verkkoja voidaan käyttää sillä edellytyksellä, että edellä esitetyt vaatimukset täytetään.

Tällaiset alustat voivat olla järjestettyinä päättymättömien hihnojen tai pyörivien verkkojen muotoon. Myös paikallaan olevia suodatinlevyjä voidaan käyttää, jos ne täyttävät suurinta huokoskokoa koskevat vaatimukset, mutta kitka, jonka levymateriaalin liike kehittää levymateriaalin ja suodatinlevyn välille ja jota painegradientti suurentaa, voi olla haitallinen. Vaahdon virtausta rajoittavan alustan ilmanläpäisevyyden tulisi olla, kuten edellä mainittiin, pienempi kuin määrän levymateriaalin, jolle vedenpoisto tehdään, ilmanläpäisevyys (vedessä turpoavista kuiduista koostuvien tai sellaisia sisältävien alustojen ollessa kyseessä ilmanläpäisevyys tulisi määrittää märkänä).

Alustat, joiden ilmanläpäisevyys on hyvin paljon pienempi kuin levymateriaalin, jolle vedenpoisto tehdään, voivat antaa hyvin hyviä vedenpoistotuloksia; itse asiassa useimmiten tietyn tyyppisellä alustalla vedenpoistoteho parani (so. jäännösvesipitoisuus aleni) alustan ilmanläpäisevyyden laskiessa, kuten taulukosta 1 ilmenee.

Ei ole tietenkään mahdollista asettaa vastaavuussuhteeseen kangastyyppejä, jotka eroavat pohjimmiltaan

toisistaan vaahdon virtausta rajoittavien ominaispiirteidensä suhteen, esimerkiksi suodatinkankaita (joissa lankojen läpimitat ja niiden etäisyys määräävät huokokset) kudottujen kankaiden kanssa, joissa esimerkiksi harvakier-
 5 teisen filamenttikuitumateriaalin, joka on järjestäytyneenä nauhamaisesti, tyhjä tila määrää ilman ja vaahdon virtausominaisuudet tai kuitukangasrakenteiden kanssa, joissa kuitujen ja kuitujen leikkauskohtien orientoituminen, välimatka ja muoto määrää huokoskoon. Lisäksi ei vain ilman-
 10 läpäisevyys, vaan jopa suuremmassa määrin huokoskoko voi vaikuttaa vedenpoistoasteeseen annetussa levymateriaalissa.

Suodatinkankaiden (polyesteri-, polyamidi- tai muita synteettisiä kuituja) ollessa kyseessä, joissa ilman
 15 ja vaahdon virtausominaisuuksia samoin kuin huoskokoko määrää miltei yksinomaan käytettyjen lankojen läpimitta ja siten seulakoko, vedenpoistokyky on hyvin läheisesti riippuvainen silmäkoosta ja pienemmässä määrin ilmanläpäisevyydestä, kuten taulukosta 1 ilmenee.

20

Taulukko 1

	Suodatinkangas n:o						
	31	32	46	39	44	37	41
25 Jäännösvesi vedenpoiston jälkeen (% kan- kaan painosta)	130	140	170	180	185	195	195
30 Silmäkoko Silmäluku Langan läpimitta (cm) Avoin pinta-ala (%)	25	26	100	58	80	53	80
	184,5	165,7	58,5	110,5	74,5	120	81,1
	0,030	0,035	0,070	0,033	0,054	0,030	0,043
	19	17 $\frac{3}{4}$	3,5	40	35,75	41	42,5
35 Ilmanläpäise- vyys (l/m ² /s)	2100	1250	4400	4450	4400	5050	6000
Veden- läpäisevyys (l/m ² /s)	485	265	780	---	770	850	950

Taulukossa 1 esitetyt tiedot osoittavat, että suodatinkankaista ne, joiden silmäkoko on suurempi kuin 30 poistavat huomattavasti vähemmän vettä kuin kankaat, joiden silmäkoko on alle 30. Kankaat, joilla on pienin silmäkoko, olivat myös niitä, joilla oli pienimmät ilman- ja vedenläpäisevyydet, suurin silmäluku ja pienin avoin pinta-ala.

Tällainen vastaavuussuhde suodatinkankaiden ja suodatinlevyn vedenpoistotehon, silmäkoon, ilmanläpäisevyyden ja silmäluvun ja avoimen pinta-alan välillä havaittiin hyvin erilaisilla ilmaa läpäiseville levymateriaaleilla pehmopaperista kuitukankaisiin, puuvillapopliinin ja 8-16 kerrokseen puuvillaharsoa. Korkeintaan 30 μm :n silmäkoon lisäksi, silmäluku yli 100, edullisesti yli 150 ja avoin pinta-ala alle noin 25, edullisesti alle 20 %, sekä ilmanläpäisevyys alle 3 000 $\text{l/m}^2/\text{s}$ (litraa neliömetriä kohden sekunnissa) ovat tekijöitä, jotka takaavat hyvän vedenpoistotehon.

Tietyissä tapauksissa voidaan joutua tietenkin tekemään kompromissi vedenpoistoteho/(ilmanläpäisevyys tai avoin pinta-ala)-suhteen suhteen, esimerkiksi jos levymateriaali liikkuu hyvin nopeasti, jos se sisältää hyvin suuria määriä vettä tai jos jostakin muusta syystä vaahdon virtausta rajoittavan alustan suuri läpäisevyys on toivottava.

Voidaan esimerkiksi pitää edullisempänä käyttää avoimempaa suodatinkangasrakennetta ainakin esipesuvaiheissa korkean läpivirtausnopeuden saavuttamiseksi.

Kudottujen kankaiden, joiden ominaispiirteet eivät ole yhtä tarkoin määriteltynä kuin suodatinkankaiden, huokoskoko voidaan määrittää yhtä hyvin tai paremmin kuitujen välisen etäisyyden kuin lankojen leikkauskohtien etäisyyden avulla. Mutta myös rakenteeltaan hyvin erilaisten kankaiden joukossa antavat rakenteet, joiden ilmanläpäisevyys on pienin, parhaat vedenpoistotehot, kuten taulukossa 2 esitetään.

Taulukko 2

5	N:o	Kankaan rakenne	Kuitumateriaali, huomautuksia	Ilmanläpäisevyys (l/m ² /s)	Jäännösvesipitoisuus (%)
10	10	Joustokangas	Nailon, täytelanka, jolla on hyvin alhainen kierretekiä	10	95
15	3	Toimikas	Puuvilla	15	120
20	11	Palttinasidos	Polyamidilaskuvarjokangas, filamenttilankoja, hyvin kevyt kudos	200	130
25	13	Palttinasidos	Polyesteri, tapulikuitulanka	250	150
30	18	Popliinikangas	Puuvilla	280	175
35	14	Palttinasidos, samanlainen kuin n:o 13	Polyesteri	300	195
	5	Kuitukangas	Polyesteri	1200	160

* Kankaalle tehty vedenpoisto: Kuitukangas ilmasekoitettua.

Koska on olemassa tuskin mitään menetelmiä rakenteeltaan, langan ominaisuuksiltaan ja langan muodoltaan hyvin erilaisten kankaiden "huokoskoon" määrittämiseksi saatikka sitten määrittämiseksi, on ilmanläpäisevyys (mitattuna
5 märkänä, jos läsnä on vedessä turpoavia kuituja) tarkoituksenmukaisin ja yleisesti käyttökelpoinen arvosteluperuste saavutettavissa olevan vedenpoistotehon suhteen.

Toinen menetelmä on nk. kuplapistetestti, jota suodatinkankaiden valmistajat käyttävät "nimellishuokoskoon" mää-
10 räämiseen.

Kudottujen kankaiden ollessa kyseessä saadaan esimerkiksi nimellishuokoskoolla (määritettynä kuplapistetestillä) korkeintaan 30, edullisesti korkeintaan 20, parhaat vedenpoistotehot, elleivät nämä kankaat ole suodatinkangas-
15 tyyppisiä.

Se on myös käyttökelpoinen mekaanisten tai muiden käsittelyjen (kuten kalanteroinnin ja kutistuksen), joita voidaan käyttää annetun kankaan vedenpoisto-ominaisuuksien parantamiseen, tehon arvioimiseen.

20 Kuitukankaita on käytetty keskinkertaisin tuloksin vedenpoistoon sillä edellytyksellä, että kuitujen muoto ja kuitujen leikkauskohdat on kiinnitetty hyvin asianmukaisesti sitomalla, jotta vältetään vääntymiset, jotka johtavat epätasaiseen huokoskokojakautumaan ja sillä edellytyksellä,
25 että kangas on yhtenäistä huokoskoon ja huokosten materiaaliin jakautumisen suhteen. Tällaisilla kuitukankailla, joita voidaan käyttää, saadaan keskinkertaisia vedenpoistotehoja, kuten taulukosta 2 ilmenee, sillä huokoskoon ollessa keskinkertainen voi ilmanläpäisevyys olla paljon suurempi
30 kuin tavanomaisilla kudotuilla kankailla (mutta tavallisesti alhaisempi kuin suodatinkankailla).

Tämän keksinnön edullisissa suoritusmuodoissa tulisi vaahdon ominaisuudet valita siten, että:

1. Ilmaa läpäisevän levymateriaalin pintaan levitettäv-
35 än vaahdon vaahdotusastetta 300:1 - 5:1 voidaan käyttää; parempia tuloksia voidaan saavuttaa, jos tämä alue on

150:1 - 15:1, alueen 80:1 - 20:1 ollessa edullisin alue useimpiin sovellutuksiin.

2. Levymateriaaliin levitettävän ja sen läpi tunkeutumaan saatettavan vaahdon tilavuuden tulisi olla sellainen, että laskettaessa vaahdotussuhde alunperin vaahdon
5 muodossa levitetyn nesteen painon mukaan ilmaa läpäisevästä levymateriaalista poistetun tämän vaahdon ja nesteen vaahdotussuhde on 10-80 %, edullisesti 30-60 % pienempi kuin alunperin levitetyn vaahdon vaahdotussuhde. On tietenkin
10 toivottavaa käyttää vedenpoistoon niin vähän nestettä kuin mahdollista. Riippuen levymateriaalin, jolle vedenpoisto tehdään, ominaisuuksista (pinnan tasaisuus, paksuus, avoimuus, poistettavan veden määrä, läpäisyyn käytettävissä oleva aika, saatavissa oleva painegradientti) voi korkea, keskinkertainen tai alhainen vaahdotussuhde olla edullisempi.
15

3. Jotta saataisiin hyviä vedenpoistotehoja lisättyjen ja järjestelmässä olevien vaahtotilavuuksien ollessa pieniä tulisi vaahdon stabiilisuudet, lisätyt vaahtotilavuudet, levitetyn vaahdon vaahdotusasteet ja painegradientit samoin kuin vaahdon virtausta rajoittavan alustan ominaisuudet valita siten, että vaahdon virtausta rajoittavasta alustasta ulos tulevan vaahto-nesteseoksen todellinen vaahdotussuhde on alle 50 %, edullisesti alle 20 % ilmaa läpäisevän materiaalin pintaan alun perin levitetyn vaahdon
25 vaahdotussuhteesta.

Vaikka kohdassa 2 määritelty vaahdotusasteen muutos voi olla laskennallinen, on tässä kohdassa määritelty muutos todellinen, so. se tulee määrittää mittaamalla vaahto-nesteseoksen tilavuus ja paino ennen läpäisyä ja sen jälkeen.

30 Tätä todellisen vaahdotussuhteen alenemista voidaan lisätä käyttämällä vaahtoa, jolla suhteellisen pieni stabiilisuus, suhteellisen alhaisia vaahdotussuhdetta ja painegradientteja sekä sellaisia vaahdon virtausta rajoittavia olosuhteita, jotka johtavat suhteellisen korkeaan vaahdon
35 murtumisasteeseen.

4. Jos vielä alhaisempi vaahdotussuhde tai käytännöllisesti katsoen vaahdottomuus on toivottavaa järjestelmän ulosmenopuolella, voidaan vaahdotussuhdetta vielä alentaa johtamalla vaahto-nesteseos painegradientin, edullisesti alipaineen, vaikuttaessa putken läpi, joka on varustettu ainakin yhdellä kavennusosalla, jossa on ainakin yksi osa, jossa putken poikkileikkaus kapenee äkkinäisesti vähintään 5 %, edullisesti 25 %. Kartiomaaisia osia suurin piirtein sisältämättömät kavennusosat, so. osat, joissa poikkileikkaus pienenee melko äkkinäisesti, ovat edullisempi kuin pitkät supistusosat.

5. Hyvä vedenpoistoteho saavutetaan alentaen samalla vaahdotussuhteita, so. järjestelmästä poistuvan vaahdon tilavuutta, säätämällä ilmaa läpäisevään levymateriaaliin levitettävän vaahdon stabiilisuus sellaiselle tasolle, että levymateriaalin ja siihen liittyvän vaahdon virtausta rajoittavan alustan läpäisy sekä levymateriaalista käsittelyssä poistuvan nesteen aikaansaama laimennus alentavat tätä stabiilisuutta vaahdon puoliintumisaikana ilmaistuna vähintään 25 %, edullisesti vähintään 50 %. Tämä pätee erityisesti silloin, kun painegradientin muodostukseen käytetään alipainetta.

"Puoliintumisaika" käytettynä tässä hakemuksessa vaahdon yhteydessä tarkoittaa aikaa, jonka jälkeen dekantterilasiin 20°C:ssa laitetun vaahdon tilavuus on alentunut 50 %:iin alkuperäisestä tilavuudesta, jolloin siis puolet vaahdosta on painunut kasaan.

Osan vaahdon stabiilisuuden laskusta voi saada aikaan kulkeminen huokoisen levymateriaalin ja alustan läpi, kun taas osa vaahdon stabiilisuuden laskusta on määrän ilmaa läpäisevän levymateriaalin sisällä tapahtuvan laimennuksen ansiosta. Useimmissa tapauksissa on vaahdon stabiilisuuden aleneminen, riippumatta sen syystä, käyttökelpoinen arvosteluperuste käsittelyolosuhteiden, erityisesti alunperin levitetyn vaahdon stabiilisuuden, valinnalle. Stabiilisuutta ei määrää ainoastaan vaahdossa läsnä olevan pintajännitystä

alentavan aineen tyyppi ja pitoisuus, vaan myös vaahdotus-
suhde ja jossain määrin vaahtosolujen muoto ja koko, erityi-
sesti niiden maksimikoko. Tämä antaa monenlaisia mahdolli-
suuksia vaahdon formuloinnin ja sen optimoinnin suhteen mui-
5 den mainittujen arvosteluperusteiden näkökulmasta katsoen.

Painegradientin suuruusluokka riippuu käsittelyolo-
suhteista ja käsiteltävästä levymateriaalista (so. läpäisyy-
n käytettävissä olevasta ajasta; pinta-alaa kohden, esimerkik-
si neliösenttimetrille, levitettävän vaahdon tilavuudesta;
10 levymateriaalin rakenteesta, painosta, tiheydestä ja paksuu-
desta; sekä poistettavasta nestemäärästä). Käytännöllisesti
katsoen kaikki levymateriaalin pintaan levitetty vaahto tu-
lisi saada läpäisemään levymateriaali, edullisesti koko sen
paksuudelta.

15 Aika, jonka ilmaa läpäisevä levymateriaali, johon
vaahto on levitetty, pidetään painegradientin vaikutuksen
alaisena, on edullisesti sellainen, että suurin piirtein
kaikki levitetty vaahto saatetaan läpäisemään mainittu le-
vymateriaali. Jos jostakin syystä täytyy jättää jäljelle
20 vaahtokerros tai jos painegradientin vaikutus täytyy lopet-
taa ennen kuin kaikki vaahto on poistunut pinnalta, jolle
se on levitetty, voidaan jäljelle jäänyt vaahtokerros pois-
taa esimerkiksi kaapimalla tai imulla.

Vaahdon tunkeutuminen levymateriaalin läpi painegra-
dientin vaikutuksesta voi edetä yhdessä tai useammassa vai-
25 heessa, levittämällä vaahtoa yhden tai useamman kerran käsi-
teltävän levymateriaalin pintaan ja käyttämällä saman tai
eri tyyppistä ja saman tai eri suuruista vaahdon tunkeutu-
misen aiheuttavaa painegradienttia. Kuten edellä mainittiin,
30 on edullinen menetelmä läpäisyn aikaansaamiseksi alipaineen
suuntaaminen märkään ilmaa läpäisevään levymateriaaliin
vaahdon virtausta rajoittavan alustan läpi, joka on lähei-
sessä kosketuksessa mainittuun levymateriaaliin, joka vakuu-
min vaikutuksesta ja ilmaa läpäisevän levymateriaalin pin-
35 nalla olevan vaahtokerroksen ilmahuokosia tukkivan

vaikutuksen vuoksi joutuu vielä läheisempään kosketukseen mainitun alustan kanssa.

Vakuumi voidaan suunnata järjestelmään esimerkiksi kuljettamalla vaahdon virtausta rajoittava alusta ja sitä
5 vasten oleva ilmaa läpäisevä levymateriaali yli yhden tai usemman raon, kuten "vakuumiraon", joka koostuu suljetusta alueesta, joka on yhdistetty putkella tai kanavalla alipainepumppuun. Useita vakuumirakoja voi olla järjestettynä vaakatasoon, kaartuvalle pinnalle (edullisesti kuperalle)
10 tai pyörivään rumpuun ja levymateriaali ja sen alla oleva alusta liikkuvat edullisesti vaakasuoraan tai korkeintaan 90° :n kulmassa, edullisesti korkeintaan 60° :n kulmassa vaakatasoon nähden. Vaikka kaikkein edullisimmassa muodossa suunnataan painegradientti, erityisesti alipaine, vaahdon
15 virtausta rajoittavaan alustaan, jonka ilmanläpäisevyys on pienempi ja edullisesti tasaisempi kuin ilmaa läpäisevän levymateriaalin ja tämän alustan läpi ilmaa läpäisevään levymateriaaliin, voidaan haluttaessa levittää vaahto vaahdon virtausta rajoittavaan alustaan, joka liikkuu (edullisesti
20 samalla nopeudella) läheisessä kosketuksessa märkään ilmaa läpäisevään levymateriaaliin ja suunnata painegradientti, erityisesti alipaine, siten että vaahto saatetaan läpäisemään alusta ja sitten sen alla oleva levymateriaali veden poistamiseksi jälkimmäisestä. Tätä muotoa, joka on vaihtoehtona edulliselle muodolle, jossa vaahto levitetään ilmaa
25 läpäisevään levymateriaaliin, voidaan tietyissä tapauksissa käyttää myös jäljempänä kuvattavaan pesusovellutukseen, ainakin joissakin in-line-vedenpoistovaihesarjan vaiheissa. Vedenpoistotehot ovat kuitenkin heikompia kuin ne, joita
30 saadaan aikaan levittämällä vaahto ilmaa läpäisevään levyyn.

Tämän keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää myös aineiden poistoon ilmaa läpäisevästä levymateriaalista. Tällaisia aineita voivat olla kemialliset aineet, hiukkasmainen aine, nesteet, kiinteät aineet tai tällaisten tuotteiden seokset koostumukseltaan määrittämättömät epäpuhtaudet mukaan luettuina. Näissä tapauksissa levymateriaalin

pintaan levitetty vaahto (tai alustan) toimii pesevänä vä-
liaineena, joka poistaa epätoivottavia aineita ja samalla
vettä levymateriaalista, niin että samoissa tai erilaisis-
sa olosuhteissa tehtävä toinen vaihe on tehokkaampi aineiden
5 poistovaikutuksen suhteen. Ilmaa läpäisevä levymateriaali
voi olla kuiva kun vaahto saatetaan läpäisemään se ensim-
mäisen kerran aineiden poistamiseksi tai se voi olla märkä,
kuten vedenpoiston ollessa kyseessä. Levitettävä vaahto voi
sisältää pinta-aktiivisia aineita, jotka ovat erityisen hy-
10 vin soveltuvia läsnä olevien epätoivottavien aineiden pois-
toon ja/tai se voi sisältää aineita, joilla on kyky neutra-
loida, emulgoida tai dispergoida levymateriaalissa olevia
epätoivottavia aineita.

Kuten vedenpoistonkin kyseessä ollen, voidaan tehdä
15 useita keksinnön mukaisia käsittelyjä samassa tai eri muo-
dossa ja samanlaisissa tai erilaisissa olosuhteissa käytet-
tävän vaahdon tyyppin, koostumuksen ja ominaisuuksien, käy-
tettävän painegradientin jne. suhteen. Jotta saataisiin
aikaan parhaat mahdolliset puhdistustehot, on tärkeää toi-
20 mia vedenpoistosovellutuksen yhteydessä kuvatuissa olosuh-
teissa, jotka takaavat hyvät vedenpoistotehot.

Keksinnön lisäpiirteinä on aineiden, jotka ovat vuo-
rovaikutuksessa ilmaa läpäisevän levymateriaalin tai sen
sisältämän materiaalin kanssa, sisällyttäminen vaahtoon.
25 "Olla vuorovaikutuksessa" tarkoittaa reagoimista kemialli-
sesti mainitun materiaalin tai sen aineosien kanssa, kova-
lanttisten tai ei-kovalenttisten sidosten (kuten vety- tai
Van der Waals -sidosten) muodostamista tai yksinkertaisesti
aineita, jotka on tarkoitus lisätä mainitun levymateriaalin
30 huokosiin.

Tällaiset vuorovaikutuskäsittelyt voidaan tehdä it-
senäisesti tai yhdistettyinä aineidenpoisto- ja vedenpoisto-
käsittelyihin.

Vaahto voidaan levittää kuivaan ilmaa läpäisevään
35 levymateriaaliin, erityisesti vaahto voidaan pakottaa kui-
vaan ilmaa läpäisevään levymateriaaliin sisäisen rajapinnan

muodostamiseksi olosuhteissa (erityisesti sen suhteen, miten alusta absorboi vaahtosolut muodostavaa nestettä), jotka tekevät mahdolliseksi vaahton kuljetuksen alustan läpi. Tämä on erityisen edullista sellaisissa tapauksissa, joissa

5 (i) tulee estää vaahton kokoonpainuminen, jonka aiheuttaa ilmaa läpäisevän levymateriaalin veden adsorbointi (so. jos jälkimmäisen vesipitoisuus on epätoivottavien aineiden poistamisen tai aineiden lisäämisen ollessa kyseessä suhteellisen alhainen (jolloin vedenpoisto on siis välttämätöntä vasta aineiden poiston tai lisäyksen jälkeen));

10 (ii) jos muista syistä pienen vesimäärän on tarkoitus jäädä ilmaa läpäisevään levymateriaaliin;

(iii) jos vuorovaikutuksen ilmaa läpäisevän levymateriaalin kanssa halutaan tapahtuvan sen rakenteessa, so.

15 jos vuorovaikutuksen on määrä tapahtua sisäisissä huokosissa (ja haluttaessa myös pinnan rajapinnalla), voidaan vaahto pakottaa kuivaan ilmaa läpäisevään levymateriaaliin sisäisen rajapinnan muodostamiseksi olosuhteissa (erityisesti sen suhteen, miten alusta adsorboi vaahtosolut muodostavaa nestettä), jotka tekevät mahdolliseksi vaahton kuljetuksen alustan läpi.

20

Näissä olosuhteissa siten levitetty vaahto voi sisältää aineita, joilla on kyky saada aikaan haluttu vuorovaikutus tai jos tällaiset aineet lisätään myöhemmin, vuorovaikutus tapahtuu pinnan, johon tällaiset aineet levitetään, lisäksi myös sisäisesti kaikilla rajapinnoilla, joita voi muodostua. Vaahton kuljetusolosuhteet määritetään ja saavutetaan saattamalla paksuudeltaan yhtenäinen vaahtokerros tunkeutumaan ilmaa läpäisevään levymateriaaliin painegradientin

25

30 vaikutuksesta ja antamalla painegradientin vaikuttaa levymateriaaliin vain niin kauan, kunnes ensimmäiset vaahtosolut ilmestyvät levymateriaalin vastapuolelle.

Vaahton virtausta rajoittava alusta voidaan puhdistaa läpäisevän vaahton ilmaa läpäisevästä levymateriaalista

35 tuomista tai vaahton jo levityshetkellä sisältämistä hiukasmaisista tai kuitumaisista jätteistä kääntämällä

virtaussuunta (käyttämällä vaahtoa, vettä, veden suihkutusta tai alustaa vasten puhallettua ilmaa), kun alusta on erotettu ilmaa läpäisevästä levymateriaalista.

Vettä, vaahtoa tai ilmaa puristetaan siten alustan
5 läpi siltä puolelta, joka ei ole ollut kosketuksessa levymateriaaliin, so. sieltä, missä paine on ollut alempi tämän keksinnön mukaisen käsittelyn aikana. Jos vettä/liukoista materiaalia on poistettava ajoittain tai jokaisen vaahdon läpäisysyklin jälkeen, voidaan pesu tehdä joko kääntämällä
10 virtaussuunta tai käyttämällä samaa suuntaa kuin ennenkin. Jos jätteen aiheuttama likaantuminen tai tukkeutuminen on hyvin vakavaa, voidaan käyttää eri vaahdon virtausta rajoittavia alustoja sarjassa, so. siirtää ilmaa läpäisevä levymateriaali alustalta toiselle vaahdon läpäisyn sisältävien käsittelyjen välillä.
15

Seuraavassa kuvataan vain esimerkinomaisesti menetelmiä keksinnön toteuttamiseksi.

Seuraavat tiedot osoittavat tämän keksinnön mukaisen menetelmän voimakkaat suotuisat vaikutukset.

20 Esimerkeissä käytetään seuraavia selityksiä ja lyhen- teitä.

FFCS: Vaahdon virtausta rajoittava alusta

APSM: Ilmaa läpäisevä levymateriaali

MEF (APSM)

25 Imupaperi (APSM)

Pehmopaperi (APSM)

Harso (APSM) kahdeksan kerrosta sideharsoa, valkaisu-
tua ja puhdistettua,...

Popliinikangas (APSM)

30 Vaahtoformulat ja määritelmät ("vaahto")

Puhallussuhde: vaahdotetun nesteen tilavuuden suhde
nesteen tilavuuteen ennen vaahdotusta.

Formula: vaahdotettavassa nesteessä läsnä olevat
aineet

35 Formula A: 2 g/l ionitonta pinta-aktiivista ainetta
(Sandozin NIT conc, Sandoz)

Formula B: 1 g/l samaa ionitonta pinta-aktiivista ainetta

Formula C: 0,2 g/l samaa pinta-aktiivista ainetta

5 Vaahdon tilavuus: APSM:n pintaan levitetyn vaahdon tilavuus (ml) ennen painegradientin kohdistamista, tilavuuden yksikkönä ml/dm².

Vedenpoistoteho:

10 APSM:n käsittelyliuospitoisuus vaahdon levityksen, painegradientin, joka aiheuttaa vaahdon tunkeutumisen APSM:n ja FFCS:n läpi, muodostuksen ja APSM-näytteen painon määrittämisen tämän käsittelyn jälkeen ja sen vertaamisen ennen käsittelyä mitattuun painoon, jälkeen ilmaistuna % owf:ina (% kankaan painosta).

Esimerkki 1

15 Vaahdon läsnäolon vaikutus monikerrosalustoissa (kudottuja kankaita)

Kankaiden käsittely näissä kokeissa:

Kaksi tai useampia kerroksia päällekkäisiä mainittuja kankaita käsiteltiin märkinä (puhdas vesi) seuraavasti:

20 (a) Voimakas puristus telojen välisessä raossa, kaksi läpivientä, so. puristus toistetaan,

(b) sama, kevyt puristus, yksi tai kaksi läpivientä,

(c) Sama, mutta levitetään vaahtoa kangaskerroksiin (kerrosten väliin) ennen (b):n mukaista puristusta, vain
25 yksi läpivienti.

Aikaansaadut tehot ilmoitetaan grammoina kangasta plus jäännösvettä 100 cm² kohden.

30 Veden pintajännitystä alentavien aineiden läsnäolon on sinänsä havaittu parantavan tunnettujen mekaanisten vedenpoistojärjestelmien, kuten telapuristuksen, jne. tehoa, erityisesti jos vedenpoistokäsittelyn tulee olla lievä mekaanisen vaikutuksen, esimerkiksi levymateriaaliin kohdistettavan mekaanisen paineen, suhteen.

35 Tällaisten aineiden lisääminen vaahtokylpyyn alentaa kuitenkin edelleen jäännösvesipitoisuutta hyvin huomattavissa määrin, kuten seuraavasta taulukosta ilmenee.

Taulukko 3

Kuitukangas, 33,9 g/m² (2,15 oz/sq yard), 100 % raion

Näyte 1: kaksi kerrosta kuitukangasta puhtaalla vedellä kyllästettynä ja puristettuna varovasti mankelissa

5 Näyte 2: kyllästetty vedellä, joka sisältää veden pintajännitystä alentavaa ainetta, puristettu samassa mankelissa ja samalla tavalla kuin näyte 1

10 Näyte 3: sama käsittely kuin näytteelle 2, mutta vaahdotettua käsittelyainetta (sama koostumus kuin kyllästyskylvyllä) syötettiin kahden kuitukangaskerroksen väliin ennen puristusta.

	Jäännösvesipitoisuus
Näyte 1	200 %
Näyte 2 (0,25 % pinta-aktiivista ainetta)	130 %
15 Näyte 2 (0,02 % pinta-aktiivista ainetta)	180 %
Näyte 3 (0,25 % pinta-aktiivista ainetta)	110 %
Näyte 3 (0,01 % pinta-aktiivista ainetta)	160 %

20 Koska tietyissä tapauksissa on epätoivottavaa, että pinta-aktiivisia aineita jää levymateriaaliin kuivauksen jälkeen, on havaittu, että tällaisissa tapauksissa voidaan käyttää pinta-aktiivisia aineita, jotka hajoavat kuivauslämpötilan vaikutuksesta tai jotka kulkeutuvat pois haihtuvan veden mukana tai pinta-aktiivisia aineita, joiden haihtumislämpötila ei ole paljon korkeampi kuin vedellä.

Taulukko 4

		100%	100%	Puuvilla-
		puuvilla-	puuvilla-	harso
5		popliini	voile	(16 ker-
		(2 ker-	(2 ker-	rosta)
		rosta)	rosta)	
10				
	(a) Kova puristus	4,12 g	2,32 g	9,3 g
	2 läpivienttiä			
15	(b) Kevyt puristus	5,2 g	3,84 g	11,7 g
	1 läpivienti			
	(b) Kevyt puristus	5,12 g	3,85 g	11,62 g
	2 läpivienttiä			
20				
	(c) (b), käsittely	4,5 g	3,09 g	9,9 g
	vaahdolla,			
25	yksi käsittely (b)			

Näytteen, jolle oli tehty puristuskäsittely (b), käsittely (c), jota seurasi sama puristuskäsittely vaahtoliuoksen läsnä ollessa, johti siis huomattavasti alhaisempaan jäännösvesipitoisuuteen kuin joko käsittely (b) yksinään tai käsittelyn (b) toistaminen, so. vaahdon läsnäolo kankaissa puristuskäsittelyn aikana paransi puristuksen vaikutusta hyvin merkittävästi, vaikka vaahtokäsittely oli nostanut vesipitoisuuden suuremmaksi kuin kokeeseen käytetyllä määrällä materiaalilla muuten oli.

Esimerkki 2

Ilman läpivienti -käsittelyn vaikutus:

Kudottuja monikerrosalustoja

- Samat näytteet kuin taulukossa 3 käsiteltiin puris-
- 5 tuksen jälkeen puhaltamalla ilmaa suhteellisen hitaasti
- 10 sekunnin ajan päällekkäin olevien kankaiden toista puolta vasten.

Taulukko 5

5	Popliini- kangas (2 kerrosta)	Voile (2 ker- rosta)	Harso (16 ker- rosta)
10	(b) yksi läpivienti telojen välitse	5,2 g 3,88 g	11,72 g
15	(c) yksi läpivienti (b) puristuksen jälkeen käsittely ilmalla (huoneen lämpö- tila)	4,5 g 4,95 g	9,9 g 11,5 g
20	(b) puristuksen jälkeen käsittely 32°C ilmalla	4,8 g 3,3 g	11,5 g
25	(c) puristuksen jälkeen käsittely ilmalla (huoneen lämpö- tila)	4,38 g 2,84 g	10,05 g
30	(c) puristuksen jälkeen käsittely ilmalla (32°C)	4,28 g 2,42 g	9,94 g

Nämä tulokset osoittavat, että lyhyt käsittely il-
malla antaa yllättäviä tuloksia, vaikka ilma on huoneen läm-
pötilassa tai vain vähän sitä lämpimämpää - riippumatta läs-
nä olevien kerrosten lukumäärästä ja vaikka käytetään mel-
5 ko pieniä ilman nopeuksia.

Joissakin tapauksissa saavutetaan jopa näissä hyvin
lievissä olosuhteissa vesipitoisuuksia, jotka ovat verrat-
tavissa hyvin voimakkaalla puristuksella saataviin. Korkeam-
mat ilman lämpötilat, kuten 60-80°C ja jonkin verran suurem-
10 mat ilman nopeudet (kuitenkin selvästi pienemmät kuin ne
hyvin suuret nopeudet, joita käytetään suuttimissa tietty-
jen laitevalmistajien suositusten mukaan) antavat tietenkin
vielä parempia tuloksia jopa lyhyemmillä käsittelyajoilla.
Ilman lämpötilat 40-80°C ovat halvalla saatavissa kuivaus-
15 kehysten, kuivausuunien ja muiden lämpökäsittelylaitteiden
lämmön talteenottojärjestelmistä. Tällaisissa lämpötiloissa
olevalla ilmalla tai vedellä on tähän asti katsottu olevan
vähän käyttöä.

Esimerkki 3

20 Vaahdon läsnäolon vaikutus puristuksen vaikutukseen:
Monikerroksisia kuitukangasalustoja

Menettely

Kuitukangasalustat (raion, sekoitetut kuidut) kostu-
tettiin vesikylvyssä, joka sisälsi pieniä määriä (0,2 g/l)
25 ionitonta detergenttiä. Vertailunäyte A puristettiin kah-
teen kertaan voimakkaasti kaksinkerroin taitettuna mankelin
telojen välitse. Vertailunäyte A' puristettiin kevyesti
kaksinkerroin taitettuna mankelin läpi.

Näyte B₁ käsiteltiin aivan samoin kuin näytteet A,
30 mutta telapuristuksen jälkeen imettiin puristetun kankaan
läpi samaa käsittelyliuosta vaahdotettuna vakuumiraon avul-
la.

Myös näyte B₂ käsiteltiin, kuten näyte A, mutta koos-
tumukseltaan samanlaista käsittelyliuosta vaahdotettuna syö-
35 tettiin puristettujen kuitukankaiden kahden kerroksen vä-
liin, ennen kuin kaksinkertainen kangas syötettiin samaan

mankeliin kuin näyte A, so. mekaanisen käsittelyn (puristuksen) aikana määrät kuitukankaat sisälsivät ylimääräistä nestettä vaahdon muodossa.

Näyte B'₁ käsiteltiin aivan samoin kuin näyte A',
5 mutta kevyen puristuksen jälkeen vaahdotettua käsittelyliuosta imettiin kahden kerroksen läpi vakuumiraon avulla.

Näyte B'₂ käsiteltiin aivan samoin kuin näyte A',
mutta puristuksen jälkeen puristettujen kahden kuitukangas-
kerroksen väliin syötettiin vaahdotettua käsittelyliuosta,
10 ennen kuin vaahdolla täytetty kaksinkertainen kangas johdettiin samaan mankeliin kuin näyte A'.

Taulukko 6

5

Ilmakäsittely: 5 s, ilman lämpötila 42°C

	Näyte	Vaahdotus- suhde	Käsittely	Pidähtynyt vesi (% owf)	Vesipitoi- suus ilma- käsittelyn jälkeen (%)
10					
	A	-	kova puristus, 2 läpivienttiä	120 %	-
15	B ₁	30:1	sama, sitten vaahdotetun kylvyn läpi-imu	120 %	100 %
	B ₂	80:1	sama puristus kaksinkerroin taitettuna/ vaahdon lisäys väliin/ puristus kuten A:ssa	125 %	100 %
20	A'	-	kevyt puristus	230 %	-
	B' ₁	25:1	sama, sitten vaahdotetun kylvyn läpi-imu	135 %	110 %
25		50:1	sama	120 %	100 %
		70:1	sama	110 %	70 %
	B' ₂	25:1	sama puristus kaksinkerroin taitettuna/ vaahdon lisäys väliin/ puristus kuten A:ssa	120 %	110 %
30		50:1		110 %	100 %

Taulukko 6 osoittaa, että vaahdotetun käsittelykylvyn imeminen määrän materiaalin läpi voi alentaa vesipitoisuutta yli 50 % (vaikka vaahto itse asiassa tuo lisää vettä jo läsnä olevan veden lisäksi), ja että vaahdotetun käsittelykylvyn syöttäminen kahden määrän kankaan väliin myös
5 alentaa vesipitoisuutta, vaikka tällöinkin vaahdotettu käsittelyliuos itse asiassa suurentaa läsnä olevan veden kokonaismäärää. Taulukko osoittaa myös, että hyvin lyhyt käsittely alhaisessa lämpötilassa olevalla ilmalla alentaa
10 edelleen merkittävästi vesipitoisuutta.

Menettelyn hyvin tärkeänä vaiheena on vaahdotetun nesteen sijoittaminen määrän ilmaa läpäisevän levymateriaalin kerrosten väliin ja vaahdon saattaminen sitten tunkeutumaan levyrakenteeseen ja nesteen poistaminen johtamalla
15 vaahdotettua liuosta välissään sisältävät kerrokset painetelojen välitse, so. telojen, jotka pyörivät kosketuksessa toisiinsa säädettävän paineen alaisina.

Vaahdon levitys voi tapahtua tunnetuin menetelmin (terällä, telalla, hipaisupäällystyksellä, kourusta tai rei-
20 itetyistä putkista yksin- tai moninkertaiseen levymateriaaliin, kuten kankaisiin - kudottuihin, neulottuihin, kuitukankaisiin - paperiin, ilmaa läpäiseviin vaahtolevyihin jne.).

Vaahto voidaan levittää levymateriaalin toiselta puolelta, molemmilta puolilta tai kerrosten väliin. Vaahdotettu neste voi olla vesiliuosta, joka sisältää pieniä määriä vaahdotusaineita tai se voi sisältää sellaisia aineita kuin vaahdonstabiloijia, aineita, jotka alentavat vaahdon stabiilisuutta korotetuissa lämpötiloissa ja viimeistelyai-
25 neita. Se voidaan levittää kylmänä tai huoneen lämpötilaa korkeammassa lämpötilassa. Tietyissä tapauksissa voidaan
30 käyttää vedettömiä nesteitä.

Tunnettuja järjestelmiä, joilla on kyky poistaa vettä määrästä materiaalista, voidaan käyttää; sen lisäksi, et-
35 tä vaahdon levitys voidaan yhdistää läpäisyvaiheeseen, voidaan läpäisyprosessi yhdistää nesteenpoistoprosessiin.

Voidaan esimerkiksi levittää vaahtoa monikerroksisen levy-
 materiaalin kerrosten väliin (esimerkiksi 4 tai jopa 20
 kangaskerrosta, jolloin vaahto tavallisesti levitetään kes-
 kikerrosten väliin) ja johtaa sitten materiaali mankelin lä-
 5 pi, jolloin vaahto pakotetaan rakenteeseen ja poistetaan
 neste samassa käsittelyssä.

Esimerkki 4

Vaahdotetun kylvyn läsnäolon vaikutus vedenpoistoon
 (kuitukankaat)

10

Taulukko 7

	Näyte	Vaahdotus	Pidättynyt vesi (% owf)	Käsittely
15	A	-	110%	kova puristus
	B ₁	30 : 1	100%	sama, sitten vaahdon läpi-imu
20	B ₂	80 : 1	110%	kova puristus, vaahdon syöttö kaksinkerroin taitettuun levyyn, sama kova puristus
25	A'	-	230%	kevyt puristus
	B' ₁	25 : 1	100%	sama, vaahdon läpi-imu
		50 : 1	90%	
30		70 : 1	85%	
	B' ₂	25 : 1	110%	kevyt puristus, vaahdon syöttö kaksinkerroin taitettuun levyyn, sama kevyt puristus
		70 : 1	105%	
35				

Esimerkki 5

Vesi vastaan vaahto: Vesi APSM:n läpi imettynä vastaan sama tilavuus vettä imettynä APSM:n läpi vaahdotetussa muodossa.

5

Taulukko 8aVedenpoistoteho (% owf)

10	FPCS APSM	No. 10 harso (8)	No. 10 MEF	No. 10 imupaperi	No. 10 pehmopaperi
	Formula (1) veden imu läpi	(11) 115% (27) 115%	(11) 120% (118) 110%	(11) 120% (104) 200% * (118) 120%	
15	Sama, veden, (1):n imu läpi vaahtona (60:1)	(11) 90% (27) 90%	(11) 80% (118) 80%	(11) 95% (104) 150% * (118) 90%	(10) 78%
20	Voimakas puristus	(11) 110% (27) 110%	(11) 120% (118) 120%	-	(10) 138%

(1) Formula A

* 7 kerrosta, muut kokeet
yhdellä kerroksella

8b

Vedessä olevan pinta-aktiivisen aineen vaikutus

5

	FFCS APSM	No. 10 imupaperi	No. 10 MEF	No. 10 harso (8x)	No. 10 kuitukangas (2 kerrosta puuvillasidet- tä)
10	Pelkän veden imu läpi	(11) 160%	(11) 280%	(11) 130%	(15) 280%
15	Veden + pin- ta-akt. ai- neen (form.1) imu läpi	(11) 120%	(11) 110%	(11) 110%	(15) 340%
20	Formulan A imu läpi vaahdotet- tuna (60:1)	(11) 90%	(11) 80%	(11) 90%	(15) 135%

25

Esimerkki 6FFCS:n silmäkoon vaikutus (koe 109)

Tutkittiin erilaisten FFCS:ien silmäkoon vaikutusta erilaisilla alustoilla saatuihin vedenpoistotehoihin.

FFCS: Suodatinlevyt Buchner-suppiloissa FFCS-mallina

30

APSM: Imupaperi (numerot kokeen nroita)

Pehmopaperi

MEF

Jäännösvesipitoisuus

5	<u>Vaahto</u> Puhallussuhde 60:1 Formula A Vaahdon tilavuus: 300 ml/dm ²	Suodatinlevy I (silmäkoko 40-100 µm) FFCS:nä	Suodatinlevy II (silmäkoko 16-40 µm) FFCS:nä	Suodatinlevy III (silmäkoko 10-16 µm) FFCS:nä
10	MEF (109)	180 %	100 %	75 %
	Imupaperi (109)	115 %	95 %	85 %
	Pehmopaperi (109)	135 %	98 %	68 %
15	Harso (111)	120 %	90 %	79 %

Samat kokeet, FFCS nro 10 suodatinlevyjen I, II ja III päällä.

20		Suodatinlevy I	Suodatinlevy II	Suodatinlevy III
	MEF (109)	82 %	85 %	84 %
	Imupaperi (109)	98 %	95 %	100 %
25	Pehmopaperi (109)	80 %	85 %	85 %
	Harso (113)	90 %	86 %	86 %

APSM:n kanssa suorassa kosketuksessa oleva FFCS määrää pääasiallisesti vedenpoistotehon.

		Vesipitoisuus ennen vedenpoistoa
5	MEF	150 - 160 %
	Imupaperi	140 %
	Pehmopaperi	160 - 170 %
	Harso	130 - 150 %
10		Vesipitoisuus voimakkaan puristuksen jälkeen (12 läpivientiä)
	MEF	140 %
	Imupaperi	95 %
	Pehmopaperi	135 %
	Harso	105 %
15		

Esimerkki 7FFCS:n vaikutus

Vedenpoistoteho (% owf)

20	APSM	Kuitukangas ¹		M E F		Imupaperi		Pehmo- paperi		MEF
	Formula A									
	Vaahdotus- suhde 60 : 1									
25	FFCS	ei	No.10	ei	No.10	ei	No.10	ei	No.10	ei metalli- verkko
	Vedenpoisto- teho	190%	138%	195%	85%	115%	98%	135%	80%	24% 66%
30	Kokeilu	(15)	(15)	(120)	(120)	(109)	(109)	(109)	(109)	x x

¹ kaksi kerrosta sideharsoa

35 x dynaaminen koe (jatkuva käsittely)

Esimerkki 8

FFCS:n ilmanläpäisevyyden ja vedenpoistotehon välinen riippuvuus (koe 33)

APSM: MEF

5

Formula A

Puhallussuhde 65:1

10

8a) Suodatinkangas ZF

FFCS n:o Ilmanläpäisevyys Vedenpoistoteho

(l/m²/s)

(% owf)

32 1250

139 %

15

31 2100

138 %

46 4100

175 %

44 4400

185 %

37 5000

190 %

20

8b) Nytaal-suodatinkangas

56 50

73 %

25

55 300

96 %

54 850

110 %

53 1900

118 %

52 2050

130 %

30

51 2900

185 %

Yksifilamenttisuodatinkangas

	FFCS n:o	Ilmanläpäisevyys (l/m ² /s)	Vedenpoistoteho (% owf)
5	67	20	150 %
	66	50	184 %
	64	350	210 %
10	63	1100	225 %

Muut kankaat

	n:o		
15	10 Nailon	20	95 %
	3 Puuvilla	22	120 %
	11	188	128 %
20	13	220	150 %
	18	280	177 %
	14	300	195 %

Esimerkki 9

Silmäkoon/avoimen pinta-alan/ilmanläpäisevyyden ja vedenpoistotehon välinen suhde:
APSM = MEF, Formula A, puhallussuhde 60:1

FFCS N:o	Veden- poisto (jään- nösve- si-%)	Silmä- koko (μ m)	Silmä- luku/cm	Langan läpimitt (mm)	Avoim pinta- ala	Ilmanlä- päisevyys	Vedenlä- päisevyys	Kuplapiste "todellinen silmäkoko"
31	132	25	184,5	0,030	19	2100	485	-
32	142	26	165,7	0,035	17 3/4	1250	265	-
46	172	100	58,5	0,070	35	4100	690	-
44	185	80	74,5	0,054	35 3/4	4400	770	-
37	196	53	120,2	0,030	41	5050	850	-
56	73	5	101,0	2x0,045	1	50	9	-
55	97	10	190,0	0,042	3 1/2	300	80	-
54	117	15	204,1	0,034	9 1/2	840	50	-
53	119	25	182,0	0,030	20 3/4	1910	450	-
52	133	30	153,8	0,035	20 3/4	2050	470	-
51	184	53	72/104	2x0,043	21	2835	585	-
67		18				12	8	395
66		19				40	10	361
65		32				85	25	223
64		57				350	75	125
63		72				1100	230	97

Esimerkki 10Keskinäisen aseman vaikutus vedenpoistotehoon
(ilmanläpäisevyys APSM/FFCS)

- Sen tutkimiseksi, mikä vaikutus on APSM:n ja FFCS:n
- 5 ilmanläpäisevyyksien suhteella, käytettiin kolmea muissa kokeissa FFCS:nä käytettyä kangasta vaihtoehtoisesti APSM:inä ja FFCS:inä pareittain ja tehtiin vedenpoistokokeet vaahtoformulalla A (vaahdon tilavuus 300 ml/dm^2 , puhallussuhde 60:1).
- 10 Käytetyt kankaat:
 FFCS n:o 18, ilmanläpäisevyys $28 \text{ l/m}^2/\text{s}$
 FFCS n:o 3, ilmanläpäisevyys $4,4 \text{ l/m}^2/\text{s}$
 FFCS n:o 10, ilmanläpäisevyys $2,7 \text{ l/m}^2/\text{s}$
- 15 "Suhde" = $\frac{\text{APSM:n ilmanläpäisevyys}}{\text{FFCS:n ilmanläpäisevyys}}$
- Koe 10a: n:o 18 APSM:nä
 n:o 3 FFCS:nä
- Koe 10b: n:o 3 FFCS:nä
 n:o 18 APSM:nä
- 20 Koe 10c: n:o 18 APSM:nä
 n:o 10 FFCS:nä
- Koe 10d: n:o 10 APSM:nä
 n:o 18 FFCS:nä
- 25 Koe 10f: n:o 3 FFCS:nä
 n:o 10 FFCS:nä

Tulokset:

5	Suhde	Jäännösvesipitoisuus (% owf)					
		No. 18		No. 3		No. 10	
		APSM:nä	FFCS:nä	APSM:nä	FFCS:nä	APSM:nä	FFCS:nä
10 a	6,4	54 %	-	-	77 %		
10 b	0,16	-	62 %	76 %	-		
10 c	10,0	54 %	-			-	23 %
10 d	0,09	-	59,7%			24 %	-
10 e	0,6			-	73 %	21,5%	-
10 f	1,62			71 %	-	-	23,6 %

Tulokset osoittavat, että suhde, joka on suurempi kuin 1, pyrkii antamaan parempia tuloksia kuin keskinäinen
 20 asento, jossa APSM:n ilmanläpäisevyys on huomattavasti pienempi kuin FFCS:n.

Esimerkki 11Puhallussuhteen vaikutus vedenpoistotehoon11a: (9) FFCS: n:o 10

25

APSM: MEF

Formula A

Vaahdon tilavuus vakio, nesteen paino vaihteleva.
 Vaahdon tilavuus 300 ml/dm².

Puhal- 300 lussuhde	150	100	75	60	50	38	30
------------------------	-----	-----	----	----	----	----	----

5

Veden- 115 % poistoteho (a)	100 %	90 %	80 %	75 %	70 %	68 %	68 %
--------------------------------	-------	------	------	------	------	------	------

Veden- 95 % poistoteho (b)	85 %	68 %	67 %	65 %	63 %	63 %	62 %
-------------------------------	------	------	------	------	------	------	------

(a) lyhyt vakuumin vaikutusaika

(b) kaksinkertainen vakuumin vaikutusaika (a):han
nähdän

15

11b: (12) FFCS: n:o 10

APSM: MEF

Formula A

Vaahdon tilavuus vaihteleva, nesteen paino vakio
20 (1 g/dm²)

Puhallussuhde	450	400	300	200	50
Vedenpoistoteho	98%	90%	80%	82%	73%

25 11c: (10) FFCS: Silmäkoko 40-100,um

APSM: Pehmopaperi, imupaperi, formulat A ja C

Vaahdon tilavuus vakio, vaahdotetun nesteen paino
vaihteleva.

30	<u>Puhallussuhde 300</u>	75	50	30
	<u>Imupaperi</u>			
	Form.B	-	100%	102%
	Form.C	102%	102%	92%

35 Pehmopaperi

Form. B	75%	-	75%	-
Form. C	80%	-	-	78%

11d: FFCS: Silmäkoko 40 - 100

APSM: Harso (8x)

Formula A

5 Vaahdon tilavuus vakio (200 ml), nesteen paino vaihteleva.

Puhallussuhde 200 165 120 60 40 20

10 Nesteen paino 0,6g 1,2g 1,7g 3,4g 4,5g 9g

Vedenpoistoteho 135% 132% 136% 125% 116% 110%

15 Esimerkki 12

Vaahdon tilavuuden vaikutus

12(11) FFCS: n:o 10

APSM: Imupaperi

MEF

20 Harso

Formula A

Puhallussuhde 60:1

25

30

35

Vaahdon tilavuus (ml/dm ²)	Vedenpoistoteho (jäännösvesi, % owf)		
	Imupaperi	MEF	Harso
100	95 %	80 %	93 %
200	95 %	80 %	90 %
400	105 %	80 %	90 %
600	-	80 %	-
700	-	80 %	-

12b: (27) FFCS: n:o 10

APSM: Harso

Formula A

Puhallussuhde 65:1

5

	Vaahdon tilavuus (ml/dm ²)	Vedenpoistoteho (jäännösvesi, % owf)
10	100	92 %
	200	91 %
	300	90 %
	400	89 %
	500	95 %
15	50 ml vettä (vaahdottamaton)	113 %

12c: (118) FFCS: n:o 10

20

APSM: MEF

Imupaperi

Formula A

Puhallussuhde 60:1

	Vaahdon tilavuus (ml/dm ²)	100	200	400	600	700
25						

	Jäännösvesi (% owf)					
30						
	MEF	80%	80%	80%	80%	80%
	Imupaperi	93%	94%	105%		

Jäännösvesi puristuksen jälkeen

	MEF	110%
35	Imupaperi	120%

Esimerkki 13

Pinta-aktiivisen aineen pitoisuuden vaikutus (vaahdon stabiilisuus)

13a: (13) FFCS: n:o 10

5 APSM: Pehmopaperi (nenäliina)
Puhallussuhde: 50:1 - 70:1
Formulat A ja C

10	Vaahdon tilavuus (ml/dm ²)	100 ml Form.A	Form.C	200 ml Form.A	Form.C
	Jäännösvesi (% owf)	102%	96%	102%	96%

15

13b: (10) FFCS: n:o 10

APSM: Imupaperi
Pehmopaperi
20 Puhallussuhde: vaihteleva
Formulat A ja B

	Puhallussuhde	300 Form.B	Form.C	75 Form.B	Form.C	50 Form.B	Form.C	45-40 Form.B	Form.C
25	Jäännösvesi (% owf)								
	Imupaperi	-	102%	102%	100%	-	-	105%	72%
30	Pehmopaperi	72%	78%	-	-	72%	-	-	78%

13 c: (123) Vaahdon kokoonpainumisaika
(käytettäessä alipainetta ja ilman sitä)

5	Pinta-aktiivinen aine	Pitoisuus g/l	Vaahdon kokoonpainumisaika			
			alipaineessa		normaalipaineessa	
			s	min	s	min
10	Sandozin	15	-	15	-	> 60
	NIT	2	-	7	-	55
	(Sandoz)	1	-	9	-	52
		0,2	-	32	-	42
		0,1	45	-	-	30
15	Irgapodol FA (.....)	1	-	5	-	15
20	Irgapodol	1	105	-	-	40
	FC	0,1	42	-	-	30
	Gafac	1	-	7	-	40
	RA600	0,1	160	-	-	30
25	Sandopan	2	73	-	-	40
	DTC	1	62	-	-	50
		0,2	30	-	-	17
		0,1	32	-	-	25
30						

Esimerkki 14

FFCS:n alkuperäisen vesipitoisuuden vaikutus vedenpoistotehoon APSM:stä

14a: (103) FFCS: n:o 10

5

APSM: Harso

Formula A

Puhallussuhde: 60:1

FFCS:n vesipitoisuus

10 ennen vedenpoistoa 0 % 23 % 40 % 55 % 75 %

Vedenpoistoteho APSM:n

suhteen (jäännösvesi,

% owf)

110 % 105 % 103 % 102 % 100 %

15

14b:

FFCS: n:o 10

APSM: MEF

Formula A

Puhallussuhde: 60:1

20 FFCS:n vesipitoisuus

ennen vedenpoistoa 0 % 25 % 30 % 40 % 50 %

Vedenpoistoteho APSM:n

suhteen (jäännösvesi,

25 % owf)

108 % 110 % 102 % 105 % 106 %

 Vaahtopitoisuus FFCS:llä

(% owf) ennen vedenpoistoa 20 % 45 %

30 Vedenpoistoteho APSM:n

suhteen (jäännösvesipitoi-

suus, % owf)

100 % 105 %

Esimerkki 15

Vedessä turpoavan FFCS:n turpoamisen vaikutus
ilmanläpäisevyyteen

5

Ilmanläpäisevyys

FFCS n:o 3 (puuvilla)

kuiva 80-90*

märkeä 25-35*

Puu villapopliini

kuiva 760*

märkeä 440*

* $1/m^2/s$

10

Esimerkki 16

Vakuumin vaikutusajan vaikutus

FFCS: n:o 10

APSM: MEF

15

Formula A

Puhallussuhde: vaihteleva

20

Puhallus- suhde	150			60			25		
Vakuumin vaikutus	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Jäännös- vesi (%owf)	118	102	84	80	73	65	80	67	63

25

a : b : c = 1 : 2 : 4 vakuumin vaikutusaika

Esimerkki 17

30

(18a) Aineita sisältävän veden poisto

FFCS: n:o 56

APSM: Puuvillapopliini, merseeroimaton

Vaahdon puhallussuhde: 60:1

Formula A

35

Kangas kyllästettiin emäsluoksella, jolla on merse-
rointiin käytettävä väkevyys (266 g NaOH/l) ja sitten siitä

poistettiin vettä vaahdon avulla (imemällä kankaan läpi, FFCS n:o 56 vakuumiin ja APSM:n välillä) toistuvasti. Vaahdon tilavuus 200 ml/dm^2 , formula A, puhallussuhde 65:1. Kankaaseen ei levitetty huuhtelunestettä vaahdolla tehtävien vedenpoistokäsittelyjen välillä. Vaahdon lämpötila oli 20°C .

Tulokset:

Voimakkaasti turvonneen puuvillakankaan vesipitoisuus aleni 104 % owf:sta 81,9 % owf:iin, emäspitoisuus $0,5288 \text{ g/dm}^2$:sta, so. $52,88 \text{ g/m}^2$:sta (= 100 %) $0,1040 \text{ g/dm}^2$:iin, so. $10,4 \text{ g/m}^2$:iin (= 19,7 % alkuarvosta), joka vastaa NaOH-pitoisuutta 52,3 g/l.

Teollisuudessa emäspitoisuuden alentamista 266 g NaOH/l:sta 56 g NaOH/l:aan lukuisilla kylmä- ja lämminhuuhteluilla pidetään tyydyttävänä (tässä pitoisuudessa voidaan merseroitu puuvillakangas vapauttaa leveyttä säilyttävistä laitteista ottaen huomattava kutistumisriski). Viidellä vaahdon avulla tehtävällä vedenpoistokäsittelyllä (kylmänä) saatiin parempi emäksenpoisto.

17b

Merseroitu puuvillakangas (pesty, valkaistu popliini) kyllästettiin emäksellä (266 g NaOH/l) lisätyn määrän ollessa 101 % owf.

Kangas käsiteltiin sitten eri tavoin mahdollisimman suuren emäsmäärän poistamiseksi mahdollisimman pienellä huuhteluvesimäärällä.

Näytteelle 1 tehtiin vedenpoisto vaahdon avulla 1-5 kertaa (formula A, 300 ml/dm^2 kullakin kerralla, ei veden välilisäystä, puhallussuhde 65:1, FFCS n:o 56 - sama formula, sama veden paino).

Kaikki nämä käsittelyt tehtiin huoneen lämpötilassa.

Näyte 2 huuhdottiin 5 kertaa 200 ml :lla kylmää vettä/ dm^2 , so. yli 30 kertaa niin suurella painomäärällä kuin vaahdotetussa muodossa.

Näyte 3 käsiteltiin kuten näyte 2, mutta käytettiin 200 ml/dm^2 kuumaa vettä (72°C).

17c (124c)

Sama kangas ja sama emäskäsittely kuin esimerkissä 13b.
Vedenpoisto vaahdon avulla samoissa olosuhteissa kuin esimerkissä 13b.

5

		jäännösemäspitoisuus (% ennen vedenpoistoa läsnä olleesta emäsmäärästä	jäännösvesipitoisuus (% owf)	käytetty huuhteluveden kokonaistilavuus (l/kg kangasta)	
10	(a)	yksi vedenpoistokäsittely vaahdolla	49,1 %	87,9 %	2,53 l/kg
	(b)	kaksi vedenpoistokäsittelyä vaahdolla	29,0 %	78,5 %	5,30 l/kg
15	(c)	kolme vedenpoistokäsittelyä vaahdolla	18,3 %	74,8 %	8,1 l/kg
	(d)	yksi käsittely läpimetyllä vaahdottamattomalla vedellä (sama paino kuin (a):ssa)	49,0 %	97,0 %	2,94 l/kg
20	(e)	kolme käsittelyä läpimetyllä vaahdottamattomalla vedellä (sama paino kuin (c):ssä)	35,8 %	103 %	5,88 l/kg
25		kangas ennen vedenpoistoa	100 %	100 %	-

Esimerkki 18

Vedenpoisto kuitumassasta (puuvillaa, pesty ja val-

30 kaistu, sidevanulaatu) (15)

FFCS: n:o 10

Formula A

Puhallussuhde: 60:1

Vaahdon tilavuus: 300 ml/dm²

		<u>Jäännösvesipitoisuus (% owf)</u>	
		<u>yksi kerros puu-</u>	<u>kaksi kerrosta puu-</u>
		<u>villaa</u>	<u>villaa</u>
	pelkän veden imeminen		
5	läpi	180 %	275 %
	formulan A (vaahdot-		
	tamaton) imeminen läpi	165 %	335 %
10	formulan A imeminen		
	läpi vaahdotettuna	135 %	135 %

Esimerkki 19

15 Vedenpoisto nukkaneuloksesta (125)

19a:Vedenpoisto märästä froteepyyheliinakankaasta (puu-
villa, 521 g/m², pesty, valkaistu ja värjätty).Formula A, vaahdon puhallussuhde 60:1, 300 ml vaah-
20 toa/dm².

FFCS n:o 10: jäännösvesipitoisuus 125 %

FFCS n:o 56: jäännösvesipitoisuus 117,5 %

19b:25 Vedenpoisto märästä vakosametista (puuvilla, 347 g/m²,
pesty, valkaistu, värjätty)Formula B, vaahdon puhallussuhde 65:1, 300 ml/vaah-
toa/dm²Jäännösvesipitoisuus
(% owf)

30 Mankelointi

65 %

FFCS n:o 56

58,5 %

Esimerkki 20

Vakuumitiedot, vakuumin vaikutukset

20a:35 Vaahdon läpäisy aika erilaisten APSM:ien läpi
600 ml vaahtoa (formula A, puhallussuhde 65:1) imet-

tiin erilaisten ASPM:ien läpi. Läpäisyaika ja 6 erilaisen FFCS:n vaahdon läpäisyaika määritettiin (s).

		<u>FFCS</u>					
<u>APSM</u>		<u>n:o 37</u>	<u>n:o 11</u>	<u>n:o 31</u>	<u>n:o 3</u>	<u>n:o 46</u>	<u>n:o 10</u>
5	imupaperi	22	32	35	48	65	95
	pehmopaperi	23	24	23	29	28	108

Esimerkki 21

- 10 Vedenpoisto metalliverkon toimiessa kuljetinhihnana Kuitukankaalle (MEF), joka sisälsi noin 220 % vettä tehtiin (a) vedenpoisto alipaineen avulla kuljettamalla metalliverkolla (.... meshiä) vakuumiraon yli. Jotta saataisiin määritetyksi vaahdolla tehtävän vedenpoiston vaikutus (verrattuna vedenpoistoon tavanomaisesti vakuumin avulla)
- 15 ja FFCS:n vaikutus, tehtiin sama koe (b) ilman vaahtoa ja (c) vaahdolla ilman FFCS:ää.

		<u>Vesipitoisuus</u>
	MEF ennen vedenpoistoa	250 %
	MEF vakuumikäsiteltynä ilman vaahtoa	243 %
20	MEF vakuumikäsiteltynä vaahdolla*	
	FFCS:ää käyttäen	218 %
	MEF vakuumikäsiteltynä, vaahto* FFCS:llä	70 %
	* Puhallussuhde 35:1	

Esimerkki 22

- 25 Vaahdotussuhteen aleneminen vedenpoiston aikana
APSM: harso
FFCS: silmäkoko 40 - 100_{um}
22a:
- 30 Formula A
Puhallussuhde 40:1 ennen järjestelmän läpäisyä
Puhallussuhde 21:1 läpäisyn jälkeen
Vaahdon kestoikä ennen läpäisyä: 60 min
läpäisyn jälkeen: 25 min
- 35 Vedenpoistoteho: 80 % owf

22b:

Formula C

Puhallussuhde 40:1 ennen järjestelmän läpäisyä

- 5 Puhallussuhde miltei nolla läpäisyn jälkeen (vaahto
muuttunut vedeksi käytännöllisesti katsoen kokonaan)
Vedenpoistoteho: 73 % owf.

22c:

Formula C

Puhallussuhde 65:1 ennen läpäisyä

- 10 Puhallussuhde käytännöllisesti katsoen nolla läpäisyn
jälkeen
Vedenpoistoteho 106 %

22d:

- 15 Sama koe, mutta ilman APSM:ää (vaahto imettiin vain
FFCS:n läpi).

Puhallussuhde ennen FFCS:n
läpäisyä

Puhallussuhde läpäisyn
jälkeen

	86:1	77:1
20	66:1	58:1
	46:1	56:1
	neste	27:1

Esimerkki 23

- 25 MEF-kuitukankaasta (ilmanläpäisevyys $1200 \text{ l/m}^2/\text{s}$)
poistettiin vettä johtamalla se märkänä (vesipitoisuus
180-220 5 owf) kahden vakuumiraon yli. Kangas oli pronssi-
verkolla (ilmanläpäisevyys $5500 \text{ l/m}^2/\text{s}$). Jäännösvesipitoi-
suus oli käsittelyn jälkeen 65-70 % owf dynaamiseen kokeeseen
30 käytetyssä erässä. Nämä tulokset osoittavat, että vaikka
FFCS:n ilmanläpäisevyys olisi huomattavasti suurempi kuin
APSM:n voidaan saada erinomaisia tuloksia, jos edellinen on
asianmukaisesti valittu.

Esimerkki 24

- 35 Vertailu, jossa imetään APSM:n läpi vettä ja vaahtoa
(FFCS:n kanssa ja ilman sitä) sekä vaahdottamatonta vettä,

joka sisältää pinta-aktiivista ainetta, joka tuottaa vaahtoa APSM:ssä vakuumiin vaikuttaessa (FFCS:n kanssa ja ilman sitä) (koesarja 130-).

5	Koe n:o	Vesipitoisuus ennen käsittelyä	Käsittely	FFCS läsnä	Vesipitoisuus käsittelyn jälkeen
10	130.1a	210 %	imetään läpi 300 ml/dm ² kuten 130.1a	ei	184 %
	130.1b	212 %		on	73,5 %
15	130.2a	209 %	imetään läpi 10 ml/dm ² (vaahdottoman formula A) kuten 130.2a	ei	220 %
	130.2b	210 %		on	120 %
20	130.3a	196 %	imetään läpi 10 ml/dm ² puhdasta vettä sama kuin 130.3a	ei	220 %
	130.3b	205 %		on	128 %
25	130.4a	190 %	kohdistetaan pelkkä vakuumi märkään kudokseen sama kuin 130.4a	ei	180 %
	130.4b	209 %		on	129 %
30	130.5a	210 %	kudos kastetaan vaahdottomaan formulaan A, vakuumi-imu sama kuin 130.5b	ei	212 %
	130.5b	208 %		on	115 %
	-	210 %	voimakas puristuskäsittely	-	118 %

Huomautuksia:

- (1) Kokeet "a" verrattuna kokeisiin "b" osoittavat FFCS:n vaikutuksen.
- (2) Koe 130.1b osoittaa keksinnön mukaisen käsittelyn ylivoimaisen tehon muihin muunnoksiin nähden.

- 5
- (3) Kokeet 130.1a/1b osoittavat kokeisiin 130.2a - 130.3b verrattuna vaahdon ylivoimaisuuden vaahdottamattomiin formuloihin nähden.
- (4) Kokeet 130.4a/4b - 130.5a/5b osoittavat, että US-patenttijulkaisun 4 062 721 (Geyer) mukaisella menetelmällä ei saada oleellisesti erilaisia tuloksia kuin tavanomaisella vakuumpoistolla tai vedenpoistolla puristuksella.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä veden poistamiseksi ilmaa läpäisevää levymateriaalista ja sen puhdistamiseksi, joka levymateriaali sisältää vettä ja poistuvia aineita, jossa
5 menetelmässä mainitun materiaalin toista pintaa käsitellään nesteellä, joka sisältää ainetta, joilla on kyky alentaa mainitun nesteen pintajännitystä, jolloin mainittua nestettä levitetään levymateriaalin toiselle puolelle,
10 muodostetaan painegradientti mainitun materiaalin läpi, ja poistetaan vesi ja epäpuhtaudet materiaalin toiselta puolelta, t u n n e t t u siitä, että

(i) ennen nesteen levitystä, joka neste sisältää ainetta, jolla on kyky alentaa mainitun nesteen pintajännitystä, levymateriaalin mainitulle toiselle pinnalle,
15 tämä neste vaahdotetaan,

(ii) vaahdotettu neste levitetään levymateriaalin mainitulle toiselle pinnalle vaahtona, joka sitten pakotetaan painegradientin vaikutuksesta läpäisemään levymateriaalin huokoset, mikä saa aikaan veden ja poistettavien aineiden poistumisen käytännöllisesti katsoen kokonaan mainituista huokosista,

(iii) vaahdotetun nesteen levittämistä jatketaan, kunnes vaahdotettu neste on poistettu vaahtona materiaalin mainitulta toiselta puolelta.
25

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painegradientti muodostetaan mekaanisen telan avulla.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painegradientti muodostetaan kohdistamalla paine levymateriaalin sille puolelle, jolle vaahto levitetään.
30

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painegradientti muodostetaan kohdistamalla alipaine levymateriaalin sille puolelle,
35

joka on sen puolen vastapuolella, jolle vaahto levitetään.

5 5. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahto on vesipitoisen vaahdon muodossa.

6. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahto on vedetömän vaahdon muodossa.

10 7. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahto on emulsion muodossa.

15 8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahdon sisältämä pintajännitystä alentava aine hajooa lämpötilassa 50-200°C ja poistuu mahdollisen myöhemmän kuivauksen tai lämpökäsittelyn aikana.

9. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahtosolujen koko on käytännöllisesti katsoen yhtenäinen.

20 10. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahtosolujen maksimikoko on korkeintaan 1/4 ilmaa läpäisevän levymateriaalin paksuudesta.

25 11. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että levymateriaaliin levitettävän vaahdon vaahdotussuhde on 300:1-5:1.

30 12. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään vaahdon virtausta rajoittavaa alustaa, joka on sijoitettu vasten ilmaa läpäisevää levymateriaalia jälkimmäisen tukemiseksi vaahtokäsittelyn aikana.

35 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahdon virtausta rajoittava alusta on sijoitettu vasten ilmaa läpäisevän levymateriaalin sitä puolta, joka on sen puolen vastapuolella,

jolle vaahto levitetään.

14. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahdon virtausta rajoittava alusta on sijoitettu vasten ilmaa läpäisevän levymateriaalin sitä puolta, jolle vaahto levitetään.

15. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 12-14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahdon virtausta rajoittava alusta järjestetään liikkumaan ilmaa läpäisevän levymateriaalin mukana.

16. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahdon virtausta rajoittavan alustan huokosten tai aukkojen mitta on korkeintaan 50 µm.

17. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 12-16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahdon virtausta rajoittava alusta on kudottu kangas, kuitukangas tai verkko.

18. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 12-17 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahdon virtausta rajoittava alusta on kudottu kangas, jonka ilmanläpäisevyys on korkeintaan 250 l/m/m²/s, tai kuitukangasrakenne tai verkko, jonka ilmanläpäisevyys on korkeintaan 2000 l/m/m²/s.

19. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 12-18 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu alusta pidetään läheisessä kosketuksessa mainittuun levymateriaaliin koko vaahtokäsittelyn ajan.

20. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 12-19 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahto saateetaan läpäisemään levymateriaalin huokokset painegradientin avulla, joka painegradientti muodostetaan alipaineella, joka kohdistetaan ilmaa läpäisevän levymateriaalin sille puolelle, joka on sen puolen vastapuolella, jolle vaahto levitetään, jolloin alipaine saadaan aikaan johtamalla ilmaa läpäisevä materiaali yli yhden tai useamman vakuu-

miraon, joista kunkin muodostaa avoin putki tai kanava, joka on yhdistetty alipainepumppuun.

5 21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että useita vaakumirakoja on järjestetty tasoon, kaarevalle pinnalle tai pyörivään rumpuun.

10 22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että alustaa liikutetaan kulmassa, joka on korkeintaan 60° vaakatasoon nähden, alustan kulkiessa mainitun vakuumiraon yli.

15 23. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1-22 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ilmaa läpäisevä levymateriaali on märkä, kun vaahto ensimmäisen keran levitetään.

Patentkrav

1. Förfarande för urvattning och rening av ett för
luft genomträngligt skivmaterial, som innehåller vatten
5 och ämnen, som kan avlägsnas, vid vilket förfarande den
ena ytan av nämnda material behandlas med en vätska, vil-
ken innehåller ett ämne, som har förmåga att sänka nämnda
vätskans ytspänning, varvid nämnda vätska anbringas på den
ena sidan av skivmaterialet, en tryckgradient bildas genom
10 nämnda material, och vattnet och föroreningarna avlägsnas
från den andra sidan av materialet, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att

(i) före anbringandet av vätskan, vilken innehåller
ämnet, som har förmåga att sänka nämnda vätskans ytspän-
ning, på den nämnda ena ytan av skivmaterialet skummas
15 vätskan,

(ii) den skummade vätskan anbringas på den nämnda
ena ytan av skivmaterialet som skum, vilket sedan medelst
en tryckgradient bringas att tränga in i skivmaterialets
20 porer, vilket förorsakar, att vattnet och/eller de avlägs-
ningsbara ämnena praktiskt taget fullständigt avlägsnas ur
nämnda porer,

(iii) anbringandet av den skummade vätskan fort-
sätts, tills den skummade vätskan som skum avlägsnats från
25 den nämnda andra sidan av materialet.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att tryckgradienten bildas medelst
en mekanisk vals.

3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
30 t e c k n a t därav, att tryckgradienten bildas genom
anbringande av tryck på den sida av skivmaterialet, som
skummet anbringas på.

4. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 3,
k ä n n e t e c k n a t därav, att tryckgradienten bil-
35 das genom etablerande av ett vakuum på den sida av skiv-

materiallet, som ligger motsatt den skummet anbringas på.

5. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att skummet föreligger i form av ett vattenhaltigt skum.

5 6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t därav, att skummet föreligger i form av ett vattenfritt skum.

10 7. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att skummet föreligger i form av en emulsion.

15 8. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att ämnet, som sänker ytspänning, sönderfaller vid en temperatur av 50-200°C och avlägsnas under en eventuellt efterkommande tork- eller värmebehandling.

9. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att storleken av skumcellerna är praktiskt taget enhetlig.

20 10. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att maximcellstorleken hos skummet är högst 1/4 av tjockleken på de för luft genomträngliga skivmateriallet.

25 11. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att skumningsgraden hos skummet, som skall anbringas på skivmateriallet, är 300:1 - 5:1.

30 12. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t därav, att man använder ett skumflödet spärrande underlag, som placerats tätt intill det för luft genomträngliga skivmateriallet för uppbärande av detsamma under skumbehandlingen.

35 13. Förfarande enligt patentkravet 12, k ä n n e t e c k n a t därav, att det skumflödet spärrande underlaget placerats tätt intill det för luft genomträngliga skivmateriallet på den sida, som ligger motsatt sidan, som

skummet anbringas på.

14. Förfarande enligt patentkravet 12, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att det skumflödet spärrande under-
laget placerats tätt intill det för luft genomträngliga
5 skivmaterialet på den sida, som skummet anbringas på.

15. Förfarande enligt något av patentkraven 12-14,
k ä n n e t e c k n a t därav, att det skumflödet spär-
rande underlaget anordnats att röra sig med det för luft
genomträngliga skivmaterialet.

10 16. Förfarande enligt patentkravet 12, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att storleken på porerna eller öpp-
ningarna i det skumflödet spärrande underlaget är högst 50
µm.

15 17. Förfarande enligt något av patentkraven 12-16,
k ä n n e t e c k n a t därav, att det skumflödet spär-
rande underlaget är ett vävt tyg, ett fibertyg eller ett
masknät.

20 18. Förfarande enligt något av patentkraven 12-17,
k ä n n e t e c k n a t därav, att skumflödet spärrande
underlaget är ett vävt tyg med en lufgenomsläpplighet av
högst 250 l/m/m²/s, eller en fibertygstruktur eller ett
masknät med en luftgenomsläpplighet av högst 2000 l/m/
m²/s.

25 19. Förfarande enligt något av patentkraven 12-18,
k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda underlag hålls
i omedelbar kontakt med skivmaterialet under hela behand-
lingen med skum.

30 20. Förfarande enligt något av patentkraven 12-19,
k ä n n e t e c k n a t därav, att skummet bringas att
genomtränga porerna i skivmaterialet medelst en tryckgra-
dient, varvid tryckgradienten bildas medelst ett vakuum,
som etableras på den sida av det för luft genomträngliga
skivmaterialet, som ligger motsatt sidan, som skummet an-
bringas på, varvid vakuumet etableras genom ledande av det
35 för luft genomträngliga materialet över en eller flera

sugspringor, varvid varje sugspringa bildas av ett öppet rör eller en öppen kanal, som är förenad med en vakuum-pump.

5 21. Förfarande enligt patentkravet 20, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att ett flertal sugspringor anord-
nats i ett plan, i en böjd yta eller inne i en roterande
trumma.

10 22. Förfarande enligt patentkravet 21, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att underlaget bringas att röra sig
i en vinkel av högst 60° i förhållande till horisontal-
planet vid passerandet av sugspringan.

15 23. Förfarande enligt något av patentkraven 1-22,
k ä n n e t e c k n a t därav, att det för luft genom-
trängliga skivmaterialet är vått, då skummet anbringas
första gången.