



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) **NO**

(11) **170096**

(13) **B**

(51) Int Cl⁵ D 21 H 21/10, 17/55, 17/56, 17/66, 17/68

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	884868	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	16.02.88, PCT/SE88/00063
(22) Inng. dag	01.11.88	(85) Videreføringsdag	01.11.88
(24) Løpedag	16.02.88	(30) Prioritet	03.03.87, SE, 8700891
(41) Alm. tilgj.	01.11.88		25.03.87, SE, 8701252
(44) Utlegningsdato	01.06.92		

(71) Patentsøker	Eka Nobel AB, S-445 01 Surte, SE
(72) Oppfinner	Hans Erik Johansson, Kungälv, SE
(74) Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse** Fremgangsmåte ved fremstilling av papir.

(56) **Anførte publikasjoner** Int. (WO) patentsøknad, publ.nr 86/05826, Europeisk (EP) patentsøknad, publ.nr 145686, Britisk (GB) patentsøknad, publ.nr 2015614, USA (US) patent nr. 4643801.

(57) **Sammendrag** Papir fremstilles ved å danne og avvanne en suspensjon av papirfremstillingsfibre på en wire. Formasjon og avvanning finner sted i nærvær av et kationisk polymert syntetisk retensjonsmiddel, fortrinnsvis et kationisk polyakrylamid, et anionisk uorganisk kolloid og en polyaluminiumforbindelse. Fremgangsmåten utføres med en masse som har en pH over 5 og fører til forbedret avvanning og forbedret retensjon av fine fibre og eventuelle fyllstoffer.

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte av den art som er angitt i krav 1's ingress ved fremstilling av papir under anvendelse av et forbedret retensjons-og avvannings-system. Mere spesielt vedrører oppfinnelsen anvendelse av en
5 kombinasjon av et kationisk polymert retensjonsmiddel, et anionisk uorganisk kolloid og en polyaluminiumforbindelse som retensjons- og avvanningssystem ved papirfremstilling.

Det er tidligere kjent å anvende kombinasjoner av kationiske-
10 retensjonsmidler og uorganiske kolloider som retensjons- og avvanningsmidler ved fremstilling av papiret. Europeisk patentsøknad nr. 0218674 viser anvendelse av polyakrylamid i kombinasjon med anioniske silikasoler som bindemidler og retensjonsmidler. Det er også tidligere kjent å anvende
15 polymere kationiske retensjonsmidler i kombinasjon med polyaluminiumforbindelser og dette er vist i britisk patent nr. 2.015.614.

Effekten av en silikasol på eksempelvis kationisk stivelse
20 med hensyn til retensjon- og avvanning av fibre er vesentlig bedre enn effekten som erholdes ved polyaluminiumforbindelser og kationisk stivelse. Det er antatt at en av grunnene for dette er at de uorganiske, anioniske kolloider har meget sterkere ladning enn polyaluminiumforbindelsene som har en
25 kompleks sammensetning. Det er antatt at de kolloidiale partikler med sin sterke ladninger danner en fornetting av de polymere retensjonsmidler. Det er ytterligere kjent fra US patent 4.643.801 å anvende en kombinasjon av kationisk stivelse, en anionisk silikasol og en anionisk polymer med høy
30 molekylvekt, spesielt et anionisk polyakrylamid, som bindemiddel ved papirfremstilling. De tre bestanddeler i systemet i henhold til det nevnte US patent kan anvendes med ytterligere aluminiumforbindelser, så som alun, natriumaluminat eller polyhydroksyaluminiumklorid.

35

I henhold til foreliggende oppfinnelse er det funnet at retensjons- og avvanningseffekten ved papirfremstilling forbedres hvis en polyaluminiumforbindelse anvendes i

kombinasjon med et organisk, syntetisk, polymert kationisk retensjonsmiddel og et anionisk uorganisk kolloid. Da avvanningseffekten forøkes kan papirmaskinhastigheten forøkes og ytterligere vil mindre vann måtte tørkes bort i papir-
5 maskinens tørkeparti.

Foreliggende oppfinnelse vedrører således en fremgangsmåte ved fremstilling av papir ved å danne å avvanne en suspensjon av papirfremstillingsfibre og eventuelt fyllstoffer på en wire
10 hvorved forming og avvanning finner sted ved en pH over 5 og i nærvær av et anionisk uorganisk kolloid, en polyaluminiumforbindelse og et kationisk, syntetisk polymert retensjonsmiddel som er et kationisk polyakrylamid eller et polyetylenimin. Fremgangsmåten er særpreget ved det som er angitt i
15 krav 1's karakteriserende del, ytterligere trekk fremgår av kravene 2-10.

De tre komponenter kan tilsettes papirmassen i en hvilken som helst rekkefølge. Den beste effekt oppnåes hvis polyaluminiumforbindelsen tilsettes massen først og deretter etterfulgt av
20 tilsetning av det kationiske retensjonsmiddel og anioniske, uorganiske kolloid. En vesentlig forbedring, sammenlignet med kjent teknikk, blir også oppnådd når det anioniske, uorganiske kolloid først tilsettes til massen hvorefter den kationiske
25 polymer og polyaluminiumforbindelsen tilsettes deretter i en vilkårlig rekkefølge.

De kationiske, syntetiske polymere retensjonsmidler som anvendes i trekomponent systemet for papirfremstilling i
30 henhold til foreliggende oppfinnelse er i seg selv konvensjonelle kationiske polyakrylamid- og polyetylenimin retensjonsmidler. Mengden av retensjonsmiddelet bør ligge innen området 0,01-3 vektprosent, fortrinnsvis innen området 0,03-2 vektprosent, regnet på tørre fibre og eventuelle
35 fyllstoffer.

De anioniske, uorganiske kolloider som anvendes er også i og for seg kjente for anvendelse ved papirfremstilling. Som

eksempler på slike kolloider kan nevnes kolloidalt montmorillonitt og bentonitt, titanylsulfat soler, silikasoler, aluminiummodifiserte silikasoler eller aluminiumsilikatsoler. Silikabaserte kolloider er de foretrukne anioniske, uorganiske kolloider. Mengden av anionisk, kolloid bør ligge i området 0,005-2 vektprosent, fortrinnsvis i området 0,01-0,4 vektprosent, regnet på tørre cellulosefibre og eventuelle fyllstoffer.

- 10 Et foretrukket system som anvendes i kombinasjon med den polyaluminiumforbindelse er en kombinasjon av kationisk polyakrylamid og silikasol. Silikasoler som vist i europeisk patent nr. 41056, som det henvises til, er spesielt foretrukne og spesielt slike alkalistabiliserte soler. Et annet fore-
- 15 trukket system er et kationisk polyakrylamid og et anionisk, aluminiummodifisert silikakolloid, slik som vist i europeisk patentsøknad nr. 0218674, som det henvises til.

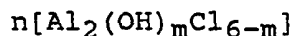
- Gode resultater erholdes ved anvendelse av kolloidalt silika i
- 20 form av en alkalistabilisert sol som inneholder 2-60 vektprosent SiO_2 , fortrinnsvis 4-30 vektprosent SiO_2 . Konsentrasjonen av kolloidalt silika i solen er ikke kritisk. Fra et praktisk synspunkt er det imidlertid passende å fortynne solene til en konsentrasjon på 0,05-5,0 vektprosent før
- 25 tilsetning til massene.

- Det kolloidale silika i solen bør fortrinnsvis ha et spesifikt overflateareal på 50-1000 m^2/g og mere foretrukket i området 200-100 m^2/g og de beste resultater er erholdt med et
- 30 spesifikt overflateareal på 300-700 m^2/g . Silikasolen stabiliseres med alkali i molforholdet $\text{SiO}_2:\text{M}_2\text{O}$ i området 10:1 til 300:1, fortrinnsvis 15:1 til 1000:1 (M er et ion fra gruppen Na, K, Li og NH_4). Det er påvist at de kolloidale silikapartikler bør ha en størrelse under 20 nm og fortrinns-
- 35 vis en midlere partikkelstørrelse på ca. 10 nm og ned til ca. 1 nm (en kolloidal silikapartikkel med en spesifikk overflate på ca. 550 g/m^2 tilsvarer en midlere partikkelstørrelse på ca. 5 nm).

Silikasoler som tilfredstiller de ovenfor nevnte spesifikasjoner er kommersielt tilgjengelige, eksempelvis fra Du Pont & de Nemours Corporation og Eka Nobel AB.

- 5 Som ovenfor nevnt oppnås meget gode resultater ved anvendelse av anioniske kolloidale partikler som minst har et overflate-
lag av aluminiumsilikat eller en aluminiummodifisert silika-
sol slik at overflategrupper av partiklene inneholder silika
og aluminiumatomer i et forhold på 9,5:0,5 til 9,5:2,5. Soler
10 av denne type har også fortrinnsvis en spesifikk overflate i
området 50-1000 m²/g eller mere foretrukket 200-1000 m²/g. Som
tilfelle av rene silikasoler er de beste resultater observert
med spesifikke overflater i området 300-700 m²/g.
- 15 Polyaluminiumforbindelsene som anvendes i henhold til
foreliggende oppfinnelse er også tidligere kjente for
anvendelse av papirfremstilling. De er betegnet basiske og
består av polynukleære komplekser. Polyaluminiumforbindelsene
skal i vandig oppløsning inneholde minst 4 aluminiumatomer per
20 ion og fortrinnsvis minst 10. Den øvre mengde av aluminium-
atomer i kompleksene er avhengige av sammensetningen av den
vandige fase og kan variere, eksempelvis avhengig av kon-
sentrasjon og pH. Normalt bør mengden ikke overstige 30.
Molforholdet aluminium til mot ion, bortsett fra hydrok-
25 sydioner, bør minst være 0,4:1 og fortrinnsvis minst 0,6:1.

Som eksempel på en egnet polyaluminiumforbindelse kan nevnes forbindelser med nettoformelen



- 30 som har en basisitet i området 30-90%, fortrinnsvis 33-83%
(m=2 og n=5).

Basisitet er definert som antall OH-grupper dividert med antall OH-grupper og kloridioner x 100, d.v.s (m:6)x100.

35

Polyaluminiumforbindelsen kan også inneholde anioner fra svovelsyre, fosforsyre, polyfosforsyre, kromsyre, sitronsyre eller oksalsyre, i det forholdet aluminium til slike anioner

bør ligge i området 0,015-0,4.

I den vanligste type polyaluminiumforbindelse er $m=3$, d.v.s. $Al_2(OH)_3Cl_3$ med en basisitet på ca. 50%. Som eksempel på
5 kommersielt tilgjengelige forbindelser av denne type kan nevnes "Sachtoklar^R" (sulfatfri) (Sachtleben GmbH, F.R. V-Tyskland), "WAC" (inneholdende sulfat) (Atochem, Frankrike) "Ekoflock" (inneholdende sulfat) (Ekoflock AB, Sverige).

- 10 Som et annet eksempel på polyaluminiumkloridet kan nevnes det høybasiske polyaluminiumklorid som selges av Hoechst AG, F.R. V-Tyskland under navnet "Locron" og som har en nettoformel $[Al_2(OH)_5Cl \cdot 5H_2O]_x$ og som i vandig oppløsning gir det komplekse ion $[Al_{13}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{7+}$.

15

Mengden av polyaluminiumforbindelsen kan varieres innen vide grenser. I henhold til oppfinnelsen er det funnet at allerede små mengder av polyaluminiumforbindelser, med hensyn til mengder anionisk uorganiske kolloid, gir vesentlige for-

- 20 bedringer i avvanningseffekten. Forbedring erholdes ved et vektforhold polyaluminiumforbindelse til uorganisk kolloid på 0,01:1. Den øvre grense er ikke kritisk. Imidlertid oppnås ingen vesentlig forbedring når forholdet av polyaluminiumforbindelsen til det uorganiske kolloid er større enn 3:1.
25 Forholdet er passende innen området 0,02:1 til 1,5:1, fortrinnsvis fra 0,05:1 til 0,7:1. Det nevnte forhold henviser til vektforholdet mellom polyaluminiumforbindelsen, regnet som Al_2O_3 , og det uorganiske kolloid.

- 30 I henhold til oppfinnelsen er det viktig at massens pH holdes over 5 og fortrinnsvis i området 6-9. Dette oppnås passende ved tilsetning av eksempelvis natriumhydroksyd. Hvis et alkalisk fyllstoff anvendes, så som kalk så kan en passende pH nås uten eller med små tilsetninger av natriumhydroksyd.
35 Andre fyllstoffer enn kalsiumkarbonat kan naturligvis anvendes men forsiktighet må utvises for å holde massens pH ved de ovenfor angitte nivåer.

Ved papirfremstilling i henhold til oppfinnelsen kan mineralfyllstoffer av konvensjonell type anvendes, eksempelvis kan kaolin, titan dioksyd, gips, kalk og talkum være tilstede.

- 5 Betegnelsen "mineralfyllstoff" er også ment å omfatte ved siden av de nevnte fyllstoffer og som wollastonitt og glassfibre såvel så mineralfyllstoffer med lav densitet, så som ekspandert perlitt. Mineralfyllstoffene blir vanligvis tilsatt i form av en vannoppslemning i konvensjonelle
- 10 konsentrasjoner anvendt for slike fyllstoffer. Før tilsetning kan fyllstoffet eventuelt behandles med komponentene i avvannings- og retensjonssystemet i henhold til foreliggende oppfinnelse, eksempelvis ved tilsetning av det kationiske retensjonsmiddel og polyaluminiumforbindelsen, eller mere
- 15 foretrukket behandlet med det uorganiske anioniske kolloid hvorefter de gjenværende bestanddeler tilsettes til massen.

- Trekomponentsystemet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan anvendes ved papirfremstilling fra forskjellige massetyper
- 20 av papirfremstillingsfibre, d.v.s. masser som inneholder minst 50 vektprosent cellulose fibre. Komponentene kan eksempelvis anvendes som tilsetninger til masser av fibre fra kjemisk masse, så som sulfat- og sulfitt masse, termomekanisk masse, kjemisk termomekanisk masse, rafinørmekanisk masse og
- 25 slipmasse, fra så vel løvtrær som nåltrær. Systemet kan naturligvis også anvendes for masse fra returfibre.

- Foreliggende fremgangsmåte kan utføres på kjent måte og med andre kjente tilsetninger til fibermassen, så som limnings-
- 30 middel etc.

Oppfinnelsen skal ytterligere illustreres med de følgende eksempler hvor i deler og prosent angir henholdsvis vektdeler og vektprosent, hvis intet annet er angitt.

Eksempel 1

I de følgende forsøk ble avvanningen bestemt med en "Canadian Freeness Tester" som er den vanlige metode for å karakterisere
5 avvanningsegenskapene i henhold til SCAN-C 21:65.

Massesystemet bestod av 100% slipmasse med en CSF (Canadian Standard Freeness) på 110 ml. Massens pH var 8. Kjemikalie-
tilsetningene ble beregnet i kg/tonn tørrmasse.

10

Det anioniske uorganiske kolloid var en aluminiummodifisert 15%ig alkalistabilisert silikasil fra Eka Nobel AB. Overflaten av de kolloidale partikler var modifisert med 9% Al atomer og overflate arealet av partiklene var 500 m²/g.

15

Det kationiske polymere retensjonsmiddel var et kationisk polyakrylamid av medium kationisitet nemlig "Percol 292" (Allied Colliods).

20

Polyaluminiumforbindelsene anvendt ved forsøket var:

- "SACHTOKLAR^R" (Sachtleben GmbH, F.R. Tyskland) med et Al₂O₃ innhold på 10,0%.

- "WAC" (Atochem, Frankrike) med et Al₂O₃ innhold på 10,0%.

- "Ekoflock" (Ekoflock AB, Sverige) med et Al₂O₃ innhold på
25 11,9%.

Tilsetningene ble gjort til 1 l fortynnet (ca. 0,3%) masse med intervaller på 15 s under omrøring (polyaluminiumforbindelsen + kationisk polyakrylamid + silikasil) og den flokkulerte
30 masse ble deretter ført til freeness apparatet og målingene utført 15 s etter den siste tilsetning. Det oppsamlete vann er et mål for avvanningseffekten og er angitt som ml Canadian Standard Freeness (CSF).

35

Det oppsamlete vann var meget klart etter tilsetning av de tre komponenter og dette viste at også en god retensjonseffekt av finstoff til fiberfnokkene ble erholdt i henhold til oppfinnelsen.

Resultatene av de forskjellige forsøk med aluminiumforbindelsene er vist i tabellen. Tilsetningene er beregnet som kg Al_2O_3 /tonn tørr masse, kg SiO_2 /tonn tørr masse og kg polyakrylamid/tonn tørr masse.

5

	Polyaluminium	Polyakrylamid	Kolloid	CSF
	<u>forbindelse kg/t</u>	<u>kg/t</u>	<u>kg/t</u>	<u>ml</u>
	Forsøks			
	<u>nr.</u>			
10	<u>"WAC"</u>			
	1	-	-	110
	2	-	-	220
	3	-	-	225
	4	-	-	235
15	5	-	2,0	320
	6	-	2,0	330
	7	-	2,2	340
	8	-	2	355
	9	0,2	-	120
20	10	0,2	-	240
	11	0,1	2	395
	12	0,2	2	430
	13	0,3	2	430
	14	0,4	2	400
25	15	0,1	1,9	390
	16	0,2	1,8	415
	17	0,3	1,7	420
	18	0,4	1,6	380
	<u>"Sachtoklar"</u>			
30	19	0,2	2	370
	20	0,2	1,8	370
	<u>"Ekoflock"</u>			
	21	0,2	1,8	385

35 Fra resultatene vist i tabellen kan det sees at en kombinasjon av 2 kg/t av det silikabaserte kolloid og 1 kg/t av polyakrylamidet gir 320 ml CSF. En forøkning i systemet i mengden av polyakrylamidet fra 1 kg til 1,2 kg gir en forøkning på

10 ml. En forøkning av kolloidet fra 2 til 2,2 kg gir en forøkning på 20 ml. En tilsetning av kun 0,2 kg av polyaluminiumforbindelsen "WAC" til systemet av 2 kg/t av kolloidet og 1 kg polyakrylamidet gir en CSF forøkning på 110
 5 ml (fra 320 til 430) mens en forøkning av mengden av polyakrylamid fra 1 kg til 2 kg i systemet av kolloidet og det kationiske retensjonsmiddel kun gir en forøkning på 35 ml (fra 320 til 355), det kan også nevnes at det kationiske polyakrylamid er ca. 10 ganger mere kostbart enn polyaluminiumforbindelsen.
 10

Sammenligning.

Sammenligninger ble også utført med den ovenfor nevnte masse
 15 under anvendelse av de samme betingelse, den samme anioniske sol og den samme evalueringsmetode, både for systemet inneholdende kationisk stivelse i stedet for det kationiske polyakrylamid og med et slikt system innbefattende tilsetning av et anionisk polyakrylamid av midlere høy anionisitet (PAM⁻)
 20 slik som angitt i US patent 4.643.801 under anvendelse av tilsetningsrekkefølgen som vist i patentets eksempel III. Polyaluminiumforbindelsen var det ovenfor definerte "WAC". Resultatene er vist i den etterfølgende tabell.

25	Polyaluminiumforbindelse	kg/t	Kationisk stivelse	kg/t	PAM ⁻	kg/t	Kolloid	kg/t	CSF	ml
	<u>Forsøks nr.</u>									
	1	-	-	-	-	-	-	-	110	
30	2	-	8,2	-	-	-	-	-	240	
	3	-	8,2	-	-	0,36	-	-	245	
	4	-	8,2	0,9	-	0,36	-	-	145	
	5	0,2	8,2	-	-	0,36	-	-	260	
	6	0,2	8,2	0,9	-	0,36	-	-	260	
35	7	0,2	11,3	1,36	-	0,20	-	-	235	

Resultatene viser klart fordelene ved anvendelse av foreliggende fremgangsmåte hvori det kationiske retensjonsmiddel

er et kationisk syntetisk polymert middel og ved anvendelse av dette i kombinasjon med et anionisk uorganisk kolloid og en polymer aluminiumforbindelse for å forbedre avvanningen ved papirfremstilling.

5

Eksempel 2

I dette eksempel ble avvanningseffekten evaluert på samme måte som i eksempel 1. Massesystemet bestod av returfibres (Inland Waste pulp) med en CSF på 138 ml og massens pH var 6,5.

To forskjellige typer anionisk silikabaserte kolloider ble anvendt. Kolloid 1) var en 15%ig alkaliestabilisert silikasol med en spesifikk overflate på ca. 500 m²/g (i henhold til EP 0041056) (Eka Nobel AB). Kolloid 2) var en kolloidal bentonitt med en spesifikk overflate i vann på 400-800 m²/g. Polyaluminiumforbindelsen var "WAC" som anvendt i eksempel 1 og som kationiske polymere retensjonsmidler både polyakrylamidet og "PAM" som anvendt i eksempel 1 og et polyetylenimin, "PEI" under navnet "Polymin SK" (BASF AG).

20

Også i disse forsøk var det oppsamlede vann meget klart etter tilsetning av de tre komponenter som viste at god retensjon av fiberfnokkene beholdt.

25

170096

11

	Polyaluminium	Kationisk	Kolloid	CSF
	forbindelse kg/t	polymer kg/t	nr.) kg/t	ml
Forsøks				
<u>nr.</u>				
5	-	-	-	138
1	-	<u>"PAM"</u> 1	-	210
2	-	1	1) 2,0	260
3	0,2	1	1,8	300
4	0,4	1	1,6	320
10 5	1,0	1	1,0	300
6	0,2	1	-	260
7	-	1	2) 2,0	290
8	0,2	1	1,8	325
9	0,4	1	1,6	340
15 10	0,8	1	1,2	305
11	0,4	1	0,8	350
12	-	<u>"PEI"</u> 0,75	-	150
13	-	0,75	2) 2,0	230
14	0,2	0,75	2,0	300
20 15	0,3	0,75	2,0	300

25

30

35

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte ved fremstilling av papir ved forming og
avvanning av en suspensjon av papirfibre, samt eventuelt
5 fyllstoffer, på en wire, under anvendelse av retensjons- og
avvanningsforbedrende tilsetningsmidler,
k a r a k t e r i s e r t v e d at formingen og avvanningen
finner sted ved en pH over 5 og i nærvær av et anionisk
uorganisk kolloid, en polyaluminiumforbindelse og et
10 kationisk, syntetisk polymert retensjonsmiddel som er en
kationisk polyakrylamid eller polyetylenimin.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at polyaluminiumforbindelsen tilsettes suspensjonen av
15 fibrene før det kationiske retensjonsmiddel og det anioniske
uorganiske kolloid.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at det anioniske uorganiske kolloid er et silikabasert
20 kolloid.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t
v e d at kolloidet er en silikasol, en silikasol med
partikler som har minst et overflatelag av aluminumsilikat
25 eller er en aluminiummodifisert silikasol.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at polyaluminiumforbindelsen er et polyaluminiumklorid
eller et polyaluminiumklorid inneholdende sulfat.
30
6. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 5,
k a r a k t e r i s e r t v e d at polyaluminiumforbindelsen
har nettoformelen
$$n[Al_2(OH)_mCl_{6-m}]$$

35 hvor $n > 4$ og som har en basisitet på 30-90%.

7. Fremgangsmåte ifølge kravene 1, 2 eller 5,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det anvendes en poly-
aluminiumforbindelse som i vandig oppløsning inneholder minst
4 aluminiumatomer pr. ion.

5

8. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at mengden av kationisk
retensjonsmiddel ligger i området 0,01-3 vektprosent, regnet
på tørre fibre og eventuelle fyllstoffer.

10

9. Fremgangsmåte ifølge kravene 1, 3 eller 4,
k a r a k t e r i s e r t v e d at mengden av anionisk
uorganisk kolloid ligger i området 0,005-2 vektprosent, regnet
på tørre fibre og eventuelle fyllstoffer.

15

10. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at vektforholdet mellom
polyaluminiumforbindelsen og det anioniske uorganiske kolloid
ligger i området 0,01:1 til 3:1.

20

25

30

35