



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **314181**

(13) **B1**

(51) Int Cl⁷

C 04 B 18/02, 18/04, 18/08

Patentstyret

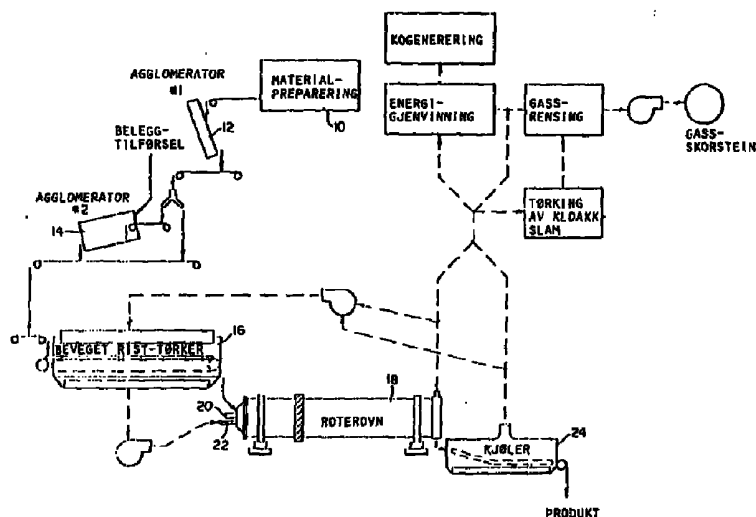
(21) Søknadsnr	19932511	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1992.01.06, PCT/US92/00303
(22) Inng. dag	1993.07.09	(85) Videreføringdag	1993.07.09
(24) Løpedag	1992.01.06	(30) Prioritet	1991.01.11, US, 640184
(41) Alm. tilgj.	1993.07.09		
(45) Meddelt dato	2003.02.10		
(71) Patenthaver	Wisconsin Electric Power Company, P.O. Box 2046, Milwaukee, WI 53201, US		
(72) Oppfinner	Timothy M. Nechvatal, Waukesha, WI, US Glenn A Heian, Franklin, WI, US		
(74) Fullmektig	Bryn Aarflot AS, 0104 Oslo		

(54) **Benevnelse** **Lettvekt-aggregat fra flyveaske og kloakkslam samt fremgangsmåte for behandling av flyveaske og kloakkslam**

(56) **Anførte publikasjoner** US 3030222, US 4432666

(57) **Sammendrag**

Det beskrives en fremgangsmåte for fremstilling av et lettvekt-aggregat ved behandling av flyveaske og kloakkslam. Flyveasken og kloakkslammet blandes sammen (30) og agglomereres så til pelleter (12) med eller uten anvendelse av et bindemiddel. Pelletene kan belegges (14) og så tørkes (16). De tørkede pelleter føres inn i en roterovn (18 eller 38) i en retning som er medstrøms med strømmen av brennstoff og luft gjennom ovnen. Pelletene i ovnen vil bli hardgjort og vil gjennomgå fullstendig kalsinering samt varierende grader av pyrolyse og sintring. Produktet fra ovnen er et klumpet materiale med lav densitet, men med en hard og porøs struktur. Produktet fra ovnen føres til en kjøler (24 eller 44). Blandingen av flyveaske og kloakkslam har en betydelig brennverdi som kan anvendes i ovnen. Videre kan brennverdien som er tilgjengelig i avgassen fra ovnen anvendes for tørking av materialene.



Oppfinnelsen angår en behandling av flyveaske og kloakkslam, og spesielt fremstilling av et lettvekt-aggregat fra en blanding av flyveaske og kloakkslam.

Flyveaske er et partikkelformig biprodukt fremstilt ved brenning av kull, og spesielt pulverformig bituminøs kull. Kraftstasjoner som brenner kull produserer typiske svært store mengder flyveaske som må avhendes på en miljømessig akseptabel måte. Det har i noen tid vært kjent at flyveaske kan behandles for å danne bygningsprodukter (US-patent 1 942 769, meddelt 9. januar 1934) og at anvendbare lettvekt-aggregater kan dannes fra behandlet flyveaske (US-patent nr. 2 948 848, meddelt 16. august 1960; US-patent nr. 3 702 257, meddelt 7. november 1972 og US-patent nr. 3 765 920, meddelt 16. oktober 1973). Ved fremgangsmåtene for behandling av flyveasken, omfatter et typisk trinn oppvarming av en flyveaske-blanding og oppvarmingen gjennomføres ofte i en roterovn.

Kloakkslam er biproduktet ved behandlingen av avløpsvann.

Slam er de avsatte faste stoffer som er akkumulert og deretter skilt fra den flytende strøm under forskjellige faser i avløpsvannets behandlingsprosesser. Slammet kan være fra primær eller sekundær avsetning eller kan være avfallsaktivert slam. Slammet kan være av rå slamtype, nedbrutt slam eller avvannet slam. Slammets karakteristikk vil variere avhengig av behandlingstrinnet fra hvilket det tas og også avhengig av om det har gjennomgått behandling, så som nedbrytningsbehandling. Et felles kjennetegn for slam er imidlertid at det inneholder betydelige mengder organiske materialer.

Slam er generelt blitt avhendet ved forbrenning fulgt av anbringelse på land av den inerte aske, eller ved laguddannelse, landfylling, spredning på land for kondisjonering av gjødningsmiddel eller jordsmonn og dumping i havet hvor dette er tillatt. Som flyveaske er kloakkslam et betydelig problem når det gjelder avhending på en økonomisk og miljømessig riktig måte.

I US-patent nr. 1 895 159, meddelt 24. januar 1933, foreslås det at kloakkslam kan avhendes ved å blande slammet med et materiale som absorberer vann, så som aske. Den resul-

terende masse sintres så på et tilgjengelig ildsted for å danne en hard, celleformet kake som vil være egnet for anvendelse som tilslag for betong. En annen metode for avhending av kloakkslam beskrives i US-patent nr. 4 028 130, meddelt 7. juni 1977, hvor nedbrutt kloakkslam blandes med kalksten, flyveaske og enten jordalkalimetall, sulfater eller jordsmonn for å danne en blanding som kan bli hard i luft og som kan anbringes i et område som er åpent mot atmosfæren og som vil herde i løpet av en tidsperiode for å virke som landfyllingsmiddel eller som et vei-grunnmateriale.

Et hovedformål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å utnytte flyveaske og kloakkslam ved å kombinere dem og å behandle blandingen for å danne et anvendbart produkt.

Et ytterligere formål med oppfinnelsen er å fremstille et lettvekt-aggregat-produkt dannet av behandlet og oppvarmet flyveaske og kloakkslam.

Foreliggende oppfinnelse omfatter lettvekt-aggregat kjennetegnet ved at det i hovedsak består av et varmehardgjort agglomerat med 35-80%, beregnet på den tørre vekt, av flyveaske, og 20-65%, beregnet på den tørre vekt, uforbrent kloakkslam, og at dette aggregat har en hard og porøs, kuleformig struktur.

Videre omfatter oppfinnelsen en fremgangsmåte for behandling av flyveaske og kloakkslam for påfølgende anvendelse, kjennetegnet ved at den omfatter trinnene

- blanding av flyveaske og kloakkslam i andeler på 35-99 vektdeler tørr flyveaske med 1-65 vektdeler tørt slam;
- agglomerering av blandingen;
- oppvarming av den agglomererte blanding i en roterovn for å danne et kuleformig produkt, hvor den agglomererte blanding føres gjennom ovnen i medstrøm med strømmen av varme gasser i ovnen slik at forbrenning og sintring av agglomeratene finner sted, og
- avkjøling av produktet fra ovnen.

Vår oppfinnelse omfatter blanding av kloakkslam med flyveaske, agglomerering av blandingen, så som ved pelle-

tisering og herding av den agglomererte blanding i en roterovn. Det resulterende klumpede produkt kan etter avkjøling anvendes som et lettvekt-tilslag for betong eller murverk, eller for isolasjonsformål, eller det kan anvendes for andre kommersielle formål eller ellers anbringes på en miljømessig sunn og økonomisk måte.

Avhengig av mengden av kloakkslam som settes til blandingen, vil forbrenningen av den organiske andel av kloakkslammet tilveiebringe en betydelig prosentandel av den totale varmeenergi som kreves i ovnen og i andre trinn i prosessen. Kloakkslammet resulterer også i et betydelig vekttap fra den agglomererte blanding ved dannelse av tomrom i aggregatet etter fordamping eller forbrenning av den organiske andel av kloakkslammet i ovnen. Ytterligere reduksjon i aggregatproduktets densitet oppnås ved oppsvulming av pelletene på grunn av innerslutning av gasser i aggregatet fra forbrenningen av flyktige organiske stoffer og karbon som sitter fast i pelleten og fra kalsineringsreaksjoner.

Blandingen kan inneholde mellom ca. 35 og 99% flyveaske, basert på den tørre vekt, og mellom ca. 1 til 65% kloakkslam, basert på den tørre vekt. Fortrinnsvis vil blandingen inneholde mellom ca. 65 og 95% flyveaske, basert på den tørre vekt, til ca. 5 til 35% kloakkslam, basert på den tørre vekt.

Forskjellige bindematerialer kan tilsettes til råblanding av flyveaske og kloakkslam for å opprettholde tilstrekkelig pelletstyrke for håndtering før behandling i roterovnen. Pelletene kan også belegges med et beleggmateriale for å forhindre at pelletene kleber til hverandre eller til overflatene i roterovnen.

Viktige trekk ved behandlingen i roterovnen omfatter medstrøms bevegelse av pelleter og gass, idet hovedbrenneren er anbrakt ved ovnens tilførselsende, med en forholdsvis flat temperaturprofil langs hele ovnens lengde, en toppgass-temperatur i området fra ca. 800 til 1200°C i forbrennings- og sintringssonen i ovnen, og en gass-sammensetning og en strømningshastighet gjennom ovnen som tilveiebringer tilstrekkelig temperatur, oksygen og oppholdstid slik at karbon og flyktige

Alkali som Na ₂ O, %	2,16	2,09	2,34	2,46	0,96	1,84
Glødetap, %	8,61	7,44	9,87	1,06	30,54	0,70
<u>Kaloriverdi (BTU/LB)</u>	948	771	1110	0	04100,5	0

Mineralanalysen av asken for den samme flyveaske er angitt i den følgende tabell II:

TABELL II - MINERALANALYSE AV FLYVEASKE

<u>Bestanddel</u>	<u>Vekt%</u>					
	<u>A-1</u>	<u>A-2</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
SiO ₂	50,04	48,95	49,79	50,79	47,62	36,35
15 Al ₂ O ₃	23,98	24,02	24,43	19,42	25,73	18,74
TiO ₂	1,14	1,13	1,26	0,94	1,11	1,53
Fe ₂ O ₃	15,14	16,16	16,56	15,14	17,69	5,54
CaO	3,69	3,82	1,89	5,76	2,87	26,18
MgO	1,03	0,97	1,07	1,07	0,66	4,61
20 K ₂ O	2,12	2,02	2,74	2,12	1,38	0,38
Na ₂ O	0,97	0,93	0,79	1,09	0,48	1,60
SO ₃	0,97	1,14	0,82	1,24	1,59	2,66
P ₂ O ₅	0,41	0,40	0,25	0,32	0,30	1,18
SrO	0,10	0,11	0,12	0,03	0,14	0,45
25 BaO	0,05	0,05	0,14	0,05	0,04	0,54
Mn ₃ O ₄	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Ikke bestemt	0,34	0,27	0,14	2,09	0,39	0,24
Totalt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

30 Det skal bemerkes at i de ovenfor angitte tabeller I og II varierer karboninnholdet, glødetaps-prosenten og de kaloriske verdier for flyveasken i høy grad. Dette avhenger til dels av graden av ufullstendig forbrenning av kullet som flyveasken stammer fra og er også avhengig av den type kull
35 som ble brent. Det er en av fordelene med foreliggende oppfinnelse at glødetapet for flyveasken ikke er en spesielt viktig parameter, slik at mange forskjellige typer flyveaske med hell kan anvendes. Typisk flyveaske har et glødetap på 0

til 20%, og all slik flyveaske kan anvendes med godt resultat.

Dersom imidlertid forskjellige kilder for flyveaske er tilgjengelige, er det fordelaktig å blande flyveaske fra forskjellige kilder for å fremstille en endelig blanding av flyveaske som har et glødetap mellom 5 og 10%.

Kloakkslam varierer også i høy grad i sammensetning og karakteristikk. Det varierer også sterkt i fuktighetsinnhold, avhengig av behandlingsnivået ved behandlingsanlegget for avløpsvannet. Eksempler på typiske slam er slike som fremstilles ved anlegg for behandling av avløpsvann i øvre midtvesten. Slammet fra disse anlegg kan ha totalanalyse som vist i den følgende tabell III, og en mineralanalyse av askeinnholdet i slammet som vist i tabell IV i det følgende.

TABELL III - TOTAL-ANALYSE AV KLOAKKSLAM

Bestanddel	Slam X		Slam Y		Slam Z	
	Som mottatt Vekt%	Tørt Vekt%	Som mottatt Vekt%	Tørt Vekt%	Vått Vekt%	Tørt Vekt%
Fuktighet	87,48	0,00	36,85	0,00	5,00	0,00
Karbon	4,37	34,91	12,41	19,64	38,30	40,32
Hydrogen	0,64	5,16	1,66	2,64	5,32	5,60
Nitrogen	0,63	5,01	1,07	1,69	6,00	6,32
Svovel	0,09	0,71	0,82	1,29	ikke bestemt	
Aske	4,38	34,96	38,76	61,39	23,75	25,00
Oksygen (differanse)	<u>2,41</u>	<u>19,25</u>	<u>8,43</u>	<u>13,35</u>	<u>21,63</u>	<u>22,76</u>
Totalt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Klor, %	0,05	0,38	0,17	0,26	ikke bestemt	
Glødetap, %	95,62	65,04	61,24	38,61	76,25	75,00
Kaloriverdi (BTU/LB)	783,5	6260	1866	2955,5	7214	7595

TABELL IV - MINERALANALYSE AV KLOAKKSLAM-ASKE

	Slam X	Slam T	Slam Z
<u>Bestanddel</u>	<u>Vekt%</u>	<u>Vekt%</u>	<u>Vekt%</u>
SiO	13,40	32,88	40,59
5 Al ₂ O ₃	4,13	9,75	15,25
TiO ₂	0,70	0,70	N A
Fe ₂ O ₃	34,30	8,40	23,96
CaO	11,60	24,16	5,01
MgO	2,80	5,40	2,69
10 K ₂ O	1,32	1,91	ikke bestemt
Na ₂ O	1,20	0,70	ikke bestemt
SO ₃	3,02	5,15	ikke bestemt
P ₂ O ₅	27,20	10,80	8,42
Ikke bestemt	<u>0,33</u>	<u>0,15</u>	<u>4,08</u>
15 Totalt	100,00	100,00	100,00

Før blanding med flyveasken må fuktighetsinnholdet i slammet reduseres ned til et nivå som er slik at det resulterende fuktighetsinnhold i blandingen av flyveaske og kloakkslam er egnet for agglomerering. Avhengig av det opprinnelige fuktighetsinnhold, kan slik slamtørking gjennomføres ved hjelp av konvensjonelle og velkjente mekaniske og termiske slamtørkingsprosesser. Det nettopp tørkede kloakkslam kan så kreve størrelsesreduksjon for å bryte opp eventuelle harde klumper som er dannet under tørkingen og for å underlette ensartet dispergering ved blanding med flyveasken.

Flyveasken og kloakkslammet blandes så i et materialprepareringsområde 10 som kan omfatte batch-blanding eller kontinuerlig blanding. Fuktighetsinnholdet i blandingen av flyveaske og slam bør være ca. 5-25% for at blandingen skal skje lett og for påfølgende agglomerering av blandingen. Flyveasken og kloakkslammet blandes med en andel på ca. 35 til 99% flyveaske, beregnet på den tørre vekt, og ca. 1 til 65% kloakkslam, beregnet på den tørre vekt. Innenfor dette område er de foretrukne forhold ca. 65 til 95% tørr vekt av flyveaske og ca. 5 til 35% tørr vekt av kloakkslammet. For riktig agglomerering kan det være nødvendig og ønskelig å tilsette et

bindemiddel, så som bentonitt, for å hjelpe til ved forming av de blandede partikler. Et slikt bindemiddel bør ikke overskride ca. 20% av den totale tørre vekt av den resulterende blanding og overskrider fortrinnsvis ikke ca. 5%. Bindemidlet
5 behøver ikke å være nødvendig, noe som avhenger av tilbøyeligheten til sammenklebning og av integriteten av den rå, agglomererte blanding.

Blandingen av flyveaske og kloakkslam, med eller uten bindemiddel, føres til en første agglomerator 12 som agglomererer
10 blandingen til små pelleter i størrelsesordenen 3,2 til 19 mm i diameter. De rå pelleter fremstilt i den første agglomerator 12 føres til en andre agglomerator 14 hvor pelletene kan belegges for å forhindre at de rå pelleter kleber til hverandre under varmebehandling i roterovnen. Det
15 foretrukne belegg er en flyveaske med lavt glødetap. Alternativt kan dolomitt, kalksten, portland-sement eller et annet materiale anvendes som et belegg. Belegget behøver ikke å være nødvendig, noe som avhenger av pelletenes tilbøyelighet til å klebe i roterovnen.

20 De rå pelleter med eller uten belegg tørkes først på en beveget rist-tørker 16. De rå pelleter tørkes til et fuktighetsinnhold som fortrinnsvis er under 5%. De tørkede pelleter føres så inn i en roterovn 18. De tørkede pelleter føres inn i den samme ende av roterovn 18 hvor også eksternt
25 brennstoff føres inn gjennom brennere 20 og hvor luft føres inn gjennom brennerne 20 eller luftlanser 22. Pelletene vil bevege seg langsomt gjennom den skråstilte roterovn i den samme retning (dvs. medstrøms) som retningen av strømmen av varme gasser gjennom ovnen. Den maksimale temperatur i ovnen
30 bør være mellom ca. 800° og 1200°C og temperaturprofilen langs ovnens lengde bør være relativt flat. Pelletene i ovnen vil bli harde. Pelletene vil gjennomgå fullstendig kalsinering og kan også gjennomgå forskjellige grader av pyrolyse og
35 sintring. Pelletenes ytre overflate vil danne et skallsjikt som vil inneslutte gasser som er dannet i de indre deler av pelletene, noe som resulterer i ekspansjon av pelletene. Dette vil gi et porøst indre. Det resulterende produkt er et

klumpet materiale som har lav densitet, men som har en hard og porøs struktur.

Produktet fra ovnen føres til en kjøler 24 som kan være vann- eller luftkjølt, for å bringe produkttemperaturen ned
5 til en temperatur hvor det kan håndteres videre og lagres. Varmen fra kjøleren 24 kan gjenvinnes og anvendes for forskjellige prosessformål, inkludert tørking av de rå pelleter i tørkeren med rist som beveger seg fremover.

Kloakkslammet øker brennverdien av blandingen i ovnen i
10 betraktelig grad og fører til en betydelig reduksjon i mengden av eksternt brennstoff, så som naturgass, som er nødvendig for å varme opp ovnen. Tabell V i det følgende er en sammenligning av brennstoffinnholdet i en typisk blanding av flyveaske og kloakkslam i forholdet 65% til 35%, i sammenligning
15 med 100% flyveaske. Det kan sees at naturgass-brennstoffet som det ville være nødvendig å tilsette til ovnen for å oppnå den samme produktfremstilling i short tonn pr. time vil reduseres med ca. 85% under anvendelse av blandingen av flyveaske og kloakkslam, sammenlignet med bare flyveaske. Videre er det
20 en betydelig brennstoffverdi tilgjengelig i avgassen fra ovnen og denne varmeenergi kan anvendes for å tørke slammet før blanding, for tørking av de rå pelleter og for energi-gjenvinning for kogenerering eller andre formål, alt som vist i figur 1.

25

30

35

flyveaske-blandingene ble valgt for å oppnå visse glødetap-
 prosenten. I tilfelle av tester 1 og 2, var glødetaps-
 prosenten 10, henholdsvis 12,81%. For alle tester 3 til 18
 var glødetaps-prosenten 7,5%. Blandingen av råmaterial-
 5 bestanddelene ble gjennomført i en satsblander 30 som tilførte
 intens aksial og radial bevegelse til materialet ved hjelp av
 en høyhastighets-blandepell.

TABELL VI

10 Test nr.	Flyveaske	Blandekomponenter, %			Bentonitt	Totalt	Belegg
		T Slam	X Slam	Z Slam			
1	97				3	100	16
2	97				3	100	16
15 3	65	35			0	100	0
4	63,5	34,3			2	100	0
5	63,05	33,95			3	100	16,6
6	33,95	63,05			3	100	16,6
7	48,5	48,5			3	100	16,6
20 8A	48,5	48,5			3	100	0
8B	48,5	48,5			3	100	0
9A	48,5	48,5			3	100	22
9B	48,5	48,5			3	100	22
10	48,5	33,95		14,55	3	100	22
25 11	48,5	33,95		14,55	3	100	0
12	63,05		33,95		3	100	23
13	63,05		33,95		3	100	0
14A	62,4		33,6		4	100	0
14B	62,4		33,6		4	100	0
30 15	62,4		33,6		4	100	20
16	48	28,8	19,2		4	100	0
17	62,4		19,4	14,4	4	100	20/27
18	77			20	3	100	0

35 Blandingen ble ført til en pelletiseringspanne 32 med
 diameter 102 cm og dybde 16,5 cm. Pannen 32 ble rotert med
 mellom 15 og 20 omdreininger pr. minutt ved en hellingsgrad på

45 til 50° fra horisontal-planet. De rå kuler som ble fremstilt i den første pelletiseringspanne 32 ble ført til en andre pelletiseringspanne 34 med tilsvarende karakteristikk, og de tørre beleggmaterialer ble når de ble anvendt ført til den andre pelletiseringspanne. Prøver av agglomerert materiale fra pelletiseringstrinnet ble tatt ut og analysert med henblikk på fuktighet, romdensitet, antall av 46 cm dråper som ble frakturert, (number of 18" drops to fracture) trykkfasthet i våt og tørr tilstand og størrelse, for å bestemme kvaliteten av de rå kuler som var blitt produsert. Karakteristikkene for de rå pelleter som var fremstilt i forskjellige tester er angitt i tabell VIII.

De rå pelleter ble ført til en rist-tørker 36 under anvendelse av en nedoverrettet gass-strøm til varmeveksler for faste stoffer. Det pålastede tverrsnitt av rå pelleter hadde en bredde på 28 cm og en dybde på 15 cm med en aktiv tørkelengde på 122 cm og en hastighet for risten som ble variert mellom under 2,54 cm pr. minutt til mer enn 10,2 cm pr. minutt. Tørketemperaturen ble holdt i området 150-200°C. Strømmen av prosessgass ble regulert slik at fuktighetsinnholdet i de tørkede kuler ble holdt under 5%.

De tørkede pelleter ble ført til en roterovn 38 med en indre diameter på 57,8 cm og en lengde på 396 cm. Utgangsmaterialet ble ført i medstrøm med fyringen av roterovnen, slik at prosessgass-strømmen gikk i den samme retning som strømmen av fast stoff. I tilførselsenden ble pelletene som kom inn fra risttørkeren først tørket og forvarmet, noen organiske forbindelser ble fordampet og de brennbare materialer begynte å ta fyr. I den neste sone fant det sted fordamping av de gjenværende organiske stoffer og brenning av brennbare bestanddeler i pelletene og over rotersjiktet ble i hovedsak fullstendiggjort. I slutt-varmesonen ble det anvendt ytterligere oppholdstid for faste stoffer og gass ved høye temperaturer for å sikre fullstendig forbrenning og ytterligere herding av pelletene.

To brennere for naturgass 40 og to luftlanser 42 var anbrakt i tilførselsendene. Den andre brenner ble ikke an-

vendt i alle tester. Ovnens 38 ble drevet ved en hastighet mellom 2 omdreining pr. minutt og 3,9 omdreininger pr. minutt for å oppnå en oppholdstid for de faste stoffer i området 30 til 60 minutter. Ovnens skråstilling ble satt til 3,18 mm pr. 5 30,5 cm. Tabell VII viser driftshastigheten for ovnen, den mengde naturgass og luft som ble forbrukt og temperaturen ved fire punkter T-1 til T-4 langs ovnens lengde. Tabell VII angir også den kaloriske verdi for blandingen anvendt i hver test og den løse romdensitet for det resulterende klumpformige 10 produkt.

Det klumpformige produkt fra ovnen ble overført til en rotasjonskjøler 44 med en indre diameter på 38,1 cm og en lengde på 366 cm. Den roterende kjøler kjølte de faste stoffer på indirekte måte til under 65°C. Den indirekte 15 kjøling resulterte fra varmeledning gjennom skallet til en kontinuerlig våtgjort ytre overflate. Kjølerens helling var også 3,18 mm pr. 30,5 cm og hastigheten ble holdt konstant på 6 omdreininger pr. minutt, noe som resulterte i en oppholdstid for de faste stoffer på ca. 30 minutter. Det resulterende 20 granulære produkt ble analysert med henblikk på romdensitet og resultatene av disse tester er angitt i tabell VIII.

Produktene som resulterte fra driften av pilotanlegget viste seg å være tilstrekkelig til å møte spesifikasjonene i ASTM-standarden for lettvekt-tilslag for konstruksjonsbetong 25 (betegnelse C 330), lettvekt-tilslag for betong-murenheter (betegnelse C 331) og lettvekt-tilslag for isolerende betong (betegnelse C 332). Disse spesifikasjoner tilsier en maksimum løs densitet mellom 0,881 og 1,121 g/cm³, avhengig av størrelsesfordelingen av aggregatet i blandingen.

TABELL VII

Test nr.	Kalori-verdi BTU/LB	Hastighet omdr./min.	Driftsdata for pilotanlegg-ovnen			Temp., °C		Romdensitet, løst g/cm ³	
			Naturgass CFM	Luft SCFM	T-1	T-2	T-3	T-4	T-3
1	1115,79	3,0	13,5	179	i.best.	1103	1058	1006	0,815
2	1465,81	i.best.	i.best.	i.best.	i.best.	i.best.	i.best.		0,826
3	1555,05	2,75	10,8	169	956	986	935	940	0,735
4	1523,95	2,75	11,8	192	1020	1024	972	979	0,762
5	1508,40	2,75	15,7	204,5	1081	1027	1026	981	0,778
6	2135,37	2,75	13,6	210,9	1050	1000	1001	988	0,789
7	1821,88	2,75	8,8	136	880	895	982	934	0,785
8A	1821,88	2,75	9,4	131	938	919	978	923	0,740
8B	1821,88	2,00	8,2	146	896	976	944	883	0,749
9A	1821,88	2,75	10,8	138	990	952	1007	994	0,782
9B	1821,88	2,00	8,8	152	961	1032	957	877	0,791
10	2440,48	2,00	7,8	145	924	1013	970	920	0,715
11	2440,48	2,00	9,1	146	976	1034	1017	976	0,782
12	2630,28	2,00	8,2	150	891	967	925	854	0,687
13	2630,28	2,00	7,5	150	983	990	919	850	0,657
14A	2603,16	2,50	5,23	148,2	844	963	884	817	0,641
14B	2603,16	2,00	5,71	161,6	871	951	874	808	0,596
15	2603,16	2,00	5,16	156,8	845	956	887	823	0,548
16	2437,56	2,00	7,45	156,5	873	995	917	840	0,726
17	2739,53	3,75	7,12	158	897	977	919	858	0,647
18	2058,14	2,50	13,3	133	i.best.	i.best.	i.best.	i.best.	0,724

TABELL VIII

Test nr.	Styrke Våt	Verdier for de rå pelleter		Fuktighet %	Glødetap for tørre kuler	Verdier for produktkvalitet		
		Tørr	Nr. 18" dråper			Romdensitet g/cm ³	Løs	Rystet
1	1288	2930	7,45	19,13	9,48	0,815	0,881	0,863
2	1275	3334	8,40	20,50	12,12	0,826	0,882	0,855
3	1674	1302	18,75	29,53	17,86	0,735	0,842	0,818
4	2109	2418	19,70	19,86	17,51	0,762	0,846	0,846
5	1061	2572	+20	23,60	17,22	0,778	0,837	0,837
6	898	1960	+20	27,23	24,89	0,789	0,857	0,863
7	975	3093	+20	24,10	21,56	0,785	0,863	0,854
8A	1139	2145	+20	23,10	20,18	0,740	0,807	0,789
8B	921	2617	+20	24,20	21,10	0,749	0,791	0,792
9A	1116	2862	+20	25,40	21,54	0,782	0,843	0,833
9B	1252	3978	+20	24,05	20,74	0,791	0,857	0,836
10	953	2817	+20	25,10	25,14	0,715	0,791	0,767
11	957	3488	+20	25,60	23,97	0,782	0,850	0,832
12	853	1814	+20	32,30	20,52	0,687	0,753	0,734
13	630	903	+20	34,18	26,19	0,657	0,704	0,704
14A	463	921	+20	34,50	26,83	0,641	0,705	0,696
14B	540	830	+20	34,18	27,47	0,596	0,658	0,656
15	567	767	+20	34,48	27,97	0,548	0,678	0,672
16	490	1293	+20	33,93	26,10	0,726	0,792	0,778
17	494	1284	+20	33,62	28,45	0,647	0,709	0,707
18	1170	3152	13,43	20,80	22,56	0,724	0,764	0,765

P a t e n t k r a v :

1. Lettvekt-aggregat,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det i hovedsak består
5 av et varme-hardgjort agglomerat med 35-80%, beregnet på den tørre vekt, av flyveaske, og 20-65%, beregnet på den tørre vekt, uforbrent kloakkslam, og at dette aggregat har en hard og porøs, kuleformig struktur.

- 10 2. Fremgangsmåte for behandling av flyveaske og kloakkslam for påfølgende anvendelse,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter trinnene
 - blanding av flyveaske og kloakkslam i andeler på 35-99 vektdeleler tørr flyveaske med 1-65 vektdeleler tørt slam;
 - 15 - agglomerering av blandingen;
 - oppvarming av den agglomererte blanding i en roterovn for å danne et kuleformig produkt, hvor den agglomererte blanding føres gjennom ovnen i medstrøm med strømmen av varme gasser i ovnen slik at forbrenning og sintring av
 - 20 agglomeratene finner sted, og
 - avkjøling av produktet fra ovnen.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at agglomeratet tørkes til
25 et fuktighetsinnhold på mindre enn 5 vekt% før det føres gjennom roterovnen.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at flyveasken og slammet
30 blandes med et bindemiddel i en mengde på 20%, beregnet på tørr vekt.

5. Fremgangsmåte ifølge krav 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at agglomeratene belegges
35 før de tørkes.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at ovnen varmes opp til
800-1200°C.
- s 7. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at varmeinnholdet i
avgassene fra ovnen gjenvinnes.
- 10 8. Fremgangsmåte ifølge krav 7,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det gjenvunnede varme-
innhold anvendes for å tilveiebringe varme for tørking av
slammet før blanding og for tørking av agglomeratene.
- 15 9. Fremgangsmåte ifølge krav 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at varmen som fjernes fra
produktet under avkjøling anvendes for å tørke agglomeratene.

