



C (45) Patentti myönnetty
Patent julkaistut 10.07.1989

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ C 04 B 28/14, 28/06, 28/04, 7/32

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus - Patentansökning	- 852792
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	16.07.85
(23) Alkupäivä - Giltighetsdag	09.11.84
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	16.07.85
(44) Nähtäväksipanon ja kuuljulkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utskriften publicerad	31.03.89
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	PCT/US84/01831
(32) (33) (31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	25.11.83
USA(US) 555136	

- (71) United States Gypsum Company, 101 South Wacker Drive, Chicago, Illinois, USA(US)
- (72) Richard Eugene Galer, Hannover Park, Illinois, Paul Christian Webb, Lake Villa, Illinois, USA(US)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Laajentumaton, nopeasti kovettuva sementti - Icke-expanderande, snabbhårdnande cement

(57) Tiivistelmä

Ettringiittiä muodostava hydraulinen sementti, joka erityisesti soveltuu hiili-dioksidinkestäväen sementtilevyn nopeaan tuotantoon, muodostaa olennaisesti kaiken potentiaalisesta ettringiitistään n. 20 minuutissa veteen sekoittamisen jälkeen; hydraulinen sementti sisältää n. 72 - n. 80 paino-% portlandsementtiä, n. 14 - n. 21 paino-% alumiinatimenttiä, n. 3,5 - n. 10 paino-% kalsiumsulfaattia ja n. 0,4 - n. 0,7 paino-% sammutettua kalkkia. Sementti ei laajene ja se kovettuu n. 25 minuutissa lämpötilassa n. 18 - n. 66 °C.

(57) Sammandrag

Ett ettringitproducerande hydrauliskt cement, vilket speciellt lämpar sig för snabb framställning av koldioxidmotstående cementplattor, producerar väsentligen allt sitt potentiella ettringit inom ca. 20 min efter att det blandats med vatten, varvid det hydrauliska cementet per vikt omfattar ca. 72-80% portlandcement, ca. 14-21% aluminatcement, ca. 3,5-10% kalciumsulfat och ca. 0,4-0,7% släckt kalk. Cementet är icke-expansivt och hårdnar inom ca. 25 minuter vid en temperatur av ca. 18-66°C.

Laajentumaton, nopeasti kovettuva sementti

Tämä keksintö koskee hydraulista sementtiä, josta valetaan jatkuvatoimisessa prosessissa rakennellevyjä
5 käytettäviksi seiniin, kattoihin, lattioihin ja vastaa-
viin. Erityisesti se koskee laajentumatonta, ettringiit-
tiä muodostavaa sementtiä, josta saadaan sementtituote,
joka kestää hiilidioksidin hajottavaa vaikutusta, on
pysyvä korkeissa lämpötiloissa ja omaa suuren varhaislu-
10 juuden.

Sementtitekniikkaa käsitteleviä kuvauksia, jot-
ka selventävät käsiteltävänä olevan keksinnön taustaa,
löytyy lähteistä Scientific American, huhtikuu 1964, ss.
80 - 90; Kirk-Othmer's Encyclopedia of Chemical Techno-
15 logy, 2. painos, vol. 5 (1964), ss. 684 - 710, ja ACI
Journal, elokuu 1970, ss. 583 - 610. Sementtiyhdisteiden
hankalista kaavoista käytetään tässä seuraavia, sementti-
teollisuudessa yleisesti hyväksyttyjä lyhenteitä:
C on kalsiumoksidi (CaO), A on aluminiumoksidi (Al_2O_3),
20 H on vesi (H_2O), $\bar{\text{S}}$ on rikkiatrioksidi (SO_3). Siten ett-
ringiitti on $\text{C}_3\text{A}(\bar{\text{S}})_3\text{H}_{32}$.

Tässä käytetyllä sanonnalla "hydraulinen sementti"
tarkoitetaan jokaista sementtiä, jolle on ominaista ko-
vettuminen veden alla, esim. portlandsementtiä, portland-
25 sementin ja aluminaattisementin seoksia, portlandsementin
ja masuunikuonan seoksia ja vastaavia aineksia. Sanonta
"betoni" tarkoittaa hydraulisen sementin, runkoaineen ja
veden seosta, joka kovettuu kovaksi massaksi. Tässä käy-
tetty sanonta "laasti" tarkoittaa hydraulisen sementin,
30 hienojakoisen runkoaineen ja veden seosta.

Lujitetut sementtilevyt ovat tunnettuja. US-pa-
tentissa 3 284 980 (Dinkel) kuvataan esivalettu, kevyt
betonilevy, jossa on solurakenteinen ydin, ohut, tiivis
kerros kummallakin puolella ja kuituverkosta muodostuva ker-
35 ros upotettuna kumpaankin tiiviiseen kerrokseen. Käyt-

tökelpoisina sementteinä mainitaan esimerkkeinä portland-
sementit, nopeasti suuren lujuuden saavuttavat sementit,
aluminaattisementit, luonnonsementit jne. Clear on US-
patentissa nro 4 203 788 julkistanut jatkuvatoimisen pro-
5 sessin Dinkelin esittämien levyjen valmistamiseksi. Clear
varoittaa siitä, että kovettumattoman levyn taipuminen
aiheuttaa eri kerrosten liikkumisen toistensa suhteen ja
toisistaan irtoamisen, jolloin levy hajoaa osikseen ja
heikkenee. Clearilla levyjen muodostaminen, leikkaaminen
10 ja pinominen on suunniteltu siten, että kovettumattoman
levyn taipuminen minimoituu.

Schupack kuvaa US-patentissa nro 4 159 361 luji-
tetun levyrakenteen, jossa on sementtiseoksesta valmistet-
tu yhtenäinen, ei-segmentoitu ydin. Patentissa kerrotaan,
15 että käytettäessä nopeasti kovettuvaa sementtiä, levy voi-
daan kovettaa ulkoilmassa n. 30 minuutissa. Mutta yksit-
täislevyjen "pinovalu" eli valaminen päällekkäin yksit-
täislevyjen alkukovettumisen jälkeen osoittaa, että on
vältettävä kovettumattomien levyjen käsittelyä.

20 Nopeasti kovettuvat sementit ja nopeasti suuren lu-
juuden saavuttavat sementit ovat tunnettuja. Spackman et
al. toteavat US-patentissa nro 903 019, että lisäämällä
luonnonsementtiin tai luonnonsementin ja portlandsementin
seoksiin 2-20% kalsiumaluminaattia, 1-3 % kalsiumsulfaat-
25 tia ja 5-20 % sammutettua kalkkia saadaan sementti, joka
omaa kaikissa kypsymisvaiheissaan suuremman vetolujuuden.

Mikhailov et al. toteavat US-patentissa 3 775 143,
että seoksella, jossa on 62 % portlandsementtiä, 20 % alu-
minaattisementtiä, 14 % kipsiä ja 4 % sammutettua kalkkia,
30 saadaan betoni, jonka puristuslujuus on 34,13 MPa yhden
vuorokauden jälkeen ja 44,82 MPa 28 vuorokauden jälkeen.

Chervenka et al. toteavat US-patentissa nro
3 997 353, että sementti, jossa on 45-70 % portlandsement-
tiä, 25-45 % lisättyä kalsiumaluminaattia ja 5-20 % kal-
35 siumsulfaattia, saavuttaa puristuslujuuden vähintään 6,9

MPa kahdessa tunnissa tai lyhyemmässä ajassa. Mainitaan, että vapaan kalkin määrä, joka on suurempi kuin 2 paino-% portlandsementistä laskettuna, on haitaksi.

Deets et al. kuvaavat US-patentissa nro 3 861 929
5 kontrolloidusti laajenevan sementin, joka sisältää portlandsementtiä, kalsiumaluminaattia määränä, joka vastaa n. 2-17 %:ia portlandsementin painosta, ja kalsiumsulfaattia määränä, jossa SO_3 ylittää n. 2-24 %:illa käytetyn portlandsementin SO_3 :n optimimäärän. Niinpä käytetyn
10 kalsiumsulfaatin todellinen määrä, jos SO_3 :n optimimäärä on 3 %, olisi n. 8,5-44,2 % portlandsementin painosta. Ilmoitetut seitsemän vuorokauden puristuslujuudet ovat alle 29,7 MPa.

Galer et al. toteavat US-patentissa nro 4 350 533,
15 että sementtikoostumusten, jotka muodostuvat aluminaattisementin, kipsin ja kalkkia sisältävän lähteen seoksista, varhainen lujuus on saavutettavissa, jos hydrataation varhaisvaiheissa muodostuneen ettringiitin määrä on n. 40 - n. 60 % koostumuksen sementtiliiman (ts. sementti + vesi)
20 osuudesta. Ettringiittiä muodostava hydraulinen sementtijauhe sisältää n. 18 - n. 65 % aluminaattisementtiä, n. 16 - 35 % kalsiumsulfaattia ja n. 3,5 - n. 8,5 % kalsiumoksidia. Valitusta kalsiumoksidin lähteestä riippuen sementti sisältää 0 - n. 65 % portlandsementtiä ja 0 -
25 n. 8,5 % lisättyä kalkkia. Tällaisesta sementistä valmistetun betonin varhainen lujuus on tosin suuri, mutta suuri ettringiittipitoisuus tekee betonin pysymättömäksi korkeissa lämpötiloissa ja alttiiksi hiilidioksidin hajottavalle vaikutukselle.

30 Erään ratkaisun ongelmaan, joka liittyy hiilidioksidin kykyyn hajottaa ettringiittipitoisia betoneja, tarjoavat Azuma et al. US-patentissa nro 4 310 358. Lasketut määrät ettringiitin prekursoria, kipsiä ja sementtiainesta, joka on valittu ryhmästä, joka muodostuu portlandsementistä, masuunikuonasta ja mainitun sementin ja mainitun kuonan
35

seoksista, sekoitetaan ja hydratoidaan sitten tuotteeksi, joka nelikomponenttisysteeminä sisältää ettringiittiä, kipsiä, ettringiitin prekursoria ja sementtiaineksesta muodostunutta kovettunutta tuotetta. Muodostuneen ettringiitin ja kuivan sementtiaineksen suhteen on oltava painon mukaan 5:1...1:5 ja ettringiitin prekursorin ja kipsin suhteen on oltava alkuperäisessä seoksessa painon mukaan 10:1...1:1. Azuman et al. mukaan kypsymis- ja kovettumisprosessin on alettava 4-8 tuntia sen jälkeen kun sementtiseoksesta on valmistettu tuote. Kypsymislämpötila on n. 80 - 90°C ja prosessi tapahtuu kosteassa ilmassa 6-48 tunnissa. Azuman et al. mukaan ettringiitin nopea muodostuminen aiheuttaa valmiin tuotteen laajenemista, jos kypsymislämpötila on alle 80°C, mutta yli 90°C:ssa ettringiitti muodostuu liian hitaasti.

Siten on olemassa jatkuva tarve saada laajentumaton, hydraulinen sementti, joka hydratoituu sementtituotteeksi, joka omaa suuren varhaisen lujuuden, mutta joka kestää hiilidioksidin hajottavaa vaikutusta ja on pysyvä korkeissa lämpötiloissa. Erityisesti sementtilevyteollisuudessa kaivataan hydraulista sementtiä, joka kovettuu nopeasti ja omaa suuren varhaisen lujuuden, jolloin sementtilevy voidaan valmistaa erittäin nopeana, jatkuvatoimisena tuontantolinjana ja saadaa levy, joka omaa suuren lopullisen lujuuden ja kestää hiilidioksidin hajottavaa vaikutusta ilmassa tai korkeita lämpötiloja esim. rakennuspalossa.

Tämän keksinnön eräänä tehtävänä on tarjota hydraulinen sementti, joka veteen sekoitettuna kovettuu ja lujittuu niin nopeasti, että sementtilevyjen valmistus voi tapahtua nopeudella n. 6 - n. 46 m minuutissa.

Tämän keksinnön tehtävänä on myös tarjota hydraulinen sementti, joka lujittuu sementtilevyn valmistuksen aikana niin paljon, että levy voidaan leikata ja käsitellä n. 20 minuuttia sementin hydratoitumisen jälkeen.

Tämän keksinnön tehtävänä on myös tarjota hydraul-

nen sementti, jossa tällainen varhainen lujittuminen johtuu suuren lujuuden omaavan ettringiitin rajoittuneesta muodostumisesta, mutta lopullinen lujuus johtuu suurimmaksi osaksi kalsiumsilikaattien hydratoitumisesta.

5 Lisäksi tämän keksinnön tehtävänä on tarjota hydraulinen sementtikoostumus, joka lujittuu varhain, mutta on silti pysyvä korkeissa lämpötiloissa ja kestää hiilidioksidin hajottavaa vaikutusta.

10 Nämä ja muuta tehtävät, jotka käyvät selviksi seuraavasta kuvauksesta, voidaan ratkaista laajentumattomalla, ettringiittiä muodostavalla hydraulisella sementillä, joka hydrataation jälkeen lämpötilassa n. 18 - n. 66°C muodostaa olennaisesti kaiken potentiaalisesta ettringiitistään n. 5 - n. 20 minuutissa veteen sekoittamisen
15 jälkeen, ja josta saadaan nopeasti kovettuva sementtituote, joka kestää hiilidioksidin hajottavaa vaikutusta, on pysyvä korkeissa lämpötiloissa ja omaa varhaisen lujuuden. Tälle keksinnön mukaiselle hydrauliselle sementille on tunnusomaista, että se sisältää n. 72 - n. 80
20 paino-% portlandsementtiä, n. 14 - n. 21 paino-% alumiinaattisementtiä, jonka pinta-ala on vähintään 3000 cm²/g, edullisesti 4000 - 9000 cm²/g, n. 3,5 - n. 10 paino-% kalsiumsulfaattia ja n. 0,4 - n. 0,7 paino-% sammutettua kalkkia.

25 Alumiinaattisementti, jota myös kutsutaan alumiinisementiksi, sisältää n. 36-42 % Al₂O₃. Sen tärkeimmät yhdisteet muodostuvat erilaisista kalsiumaluminaateista, lähinnä CA:sta. Alumiinioksidin määrä, joka alumiinaattisementissä on muutettavissa ettringiitiksi riittävän lyhyessä ajassa veteen sekoittamisen jälkeen synnyttämään
30 varhaisen kovettumisen, riippuu ensisijaisesti erittäin hienojakoisten alumiinaattihiukkasten määrästä, joka pysyy liukenemaan sekoitusveteen. Nopea reaktio edellyttää, että sementtiseoksen vesifaasissa on alumiinaatti-ioneja.
35 CA:n, C:n ja CS:n reaktio ettringiitiksi tapahtuu nopeasti, jos hyvin pienet alumiinaattihiukkaset ja/tai matalassa sulamislämpötilassa muodostuneet kiteet pitävät vesifaasin jatkuvasti kyllästystilassa. Siten toivottavia ovat

suuri määrä aluminaattisementtiä, jossa hienojakoisten hiukkasten prosentuaalinen osuus on pieni, tai pieni määrä sementtiä, jossa hienojakoisten hiukkasten prosentuaalinen osuus on suuri. Aluminaattisementin uudelleen-
5 jauhatus hienojakoisemmaksi mahdollistaa suuremman alumiinioksidimäärän käytön ettringiitin muodostamiseksi lyhyessä ajassa. Aluminaattisementin pinta-ala voi olla välillä n. 3000, tavallisemmin 4000 cm²/g ja n. 9000 cm²/g mitattuna Blaine-menetelmällä. Aluminaattisementin
10 määrä tämän keksinnön sementtijauheessa on suositeltavasti n. 14 - n. 18 % ja suositeltavimmin n. 15 - n. 17 %.

Kalsiumsulfaatin määrä tämän keksinnön hydraulisessa sementissä on säätelevä tekijä ettringiitin muodostamisessa hydraation avulla. Kalsiumsulfaatti voi olla kipsin, hemihydraatin, anhydriitin tai synteettisen C $\bar{S}$:n
15 muodossa. Koska kalsiumsulfaatti on hydrataatioreaktioissa liukenevin reaktantti, sen hiukkaskoko ei ole hydrataationopeuden kannalta kovinkaan tärkeä. Se kuluu olennaisesti kokonaan. Suositeltava kalsiumsulfaattimäärä on n. 4 -
20 n. 8 %. Suositeltavammin määrä on n. 5 - n. 7 %. Voidaan käyttää puhtaudeltaan vaihtelevaa kipsiä, esim. lannoitteena käytettävää, hienoksi jauhettua kipsiä ja terra albaa, mutta minimipuhkaus n. 90 % on toivottavaa.

Suosittelava on portlandsementti tyyppi III. Voidaan käyttää portlandsementtiä tyyppi I, mutta laastin tai betonin lujuus keskinkertaisen kypsymisen jälkeen on pienempi. Portlandsementin suositeltava määrä on n. 73 -
25 n. 76 %, erityisesti n. 74 - n. 75 %. Kuten aluminaattisementilläkin portlandsementin, kipsin ja kalkin Blaine-arvot voivat olla alueella 3000-9000 cm²/g. Suositeltava alue portlandsementille on n. 5000 - n. 6000 cm²/g.
30

Sementtijauheen suositeltava formulaatti sisältää n. 0,5 - n. 0,7 % sammutettua kalkkia. Erityisen suositeltava jauheseos sisältää olennaisesti n. 74,8 % portlandsementtiä tyyppi III, n. 17 % aluminaattisementtiä, n. 7,5 %
35

lannoitekipsiä (ts. n. 5,3 % kalsiumsulfaattia) ja n. 0,65 % sammutettua kalkkia.

Kun sementtilevyjä käytetään sisä rakenteissa, esim. laattojen kiinnitysalustana, sisäkattolevyinä tai lattioiden ja vastaavien alustana, on toivottavaa käyttää kevyttä runkoainetta levyjen saamiseksi mahdollisimman kevyiksi siten, että ne säilyttävät lujuutensa. Tämän keksinnön sementtikoostumuksiin voidaan myös lisätä keveitä runkoaineita kuten masuunikuonaa, vulkaanista tuffia, hohkakiveä ja savikiven, perliitin, saven ja vermikuliitin paisutettuja muotoja. Hyvin käyttökelpoisia ovat myös polystyreenisolumuovihelmet ja vaahdotusaineet ilman pidättämiseksi kovettuneessa laastissa. Tämän keksinnön sementtikoostumukset voivat kuitenkin myös sisältää hiekkaa, soraa ja muita raskaampia runkoaineita valmistettaessa muita tuotteita tai raskaita sementtilevyjä, joita käytetään verhoiluseininä ja vastaavina. Joskin hiukkaskokojakauden on oltava melko leveä runkoaineen tiiviin pakkautumisen estämiseksi, sementtilevyjen valmistuksessa käytetyn runkoaineen maksimikoon on oltava noin kolmannes levyn paksuudesta. Mineraalirunkoaineen ja sementtijauheen painosuhte voi olla välillä n. 0,9:1 ja n. 6:1, mutta valmistettaessa sementtilevyjä suhde on mieluiten enintään n. 3:1. Esim. masuunikuonan ja sementtijauheen painosuhte on mieluiten välillä n. 1:1 ja n. 2:1.

Tämän keksinnön sementtikoostumuksiin kuuluvat hydraulinen sementti, ts. sementti ja siitä valmistettavat erilaiset betonit, rappauslaastit ja juoksevat laastit. Sementtikoostumuksiksi sekoitettavan veden ja sementtijauheen suhde voi vaihdella painon mukaan n. 0,25:1... n. 0,8:1 suositeltavan suhteen ollessa n. 0,3:1...n. 0,5:1. Veden määrä määräytyy ainakin osittain kunkin komponentin affiniteetista veteen ja komponentin pinta-alasta. Tämän keksinnön sementtikoostumukset voivat myös sisältää potso-
laaniaineksia kuten lentotuhkaa, montmorillonitiittisavea,

piimaata ja hohtakiveä. Määrä voi olla jopa n. 25 % sementtijaauheen painosta, mutta suosisteltava määrä on n. 5 - n. 20 %. Laskettaessa tarvittavan veden määrä on otettava huomioon lentotuhkan suuri vedentarve.

- 5 Valumenettelyissä, joissa halutaan käyttää olennaisesti itsetasoituvaa betonia tai laastia, jonka veden ja sementin suhteen on kuitenkin oltava pieni lujan, kovettuneen aineksen saamiseksi esim. valmistettaessa sementtilevyjä jatkuvasti liikkuvalla hihnakuuljettimella, on suositeltavaa käyttää veden määrää vähentävää ainetta tai
- 10 plastisointiainetta. Naftaleenin ja formaldehydin kondensointituotteen sulfonihapon natriumsuola, jota myydään kauppanimellä LOMAR D ja PROTEX, tunnetaan superplastisointiaineena. Toinen esimerkki superplastisointiaineista
- 15 on vesiliukoinen polymeeri, joka on melamiinin ja formaldehydin kondensointituote ja myydään kauppanimellä MELMENT.

- Sementtilevyjen valmistus tapahtuu siten, että tämän keksinnön hydraulinen sementti, vesi, runkoaine, esim. masuunikuona, ja laastin muut aineosat panostetaan jatkuva-
- 20 toimiseen sekoituslaitteeseen syöttövälineiden avulla, jotka on kalibroitu annostelevaan aineosat yllä kuvatuissa suhteissa. Sekoitusveden lämpötila on n. 30 - n. 60 °C ja sekoituslaitteesta poistuvan laastin lämpötila on n. 18 - n. 43 °C, mieluiten n. 32 °C tai korkeampi.

- 25 Ettringiitin muodostuminen päättyy olennaisesti noin viidestä minuutista noin kahteenkymmeneen minuuttiin sekoittamisesta laastin lämpötilassa n. 18 - n. 66 °C. Laastin lopullinen kovettuminen, joka olennaisesti johtuu ettringiitin ja C_3AH_6 :n muodostumisesta, tapahtuu n. 9 - n. 25
- 30 minuutissa sekoitushetkestä laskien. Kun laastiseoksesta, joka on tarkoitettu muodostamaan 100 osaa ettringiittiä, on poistunut 46 osaa sekoitusvettä, suuri osa sekoitusvedestä kuluu nopeasti ja laasti jääkistyy. Tämä ja sen lisäksi C_3AH_6 :n muodostuminen aiheuttavat laastin varhaisen kovettumisen. Ettringiitin ja C_3AH_6 :n nopea muodostu-
- 35

minen tekee levyn varhaisessa vaiheessa niin lujaksi, että levyt voidaan tällaisessa varhaisessa vaiheessa leikata ja pinota päällekkäin. Pinottujen levyjen kovettumassa syntyy jatkuvasti lämpöä. Kun pino, jossa oli 40 levyä, 5 paksuus 4 cm, ja joka oli peitetty kostean ilmakehän ylläpitämiseksi, seisotettiin ympäristölämpötilassa (14°C), lämpötila pinon sisässä kohosi maksimiarvoon 96°C n. 15 tunnissa. Näin syntynyt lämpö ei heikennä levyn lujuutta ja koska ettringiitin muodostuminen on päättynyt ennen 10 lämpötilan kohoamista, ettringiitin lievä hajoaminen mahdollisessa lämpötilassa ei huononnut levyn lopullista lujuutta.

Seuraavat esimerkit selventävät tämän keksinnön hydraulisia sementtejä, jotka ovat käyttökelpoisia sementtilevyjen valmistuksessa. Jollei muuta ilmoiteta, kaikki 15 osat ovat painon mukaan.

Esimerkki 1

Sekoitettiin sementtijauhe, jossa oli 75 osaa portlandsementtiä tyyppi III, 19 osaa aluminaattisementtiä, 5,5 osaa lannoitekipsiä (3,9 osaa kalsiumsulfaattia) 20 ja 0,5 osaa sammutettua kalkkia, sekä 100 osaa paisutettua masuunikuonaa, 35 osaa kylmää vettä ja 1 osa superplastisointiainetta (Lomar D) ja laastista valettiin 5 cm:n kuutioita Gillmore-kovettumisajat olivat 62 minuuttia (alku) ja 108 minuuttia (loppu). Valettiin kaksi erää kuutioita, toinen kontrollina ja toinen lämpöstabiilisuuden 25 testausta varten. Lämpökäsittelyyn aiotut kuutiot säilytettiin huoneenlämpötilassa kosteassa ilmassa ennen lämpökäsittelyn aloittamista ja kontrollikuutiot säilytettiin samalla tavoin ennen puristuslujuuden testausta. Yksi kuutio asetettiin 1 vrk, 7 vrk ja 28 vrk sekoitusveden li- 30 säämisen jälkeen 24 tunniksi lämpökaappiin, jona lämpötila pidettiin $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ja sitten kuutio poistettiin ja annettiin jäähtyä huoneenlämpötilaan. Lämpökäsittelystä kuutiosta ja yhtä vanhasta kontrollikuutiosta määritettiin 35 puristuslujuus. Taulukosta I ilmenevät tulokset osoittavat,

että lämpökäsittely ei niinkään heikennä, vaan pikem-
minkin lujittaa kovettunutta laastia.

Taulukko 1

	Lämpökäsittely	Puristuslujuus MPa	Muutos %
5	1 vrk	54,30	+22,45
	kontrolli	44,34	
	7 vrk	55,68	+10,43
	kontrolli	50,42	
	28 vrk	63,95	+13,11
10	kontrolli	56,54	

Esimerkit 2-6

Valmistettiin kuusi itsetasoittuvaa laastia sekoit-
tamalla sementtejä, joiden formulaatit ilmenevät taulu-
kosta II, ja 298 ml sekoitusvettä, jossa oli 13,9 ml
15 superplastisointiainetta (Protex PSP-N2, joka on nafta-
leenin ja formaldehydin kondensoitintituotteen natriumsul-
fonaatti, kiinteäainepitoisuus 40 %).

Taulukko II

	Komponentti	Esimerkki nro				
		2	3	4	5	6
20	Portlandsementti tyyppi III, merkki Peerless	79,5	77,5	75,5	72	76,45
	Aluminaattisementti					
25	merkki Lumnite	14,0	16,0	18,0	17,5	17,41
	Kalsiumsulfaatti*	6,0	6,0	6,0	10,0	5,47
	Sammutettu kalkki	0,5	0,5	0,5	0,5	0,67
	Masuunikuona	100	100	100	100	100

* Lisätty lannoitekipsinä, sisältää 71,7 % CS

30 Sekoitusvesi ja kaikki komponentit oli ennalta läm-
mitetty 38 °C:seen. Gillmore-kovettumisaikojen alku- ja
loppuarvot määritettiin yhdellä sarjalla kuutioita. Muut
kuutiosarjat kovetettiin kosteassa ilmassa 38 °C:ssa
30 minuuttia ja sitten 23 °C:ssa taulukosta III ilmenevien
35 kovettumisjaksojen loppuajan ennen puristuslujuuden tes-

- taamista ASTM C 109-80 mukaan. Lopuksi sarja kuutioita kovetettiin 20 tuntia kosteassa ilmassa (30 minuuttia 38 °C:ssa ja 19,5 tuntia 23 °C:ssa) ja sitten kuutiot upotettiin veteen lämpötilassa 23 °C 7 vuorokauden jakson loppuajaksi. Esimerkin 5 laastin tiheys oli 2,09 g/cm³, muilla laasteilla oli samantapainen tiheys. Kovettumisajat ja puristuslujuudet ilmenevät taulukosta III.

Taulukko III

10	Esim.	Kovettumisaika		Puristuslujuus MPa				
	nro	(min)		1 h	3 h	24 h	7 vr	
		Alku	Loppu				Kostea	Veden
							ilma	alla
15	2	7	14	12,17	17,17	40,09	53,45	53,97
	3	4	15	15,90	16,38	28,79	52,41	50,52
	4	5	9	17,17	18,45	25,81	46,38	45,52
	5	5	13	14,24	20,07	46,21	53,79	55,52
	6	6	9	17,55	19,97	26,37	50,86	48,97

Esimerkki 7

- Sementtilevy valmistettiin jatkuvasti sekoitetusta laastista, jossa veden ja sementtijauheen painosuhte oli 0,35:1. Sementtijauheessa oli 73 paino-% portlandsementtiä tyyppi III, 16,6 paino-% aluminaattisementtiä, 7,3 paino-% lannoitekipsiä (5,2 paino-% C₃S:ää), 2,4 paino-% lentotuhkaa luokka C ja 0,7 paino-% CH₂:ta. Laasti sisälsi myös masuunikuonaa, superplastisointiainetta, vaahdotusainetta ja polystyreenisolumuovihielmiä. Jatkuvan levyn paloittelun jälkeen yksittäiset sementtilevyt pinottiin ja peitettiin jatkokovettumisen ajaksi. Kun pinon oli annettu kovettua 7 vrk, pinoista otettiin levynäytteitä, jotka varastoitettiin 2 kuukautta ja asetettiin sitten hiilidioksidikammioon, jossa kaasukehä oli 100-prosenttista hiilidioksidia ja jossa lisäksi oli sellainen määrä vesihöyryä, että suhteellinen kosteus 23 °C:ssa oli 95 %. Kun hiilidioksidi oli saanut vaikuttaa neljä viikkoa, levyjen keskimääräinen painonlisäys oli 7,2 % ja murtomoduuli n. 95 % arvosta

ennen testausta. Levyjen iskunkestävyyttä neliviikkoisen hiilidioksidikäsitteilyn jälkeen ei mitattu.

Joskin on kuvattu useita tämän keksinnön toteuttamismuotoja, on selvää, että keksintöä voidaan modifioida
5 oheisten patenttivaatimusten hengessä ja piirissä.

Patenttivaatimukset

1. Laajentumaton, ettringiittiä muodostava hydraulinen sementti, josta saadaan sementtituote, joka kestää
5 hiilidioksidin hajottavaa vaikutusta, on pysyvä korkeissa lämpötiloissa ja omaa suuren varhaislujuuden, t u n n e t t u siitä, että se sisältää n. 72 - n. 80 paino-% portlandsementtiä, n. 14 - n. 21 paino-% aluminaattisementtiä, jonka pinta-ala on vähintään $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$, edullisesti
10 $4000 - 9000 \text{ cm}^2/\text{g}$, n. 3,5 - n. 10 paino-% kalsiumsulfaattia ja n. 0,4 - n. 0,7 paino-% sammutettua kalkkia.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hydraulinen sementti, t u n n e t t u siitä, että portlandsementin määrä on n. 73 - n. 76 %, aluminaattisementin määrä n.
15 14 - n. 18 %, kalsiumsulfaatin määrä n. 4 - n. 8 % ja sammutetun kalkin määrä n. 0,5 - n. 0,7 %.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hydraulinen sementti, t u n n e t t u siitä, että se sisältää n. 74 - n. 75 % portlandsementtiä, n. 15 - n. 17 % aluminaattisementtiä, n. 5 - n. 7 % kalsiumsulfaattia ja n. 0,5 - n. 0,7 %
20 sammutettua kalkkia.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hydraulinen sementti, t u n n e t t u siitä, että se sisältää n. 74,8 % portlandsementtiä, n. 17 % aluminaattisementtiä, n. 5,3 %
25 kalsiumsulfaattia ja n. 0,65 % sammutettua kalkkia.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hydraulinen sementti, t u n n e t t u siitä, että portlandsementti on tyyppiä III.

6. Laajentumaton, ettringiittipitoinen sementtikoostumus, t u n n e t t u siitä, että se muodostuu hydraulisen sementin hydrataatiotuotteista, joka hydraulinen sementti sisältää n. 72 - n. 80 paino-% portlandsementtiä, n. 14 - n. 21 paino-% aluminaattisementtiä, jonka pinta-ala on vähintään $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$, edullisesti $4000 - 9000$
30 cm^2/g , n. 3,5 - n. 10 paino-% kalsiumsulfaattia ja n. 0,4 - n. 0,7 paino-% sammutettua kalkkia.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen koostumus, t u n-
n e t t u siitä, että hydraulinen sementti sisältää n.
73 - n. 76 % portlandsementtiä, n. 14 - n. 18 % aluminaat-
tisementtiä, n. 4 - n. 8 % kalsiumsulfaattia ja n. 0,5 -
5 n. 0,7 % sammutettua kalkkia.

8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen koostumus, t u n-
n e t t u siitä, että hydraulinen sementti sisältää n.
74 - n. 75 % portlandsementtiä, n. 15 - n. 17 % aluminaat-
tisementtiä, n. 5 - n. 7 % kalsiumsulfaattia ja n. 0,5 -
10 n. 0, 7 % sammutettua kalkkia.

9. Patenttivaatimuksen 6 mukainen koostumus, t u n-
n e t t u siitä, että hydraulinen sementti sisältää n.
74,8 % portlandsementtiä, n. 17 % aluminaattisementtiä,
n. 5,3 % kalsiumsulfaattia ja n. 0,5 - n. 0,7 % sammutet-
15 tua kalkkia.

10. Jonkin patenttivaatimuksista 6 - 9 mukainen
koostumus, t u n n e t t u siitä, että se on sementtile-
vyn muodossa, joka on valmistettu laajentumattomasta se-
mentistä.

Patentkrav

1. Icke-expansiv, ettringsitproducerande hydraulisk cement, vilken producerar en cementprodukt som mot-
5 står koldioxidattack, är stabil vid höga temperaturer och uppnår högstyrka tidigt, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innehåller ca 72 - ca 80 vikt-% portlandcement, ca 14 - ca 21 vikt-% aluminatcement med en area av åtminstone $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$, företrädesvis $4000 - 9000 \text{ cm}^2/\text{g}$,
10 ca 3,5 - ca 10 vikt-% kalciumsulfat och ca 0,14 - ca 0,7 vikt-% släckt kalk.

2. Hydraulisk cement enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att mängden portlandcementet är ca 73 - ca 76 %, mängden aluminatcement ca 14 -
15 ca 18 %, mängden kalciumsulfat ca 4 - ca 8 % och mängden släckt kalk ca 0,5 - ca 0,7 %.

3. Hydraulisk cement enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innehåller ca 74 -
ca 75 % portlandcement, ca 15 - ca 17 % aluminatcement,
20 ca 5 - ca 7 % kalciumsulfat och ca 0,5 - ca 0,7 % släckt kalk.

4. Hydraulisk cement enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innehåller ca
74,8 % portlandcement, ca 17 % aluminatcement, ca 5,3 %
25 kalciumsulfat och ca 0,65 % släckt kalk.

5. Hydraulisk cement enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att portlandcementen är
av typ III.

6. Icke-expansiv, ettringshaltig cementkomposition, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar
30 hydratiseringsprodukterna av en hydraulisk cement som innehåller ca 72 - ca 80 vikt-% portlandcement, ca 14 -
ca 21 vikt-% aluminatcement med en area av åtminstone $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$, företrädesvis $4000 - 9000 \text{ cm}^2/\text{g}$, ca 3,5 -
35 ca 10 vikt-% kalciumsulfat och ca 0,4 - ca 0,7 % släckt kalk.

7. Komposition enligt patentkravet 6,
k ä n n e t e c k n a d därav, att den hydrauliska ce-
menten innehåller ca 73 - ca 76 % portlandcement, ca
14 - ca 18 % aluminatcement, ca 4 - ca 8 % kalciumsul-
5 fat och ca 0,5 - ca 0,7 % släckt kalk.

8. Komposition enligt patentkravet 6,
k ä n n e t e c k n a d därav, att den hydrauliska ce-
menten innehåller ca 74 - ca 75 % portlandcement, ca
15 - ca 17 % aluminatcement, ca 5 - ca 7 % kalciumsul-
10 fat och ca 0,5 - ca 0,7 % släckt kalk.

9. Komposition enligt patentkravet 6,
k ä n n e t e c k n a d därav, att den hydrauliska ce-
menten innehåller ca 74,8 % portlandcement, ca 17 % alumi-
natcement, ca 5,3 % kalciumsulfat och ca 0,5 - ca 0,7 %
15 släckt kalk.

10. Komposition enligt något av patentkraven
6 - 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att den är i
form av en cementplatta som framställts av en icke-expan-
siv cement.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan liittotasavalta-
Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 239 715 (C 04 b 7/00).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Iso-Britannia-Storbritannien(GB)
1 083 727 (C 04 b 13/00). USA(US) 4 131 474 (B 28 B 7/34).