

CUR-Aanbeveling 116:2012

AEC-granulaat als toeslag- materiaal voor beton



Processed municipal incinerator bottom ash as aggregate
for concrete

Aanbeveling 116

AEC-granulaat als toeslagmateriaal voor beton

Processed municipal incinerator bottom ash as aggregate for concrete

Met het verschijnen van deze CUR-Aanbeveling wordt voorzien in de noodzakelijke aanvullende technische regelgeving op NEN-EN 1992-1-1, NEN-EN 206-1 + NEN 8005 en NEN 6722/NEN-EN 13670. Aangenomen mag worden dat toepassing van deze bepalingen in combinatie met NEN 1992-1-1 zal leiden tot het geëiste betrouwbaarheidsniveau van bouwconstructies conform het Bouwbesluit.

Een CUR-Aanbeveling geeft marktpartijen de mogelijkheid om af te spreken hoe om te gaan met de toepassing van een bepaald materiaal. Het document voorziet in de behoefte aan spelregels om praktijkervaring op te kunnen doen met nieuwe materialen of technieken. Een CUR-Aanbeveling is geen norm, die langdurige praktijkervaring omzet in eisen en toetsingsmethoden. Een CUR-Aanbeveling kent echter, net als normen, een vast omschreven onderwerp en toepassingsgebied waardoor het gebruik tot bepaalde toepassingen kan worden beperkt.

De bodemas die traditioneel vrijkomt bij afvalenergiecentrales (AEC), voorheen genaamd afvalverbrandingsinstallaties (AVI), kan door een bewerking geschikt worden gemaakt voor de ongebonden toepassing in grond- en wegenbouwkundige werken (AEC-bodemas). Door *aanvullende* bewerking kan deze AEC-bodemas geschikt worden gemaakt voor toepassing als toeslagmateriaal voor beton (AEC-granulaat). Om de gebruikers van AEC-granulaat de gewenste informatie te verschaffen over de consequenties van gedeeltelijke vervanging van traditioneel toeslagmateriaal door AEC-granulaat, is onder verantwoordelijkheid van CUR-voorschriftencommissie 89 'AEC-granulaat in beton' onderzoek hiernaar uitgevoerd.

Bij de aanvang van dit onderzoek bestond met name interesse in gedeeltelijke vervanging van grind en gedeeltelijke vervanging van zand en grind, hetgeen de opzet van het uitgevoerde onderzoek heeft bepaald. Daarom heeft alleen (gedeeltelijke) zandvervanging door AEC-granulaat onvoldoende aandacht gekregen om regelgeving hiervoor op te stellen.

De resultaten van het uitgevoerde onderzoek naar betontechnologische, constructieve en duurzaamheidsaspecten zijn weergegeven in CUR-rapport 234 'AEC-granulaat als toeslagmateriaal voor beton'. Dit achtergrondrapport heeft gediend als basis voor de door CUR-voorschriftencommissie 89 opgestelde aanvullende regelgeving in deze CUR-Aanbeveling. Er heeft nog geen praktijktoets plaatsgevonden van de verkregen resultaten uit voornoemd laboratoriumonderzoek.

In bijlage B is een procedure opgenomen waarmee kan worden beoordeeld of een AEC-granulaat dat niet (volledig) past binnen de in deze CUR-Aanbeveling gestelde eisen toch geschikt is voor de beoogde toepassing. Resultaten van dergelijk onderzoek kunnen aanleiding zijn om de geformuleerde eisen in deze CUR-Aanbeveling te herzien.

Op het moment van publicatie van deze CUR-Aanbeveling was de samenstelling van CUR-voorschriftencommissie 89 als volgt: ing. R.T. de Vree (voorzitter), ing. J. van der Borm, prof. dr. ir. K. van Breugel (corresponderend lid), F. Gabriëls, A. Hoenselaar, ing. A.C. Kok, R. Leunenberg, drs. D. van Mechelen, H.H.M. Soen, drs. E. Vega (coördinator), dr. ir. G. van der Wegen (rapporteur).

L. Baaten, ir. P.J. Bleeker, ing. H. van Craaikamp en ing. P. Leenders maakten eerder deel uit van de commissie.

NEN/CUR-commissies 351 001 09/VC20 "TGB-Betonconstructies", 353 039/VC12 "Beton", 353 154/VC13 "Korrelvormige materialen" en 351 085/VC18 "Uitvoering van betonconstructies" stemmen in met de inhoud van deze CUR-Aanbeveling.

Inhoud

| | | |
|-----------|---|----------|
| 1 | Onderwerp en toepassingsgebied | 3 |
| 1.1 | Onderwerp | 3 |
| 1.2 | Toepassingsgebied | 3 |
| 2 | Termen en definities | 5 |
| 3 | Eisen te stellen aan AEC-granulaat | 5 |
| 3.1 | Bij toepassing in beton met wapening en/of constructieve toepassing | 5 |
| 3.2 | Bij toepassing in beton zonder wapening en zonder constructieve toepassing | 6 |
| 3.3 | Afwijkende eisen | 6 |
| 4 | Aangepaste materiaaleigenschappen en rekenregels voor beton met constructieve toepassingen | 6 |
| 4.1 | Aanpassing van materiaaleigenschappen | 6 |
| 4.1.1 | Kruipcoëfficiënt | 6 |
| 4.1.2 | Krimpverkorting | 6 |
| 4.1.3 | Spanning-rekrelaties voor het berekenen van dwarsdoorsneden | 7 |
| 4.2 | Aanpassing van rekenregels | 7 |
| 4.2.1 | Fictieve elasticiteitsmodulus | 7 |
| 4.2.2 | Vermoeiing | 7 |
| 4.2.3 | Betonconstructies met lichte toeslagmaterialen | 7 |
| 4.2.4 | Kruip- en krimpvervorming | 7 |
| 5 | Administratieve en uitvoeringstechnische bepalingen | 7 |
| 6 | Vervaardigen van beton | 7 |
| | Titels van vermelde normen | 7 |
| | Literatuur | 8 |
| Bijlage A | Beproevingsmethode metallisch aluminium en zink | 9 |
| Bijlage B | Procedure voor aantonen geschiktheid AEC-granulaat | 10 |

1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1 Onderwerp

Deze CUR-Aanbeveling bevat aanvullende regels op basis waarvan AEC-granulaat kan worden toegepast als gedeeltelijke vervanging van grind of als gedeeltelijke vervanging van zand én grind in niet-voorgespannen beton.

Toelichting

Met zand en grind wordt bedoeld toeslagmateriaal voor beton conform NEN-EN 12620 met een volumieke massa van ten minste 2000 kg/m³.

1.2 Toepassingsgebied

Deze CUR-Aanbeveling is, in aanvulling op NEN-EN 1992-1-1, NEN-EN 206-1 + NEN 8005 en NEN-EN 12620 + NEN 5905, bedoeld te worden toegepast bij de gedeeltelijke vervanging van alleen grind of van zand én grind door overeenkomend gegradeerde fractie(s) AEC-granulaat in niet-voorgespannen beton.

Zowel het percentage zand als grind dat mag worden vervangen door overeenkomstige fracties AEC-granulaat bedraagt maximaal 20% (V/V) voor beton met wapening en/of een constructieve toepassing en maximaal 50% (V/V) voor beton zonder wapening en zonder constructieve toepassing. Toepassing in voorgespannen beton is niet toegestaan.

Toelichting

Omdat nog te weinig bekend is over de invloed van AEC-granulaat op de waterstofbroosheid van voorspanstaal wordt de toepassing in beton met voorspanstaal vooralsnog niet toegestaan.

Deze CUR-Aanbeveling is van toepassing voor de sterkteklassen C12/15 tot en met C30/37.

Deze CUR-Aanbeveling is van toepassing op alle milieuklassen volgens NEN-EN 206-1 + NEN 8005, waarbij in milieuklasse XA alleen XA1 is toegestaan.

Het toepassingsgebied wordt voor beton met constructieve toepassing wat betreft de volgende aspecten nader beperkt:

- a. Deze Aanbeveling is van toepassing op betonconstructies waarvoor geldt dat de vereiste brandweerstand met betrekking tot bezwijken ten hoogste gelijk is aan 30 minuten.

Toelichting

Deze beperking van het toepassingsgebied is aangehouden vanwege onbekendheid ten aanzien van het gedrag van beton met AEC-granulaat. Zodra nadere informatie over het gedrag van beton met AEC-granulaat bij brand beschikbaar is, kan deze beperking in het toepassingsgebied worden beoordeeld en zonodig worden aangepast.

- b. Milieuklassen

In milieuklassen XD en XS dient bij gebruik van AEC-granulaat als cementsoort CEM II/B-V of CEM III/B te worden toegepast.

Voor milieuklasse XF is de geschiktheid aangetoond bij een vervangingspercentage tot 20% (V/V).

AEC-granulaat dient te worden beschouwd als potentieel ASR-reactief. Hierop is CUR-Aanbeveling 89 van toepassing.

**Toelichting**

Een CUR-Aanbeveling geeft marktpartijen de mogelijkheid om af te spreken hoe om te gaan met de toepassing van een bepaald materiaal. Het voorziet in de behoefte aan spelregels om praktijkervaring op te kunnen doen. Een CUR-Aanbeveling is geen norm, die langdurige praktijkervaring omzet in eisen en toetsingsmethoden. Een CUR-Aanbeveling is daarom geen vrijbrief voor een algemeen gebruik van een bepaald materiaal.

2 Termen en definities

AEC-bodemas

Bodemas die resteert na verbranding van huishoudelijk en bedrijfsafval in een afvalverbrandingsinstallatie en die na afkoelen en tussenopslag als ruwe bodemas diverse opwerkingsstappen heeft ondergaan, zoals zeven en het verwijderen van ferro- en non-ferrometalen.

AEC-granulaat

AEC-bodemas die door aanvullende bewerking(en) geschikt is gemaakt voor toepassing als toeslagmateriaal voor beton.

3 Eisen te stellen aan AEC-granulaat

3.1 Bij toepassing in beton met wapening en/of een constructieve toepassing

AEC-granulaat moet bij toepassing in beton met wapening en/of een constructieve toepassing voldoen aan NEN-EN 12620 + NEN 5905, met de volgende afwijkende eisen volgens tabel 1.

Tabel 1 Aanvullende eisen aan AEC-granulaat in beton met wapening en/of een constructieve toepassing

| eigenschap | eenheid | beproevingsmethode | eis aan fijn toeslagmateriaal (D ≤ 4 mm) | eis aan grof toeslagmateriaal (D ≥ 4 mm) |
|---|-------------------|----------------------------|--|--|
| gehalte zeer fijn (< 63 μm) | % (m/m) | NEN-EN 933-1 | ≤ 10 | ≤ 4 |
| dichtheid droge korrels (ρ _d) | kg/m ³ | NEN-EN 1097-6 | ≥ 2100 | ≥ 2200 |
| sulfaatgehalte (SO ₃) | % (m/m) | NEN-EN 1744-1 Clause 12 | ≤ 0,8 ¹⁾ | ≤ 0,8 |
| chloridegehalte | % (m/m) | NEN-EN 1744-1 Clause 7 | op te geven door producent | op te geven door producent |
| vertraging bindtijd | minuten | NEN-EN 1744-6 | ≤ 120 | ≤ 120 |
| alkaligehalte (Na ₂ O-eq) | % (m/m) | NEN-EN 196-2 | ≤ 0,2 ²⁾ | ≤ 0,2 ²⁾ |
| gehalte metallisch Al+Zn | % (m/m) | bijlage A | ≤ 1,0 | ≤ 1,0 |
| gloeiverlies | % (m/m) | Standaard RAW Proef 28 | ≤ 5 | ≤ 5 |
| verbrijzelingsweerstand (LA-waarde) | % (m/m) | NEN-EN 1097-2 | niet van toepassing | op te geven door producent |

¹⁾ Indien het sulfaatgehalte ligt tussen 0,8 en 1,5 % (m/m) SO₃ dan bestaan de volgende mogelijkheden:
a. toepassing van cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten, dat voldoet aan NEN-EN 197-1
b. toetsing totaalgehalte sulfaat op totaal gehalte toeslagmateriaal: moet ≤ 0,8 % (m/m) SO₃ zijn
c. aantonen geschiktheid conform 6.7 van CUR-Aanbeveling 48
²⁾ Indien alkaligehalte > 0,2 % (m/m) dan moet het alkaligehalte per partijlevering door de producent worden opgegeven

Bij toepassing in beton zonder wapening en zonder constructieve toepassing

De AEC-granulaat moet bij toepassing in beton zonder wapening en zonder constructieve toepassing voldoen aan NEN-EN 12620 + NEN 5905, met de volgende afwijkende eisen volgens tabel 2:

Tabel 2 Aanvullende eisen aan AEC-granulaat in beton zonder wapening en zonder constructieve toepassing

| eigenschap | eenheid | beproevingsmethode | eis aan zowel fijn als grof toeslagmateriaal |
|---|-------------------|-------------------------|--|
| gehalte zeer fijn (< 63 µm) | % (m/m) | NEN-EN 933-1 | ≤ 10 |
| dichtheid droge korrels (ρ_{rd}) | kg/m ³ | NEN-EN 1097-6 | ≥ 2000 |
| sulfaatgehalte (SO ₃) | % (m/m) | NEN-EN 1744-1 Clause 12 | ≤ 0,8 ¹⁾ |
| chloridegehalte | % (m/m) | NEN-EN 1744-1 Clause 7 | op te geven door producent |
| vertraging bindtijd | minuten | NEN-EN 1744-6 | ≤ 120 |
| alkaligehalte (Na ₂ O-eq) | % (m/m) | NEN-EN 196-2 | ≤ 0,2 ²⁾ |
| gehalte metallisch Al+Zn | % (m/m) | bijlage A | ≤ 1,0 |
| gloeiverlies | % (m/m) | Standaard RAW Proef 28 | ≤ 5 |
| verbrijzelingsweerstand (LA-waarde) | % (m/m) | NEN-EN 1097-2 | opgeven door producent alleen voor grove fractie |

¹⁾ Indien het sulfaatgehalte ligt tussen 0,8 en 1,5 % (m/m) SO₃ dan bestaan de volgende mogelijkheden:
 a. toepassing van cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten dat voldoet aan NEN-EN 197-1
 b. toetsing totaalgehalte sulfaat op totaal gehalte toeslagmateriaal: moet ≤ 0,8 % (m/m) SO₃ zijn
 c. aantonen geschiktheid conform 6.7 van CUR-Aanbeveling 48

²⁾ Indien alkaligehalte > 0,2 % (m/m) dan moet het alkaligehalte per partijlevering door de producent worden opgegeven

Opmerking

Bij vervangingspercentages tussen 20% (V/V) en 50% (V/V) kan een hogere krimpverkorting optreden dan aangegeven in 4.1.2.

3.3 Afwijkende eisen

Indien AEC-granulaat niet (volledig) voldoet aan de in deze CUR-Aanbeveling gestelde eisen, dan kan de geschiktheid voor toepassing ervan worden aangetoond met de procedure weergegeven in bijlage B.

4 Aangepaste materiaaleigenschappen en rekenregels voor beton met constructieve toepassingen

4.1 Aanpassing van materiaaleigenschappen

De constructieve eigenschappen van beton voor constructieve toepassingen zijn beschreven in NEN-EN 1992-1-1. In beton waarin maximaal 20% (V/V) van het grind of maximaal 20% (V/V) van het grind én maximaal 20% (V/V) van het zand is vervangen door de overeenkomend gegradeerde fractie(s) AEC-granulaat, dienen de onderstaande constructieve eigenschappen te worden aangepast ten opzichte van de waarden die in NEN-EN 1992-1-1 zijn beschreven.

4.1.1 Kruipcoëfficiënt

De waarde van de kruipcoëfficiënt, berekend volgens artikel 3.1.4(2) en 3.1.4(4) van NEN-EN 1992-1-1, moet zijn vermenigvuldigd met de factor:

- 1,1 indien maximaal 20% (V/V) van alleen het grind wordt vervangen door AEC-granulaat;
- 1,4 indien maximaal 20% (V/V) van het grind én maximaal 20% (V/V) van het zand wordt vervangen door AEC-granulaat.

4.1.2 Krimpverkorting

De waarde van de krimpverkorting, berekend volgens artikel 3.1.4(6) van NEN-EN 1992-1-1, moet zijn vermenigvuldigd met de factor:

- 1,1 indien maximaal 20% (V/V) van alleen het grind wordt vervangen door AEC-granulaat;
- 1,4 indien maximaal 20% (V/V) van het grind én 20% (V/V) van het zand wordt vervangen door AEC-granulaat.

4.1.3 **Spanning-rekrelaties voor het berekenen van dwarsdoorsneden**

De waarde voor ε_{c2} en ε_{c3} respectievelijk bepaald volgens artikel 3.1.7(1) en (2) van NEN-EN 1992-1-1, moet worden vermenigvuldigd met de factor 1,1 indien maximaal 20% (V/V) van het grind én 20% (V/V) van het zand wordt vervangen door AEC-granulaat.

4.2 **Aanpassing van rekenregels**

De rekenregels voor het toetsen van beton voor constructieve toepassingen zijn beschreven in NEN-EN 1992-1-1. In beton waarin maximaal 20% (V/V) van het grind of maximaal 20% (V/V) van het grind én maximaal 20% (V/V) van het zand is vervangen door de overeenkomend gegradeerde fractie(s) AEC-granulaat, dienen de onderstaande rekenregels te worden aangepast ten opzichte van de waarden die in NEN-EN 1992-1-1 zijn beschreven.

4.2.1 **Fictieve elasticiteitsmodulus**

De waarde van de fictieve elasticiteitsmodulus E_f , bepaald volgens 5.8.5 (1) en tabel NB-1 van NEN-EN 1992-1-1, moet zijn vermenigvuldigd met het quotiënt van $E_{cd,eff}$ van het beton met het AEC-granulaat en $E_{cd,eff}$ van het grindbeton met een gelijke druksterkte en de eigenschappen zoals beschreven in NEN-EN 1992-1-1, beide bepaald volgens 5.8.7.2(4) van NEN-EN 1992-1-1.

4.2.2 **Vermoeiing**

De rekenregels in 6.8 van NEN-EN 1992-1-1 zijn niet van toepassing bij beton waarin het grind en/of het zand zijn vervangen door AEC-granulaat.

4.2.3 **Betonconstructies met lichte toeslagmaterialen**

De rekenregels in hoofdstuk 11 van NEN-EN 1992-1-1 zijn niet van toepassing bij beton waarin het grind en/of het zand (gedeeltelijk) zijn vervangen door AEC-granulaat.

4.2.4 **Kruip- en krimpvervorming**

De rekenregels in bijlage B van NEN-EN 1992-1-1 zijn niet van toepassing bij beton waarin het grind en/of het zand (gedeeltelijk) zijn vervangen door AEC-granulaat.

5 Administratieve en uitvoeringstechnische bepalingen

Bestek

Op tekeningen, in het bestek en werkomschrijvingen moet worden aangegeven dat de betreffende betonconstructie geschikt is voor uitvoering in beton met AEC-granulaat en dat rekening is gehouden met de aanvullende bepalingen in deze CUR-Aanbeveling.

6 Vervaardigen van beton

Bij de vervaardiging van beton dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van poreuze bestanddelen in AEC-granulaat. Hierdoor kunnen de verwerkbaarheid en de verpompbaarheid van betonspecie sneller dan normaal teruglopen.

Titels van vermelde normen

| | |
|---------------------------|--|
| NEN-EN 196-3:2005+A1:2009 | Beproevingmethoden voor cement – Deel 3: Bepaling van begin en einde van de binding en bepaling van de vormhoudendheid |
| NEN-EN 196-2:2005 | Beproevingmethoden voor cement – Deel 2: Chemische analyse van cement |
| NEN-EN 197-1:2011 | Cement – Deel 1: Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria voor gewone cementsoorten |

| | |
|-------------------------------|--|
| NEN-EN 206-1+A1+A2:2005 | Beton – Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit |
| NEN-EN 933-1:2012 | Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 1: Bepaling van de korrelgrootteverdeling – Zeefmethode |
| NEN-EN 1097-2:2010 | Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysieke eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 2: Methoden voor de bepaling van de weerstand tegen verbrijzeling |
| NEN-EN 1097-6:2000/C1:2003 | Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysieke eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 6: Bepaling van de deeltjesdichtheid en de wateropname, inclusief wijzigingsblad A1:2005 |
| NEN-EN 1744-1:2009 | Beproevingmethoden voor de chemische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 1: Chemische analyse |
| NEN-EN 1744-6:2009 | Beproevingmethoden voor de chemische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 6: Bepaling van de invloed van een extract van gerecycled toeslagmateriaal op het begin van de binding van cement |
| NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 | Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, inclusief nationale bijlage NB:2011 |
| NEN-EN 12350-2:2009 | Beproeving van betonspecie – Deel 2: Zetmaat |
| NEN-EN 12350-5:2009 | Beproeving van betonspecie – Deel 5: Schudmaat |
| NEN-EN 12350-6:2009 | Beproeving van betonspecie – Deel 6: Volumieke massa |
| NEN-EN 12350-7:2009 | Beproeving van betonspecie – Deel 7: Luchtgehalte – Drukmethoden |
| NEN-EN 12390-3:2009 | Beproeving van verhard beton – Deel 3: Druksterkte van proefstukken |
| NEN-EN 12620:2002+A1:2008 | Toeslagmateriaal voor beton |
| NEN 13670:2009 | Het vervaardigen van betonconstructies |
| NEN 5905:2005+A1:2008 | Nederlandse aanvulling op NEN-EN 12620 “Toeslagmaterialen voor beton” |
| NEN 8005:2008 | Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1 Beton – Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit, inclusief wijzigingsblad A1:2011 |
| CUR-Aanbeveling 48:2010 | Procedures, criteria en beproevingsmethoden voor de toetsing van de geschiktheid van nieuwe cementen voor toepassing in beton en voor de gelijkwaardige prestatie van beton met vulstoffen |
| CUR-Aanbeveling 89 | Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silicareactie (ASR); tweede herziene uitgave, december 2006 |
| Standaard RAW Bepalingen:2010 | Beproevingmethoden Proef 28 Gloeiverlies, organisch-stofgehalte en CaCO ₃ -gehalte |
| ASTM C232 | ASTM C232 / C232M – 09 Standard Test Methods for Bleeding of Concrete |
| ASTM C403 | Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance |
| Literatuur | |
| CUR-rapport 234 | AEC-granulaat als toeslagmateriaal voor beton. Betontechnologische, constructieve en duurzaamheidsaspecten (achtergrondrapport). CURNET, Gouda, oktober 2012 |
| CUR-rapport 94-12 | Beoordeling van de constructieve consequenties van het toepassen van grindvervangende toeslagmaterialen in beton |

Bijlage A Beproevingsmethode metallisch aluminium en zink

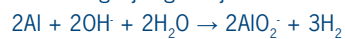
Inleiding

In het sterk alkalische milieu van beton lossen amfotere metalen zoals aluminium (Al) en zink (Zn) op onder vorming van waterstofgas (H₂). Zowel overmatige gasvorming in de speciefase als expansieve reacties aan metallisch aluminium in het verharde beton zijn ongewenst. Daarom wordt in deze CUR-Aanbeveling een maximum gehalte aan metallisch Al + Zn gesteld.

Principe

Metallisch aluminium (Al) en zink (Zn) lossen op in een sterk alkalisch milieu, onder vorming van waterstofgas (H₂). De gevormde hoeveelheid gas is een maat voor het gehalte aan metallisch Al + Zn.

De reactievergelijkingen zijn:



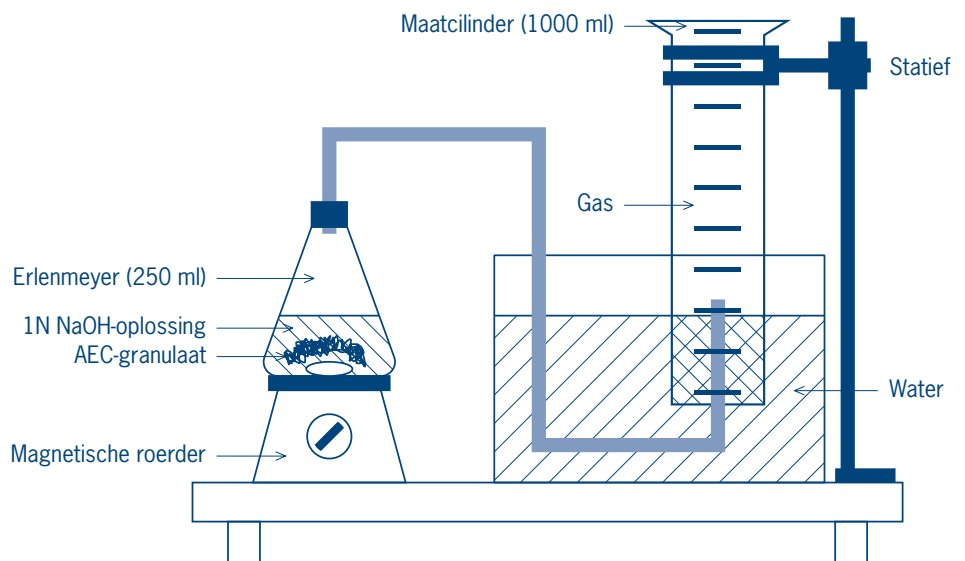
Monster

Het te onderzoeken monster AEC-granulaat wordt bij 110 ± 5 °C gedroogd tot constante massa. Indien de maximale korrel kleiner is dan 2 mm wordt hiervan een representatief deelmonster genomen van ca. 20 g.

Indien de maximale korrel groter is dan 4 mm, dan wordt van een monster van ten minste 500 g de fractie > 4 mm afgezeefd, gebroken tot < 4 mm en vervolgens weer samengevoegd met de eerder afgezeefde fractie < 4 mm. Van dit mengmonster wordt een representatief deelmonster van ca. 20 g genomen.

Benodigheden

Erlenmeyer van ca. 250 ml met stop-/slingaansluiting die uitmondt in een volledig met water gevulde maatcilinder van 1000 ml (met schaalverdeling van 10 ml) en die op zijn kop in een met water gevuld bekeerglas is geplaatst (zie figuur).



Figuur 1

Uitvoering

Breng ca. 20 g (m_0) monster in de Erlenmeyer. Voeg hier 200 ml 1N NaOH-oplossing aan toe. Doe de stop met het slangetje direct op de Erlenmeyer en zet de magnetische roerder aan. Meet regelmatig (bijvoorbeeld na $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4, ... uur) de hoeveelheid gevormd waterstofgas (V_t). Zorg daarbij dat bij het aflezen het waterniveau in de maatcilinder op gelijke hoogte is met dat in het bekeerglas (= atmosferische druk in maatcilinder). Dit vindt plaats door de maatcilinder in hoogte te verschuiven.

Zet de proef voort totdat geen waterstofgas meer wordt ontwikkeld. Bepaal dan de totale hoeveelheid gevormd waterstofgas op de hierboven omschreven wijze (V_t).

De proef mag worden uitgevoerd bij $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ of bij $55\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ (versneld).

Berekening gehalte metallisch Al

Omdat in AEC-granulaat het gehalte aan aluminium (Al) veel hoger is dan die aan zink (Zn), wordt de gemeten hoeveelheid gevormd waterstofgas (V_t in liters) als volgt omgerekend naar het gehalte metallisch aluminium:

$$\text{Gehalte metallisch Al} = \frac{2/3 \cdot (V_t/24,0) \cdot M_{\text{Al}} \cdot 100\%}{m_0}$$

Met $M_{\text{Al}} = 27,0\text{ g/mol}$ wordt dit:

$$\text{Gehalte metallisch Al} = 75,0 \cdot (V_t/m_0) \% \text{ m/m}$$

waarin:

V_t is de totale hoeveelheid gevormd waterstofgas (dm^3)

m_0 is de hoeveelheid monster AEC-granulaat toegevoegd aan de Erlenmeyer (g)

Bijlage B Procedure voor aantonen geschiktheid AEC-granulaat

Inleiding

De eisen gesteld in deze CUR-Aanbeveling zijn afgeleid uit het onderzoek dat is beschreven in het bijbehorende achtergrondrapport (CUR-rapport 234). Betreffend onderzoek kent beperkingen in de onderzochte bandbreedte van de eigenschappen van het AEC-granulaat en het toepassingsgebied. Zo zijn niet alle korrelgroepen beoordeeld en is het denkbaar dat een AEC-granulaat dat niet aan alle gestelde eisen van deze CUR-Aanbeveling voldoet, toch geschikt kan zijn voor de beoogde toepassing. Daarom is de navolgende procedure geformuleerd om het AEC-granulaat te karakteriseren en de invloed van gedeeltelijke vervanging van zand en/of grind op de betoneigenschappen vast te stellen.

Karakterisering AEC-granulaat

Het betreffende AEC-granulaat dient (per te leveren fractie) te worden gekarakteriseerd op de volgende eigenschappen:

- korrelverdeling conform NEN-EN 933-1;
- gehalte aan fijne bestanddelen conform NEN-EN 933-1;
- dichtheid en waterabsorptie conform NEN-EN 1097-6;
- gehalte chloriden en sulfaten conform NEN-EN 1744-1 (respectievelijk §8 en §12);
- gehalte aan alkaliën conform NEN-EN 196-2;
- gloeiverlies conform proef 28 van Standaard Bepalingen RAW;
- gehalte aan metallisch aluminium + zink conform bijlage A van deze CUR-Aanbeveling;
- bindtijdvertraging conform methode CUR-commissie B38 (extractie gedurende 24 uur van gemalen (< 125 µm) AV-granulaat met verzadigd kalkwater bij een massaverhouding 1:1; dit extract wordt gebruikt als aanmaakwater en vergeleken met leidingwater bij bindtijdbepaling van cement conform NEN-EN 196-3).

De verkregen resultaten moeten schriftelijk worden gerapporteerd, waarbij duidelijk dient te worden aangegeven welke eigenschap(pen) niet voldoen aan de eisen gesteld in 3.1 van deze CUR-Aanbeveling.

Betononderzoek

De invloed van 20% (V/V) vervanging zand, 20% (V/V) vervanging grind, of 20% (V/V) vervanging zand + 20% (V/V) vervanging grind in het referentiebeton door betreffende fracties AEC-granulaat moet op de volgende eigenschappen worden vastgesteld:

Betonspecie:

- zetmaat 0, 15, 30, 45 en 60 minuten na aanmaak betonspecie conform NEN-EN 12350-2;
- schudmaat 0, 15, 30, 45 en 60 minuten na aanmaak betonspecie conform NEN-EN 12350-5;
- volumieke massa conform NEN-EN 12350-6;
- luchtgehalte conform NEN-EN 12350-7;
- bindtijd conform ASTM C403 (penetration resistance) in combinatie met temperatuurmeting;
- waterafscheiding conform ASTM C232 (bleeding);

Verhard beton:

- druksterkte na 1, 3, 28 en 91 dagen verharden (in drievoud) conform NEN-EN 12390-3;
- splijttreksterkte na 28 dagen verharden (in drievoud) conform NEN-EN 12390-6;
- elasticiteitsmodulus na 28 dagen verharden (in drievoud) conform CUR-rapport 94-12;
- prismadruksterkte en maximaal in rekening te brengen vervorming na 28 dagen verharden (in drievoud) conform CUR-rapport 94-12;
- krimp (bij 20 °C en 50% RV) tot een ouderdom van 1 jaar (in drievoud) conform CUR-rapport 94-12, waarbij na 3 maanden een tussenbeoordeling kan plaatsvinden;
- kruip (bij een drukbelasting van 1/3 van prismadruksterkte) tot een ouderdom van 1 jaar (in drievoud) conform CUR-rapport 94-12, waarbij na 3 maanden een tussenbeoordeling kan plaatsvinden;

- carbonatatie gedurende 3 maanden expositie bij 20 °C, 65% RV en 4% (V/V) CO₂ conform CUR-Aanbeveling 48;
- vorstdooizoutbestandheid conform CUR-Aanbeveling 48 (CDF-methode in viervoud);
- vorstdooibestandheid conform CIF-methode (in vijfvoud).

[uitlijnen (vanaf 320 kg/m³...) zoals hierboven, maar dan zonder opsommingstekens]

De samenstelling van het referentiebeton is:

320 kg/m³ CEM I 42,5N

Effectieve wcf 0,50

Korrelopbouw zand + grind: binnen bandbreedte aangegeven in onderstaande tabel

Consistentieklasse S3, eventueel door toevoegen van een plastificeerder

De samenstelling van het te onderzoeken beton met 20% (V/V) AEC-granulaat is, met uitzondering van het vervangen percentage zand en/of grind, hetzelfde als het referentiebeton.

| zeefopening (mm) | cumulatieve zeefdoerval (% V/V) |
|------------------|---------------------------------|
| 31,5 | 99-100 |
| 16 | 62-89 |
| 8 | 38-77 |
| 4 | 23-47 |
| 2 | 14-37 |
| 1 | 8-30 |
| 0,25 | 2-8 |

Eisen te stellen aan de resultaten van het betononderzoek

De weerstand tegen carbonatatie, vorst-dooi- en vorst-dooizoutbelasting van het beton met AEC-granulaat dient ten minste gelijk te zijn aan die van het referentiebeton.

Nederlandse normen zijn uitgaven van de Stichting Nederlands Normalisatie-instituut, Vlinderweg 6, Postbus 5059, 2600 GB Delft. Bestellingen bij NEN, verkoop- en informatielijn, tel. 015-2690391.

Met nadruk wordt erop gewezen dat deze CUR-Aanbeveling de stand van techniek en kennis weergeeft op moment van uitgifte. CURNET houdt zich dan ook aanbevolen te worden geïnformeerd over ervaringen die met het gebruik van deze Aanbeveling worden opgedaan.

CUR-Aanbevelingen worden drie jaar na publicatie geëvalueerd en, indien daar aanleiding toe bestaat, geactualiseerd. Hiervan wordt melding gemaakt in de vakpers.

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CURNET.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduidingen van de maker, indien deze in de bron voorkomt. "CUR-Aanbeveling 116 'Beton met AEC-granulaat als toeslagmateriaal', september 2012, Stichting CURNET, Gouda".

Aansprakelijkheid

CURNET en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en CURNET sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens CURNET en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Gouda, september 2012

Het bestuur van CURNET

Stichting CURNET, Groningenweg 10, Postbus 420, 2800 AK GOUDA, tel. 0182-540600



Groningenweg 10
Postbus 420
2800 AK Gouda

T 0182 540 620
F 0182 540 621

secretariaat@curbouweninfra.nl
www.curbouweninfra.nl

