

9 TOESLAGSTOFFEN

9.1 Functie

Toeslagstoffen vormen het dragende skelet van beton. De eigenschappen van de toeslagstoffen bepalen grotendeels de eigenschappen van het beton. Belangrijke eigenschappen zijn bijvoorbeeld druksterkte en vervormingsgedrag, volumieke massa, slijtweerstand, korrelopbouw en korrelvorm (rond of gebroken).

Toeslagstoffen nemen circa 70% van het betonvolume in. De aanhechting tussen de toeslagstoffen en de cementsteen is van grote invloed op de samenhang en de sterkte van het beton.

9.2 Indeling

De eisen die aan toeslagmaterialen worden gesteld zijn vastgelegd in NEN-EN 12620 Toeslagmaterialen. Ze worden ingedeeld naar grootte, volumieke massa en oorsprong.

9.2.1 Onderverdeling naar grootte

In de specificaties hanteert men de symbolen d en D voor het aanduiden van respectievelijk de kleinste en grootste korrelafmeting van de toeslagstoffen.

In feite zijn de waarden voor d en D conventioneel bepaald aangezien de norm toelaat dat er nog korrels zijn die groter zijn dan D en kleiner dan d . De zeef welke geen zeefrest vertoont voor een bepaald granulaat, is dus groter dan D (zie 9.5.1 Geometrische kenmerken, § korrelverdeling).

Onderverdeling naar grootte

Zand	Steenslag/grind
$D = 0$	$d \geq 2$
$D \leq 4$	$D \leq 63$
	Eis: $D/d \geq 1,4$
	Bijvoorbeeld korrelmaat 4/5,6

9.2.2 Onderverdeling naar volumieke massa

De volumieke massa van toeslagstoffen is de massa per volume-eenheid, onderstaande tabel geeft een indeling.

Naam	Symbool	Toelichting
Absolute volumieke massa (vroeger soortelijk gewicht)	ρ_a	Verhouding tussen de massa van het materiaal en het volume dat door het materiaal zelf wordt ingenomen zonder poriën.
Reële volumieke massa (vroeger korrelvolumiekemassa)	ρ_{rd}	Verhouding tussen de massa van het materiaal en het volume van het materiaal inclusief de poriën. Vooral van belang bij lichte toeslagmaterialen.
Verzadigd, oppervlaktedroge volumieke massa	ρ_{ssd}	Verhouding tussen de massa van het oppervlakte-droog materiaal en het volume van het materiaal. (ssd = 'saturated, surface dry')
Schijnbare volumieke massa (vroeger stortgewicht)	ρ_b	Dit is de massa van 1 m ³ toeslagstoffen, zoals deze op voorraad liggen, met inbegrip van de holle ruimtes tussen de stenen.

Men spreekt van lichte, normale en zware toeslagstoffen.

- Licht: $\rho_a, \rho_{rd} < 2000 \text{ kg/m}^3$
- Normaal: ρ_a tussen 2000 en 2800 kg/ m³
- Zwaar: $\rho_a \geq 2800 \text{ kg/ m}^3$

Let op!

Normale en zware toeslagstoffen vallen onder NEN-EN 12620 en NEN 5905 Grove, lichte toeslagmaterialen ($\geq 4 \text{ mm}$) vallen onder NEN-EN 13055-1 en NEN 3543

9.2.3 Onderverdeling naar oorsprong

Toeslagstoffen		
Natuurlijk	Kunstmatig	Gerecyclede
Rechtstreeks gevonden in de natuur bijvoorbeeld grind Ontstaan door het breken van rots bijvoorbeeld kalksteen-slag	Van minerale oorsprong Ondergaan een industrieel proces bijvoorbeeld staalslakken/gebakken kleikorrels	Ontstaan uit het breken en afzeven van bouw-materiaal bijvoorbeeld betonpuin of metselwerkpuin

Natuurlijke gesteentes

Natuurlijke toeslagstoffen ontstaan op verschillende manieren. We spreken van stollingsgesteente, alluvionair, sedimentair en metamorf gesteente.

Type	Voorbeeld	Eigenschappen	Toepassingen
Stollingsgesteente	Porfier	Uitstekende mechanische, chemische eigenschappen	Wegenbeton Hogesterktebeton
Alluvionair gesteente	Riviergrind Zeegrind	Rond materiaal	Betonspecie
Sedimentair gesteente	Kalksteen Zandsteen	Gebroken materiaal	Betonspecie Prefab beton
Metamorf gesteente	Blauwe hardsteen	Esthetisch	Natuurtegels

Natuurlijk zand

Type	Voorbeeld	Eigenschappen
Natuurlijk zand	Zeezand Rivierzand	Ronde vorm Korrelopbouw afhankelijk van de ontginningsplaats
Breekzand	Kalksteenzand Porfierzand	Hoekige vorm Korrelopbouw afhankelijk van breek- en zeefproces, al dan niet gewassen

Kunstmatige toeslagstoffen

Type	Voorbeeld	Eigenschappen
Slakken	Staalslakken	Hoge volumieke massa ($> 3.000 \text{ kg/m}^3$)
Lichte toeslagstoffen	Gebakken kleikorrels	Lage volumieke massa Thermisch en akoestisch isolerend

Gerecyclede toeslagstoffen

Dit zijn toeslagstoffen afkomstig van het selectief breken van puin afkomstig van sloopwerken.

NEN 5905 stelt eisen aan de samenstelling en de eigenschappen van betongranulaat en menggranulaat.

	LA-waarde	Gehalte betonkorrels met $\rho_s \geq 2100 \text{ kg/m}^3$	Opmerkingen
Betongranulaat	< 40	> 90%	De LA-waarde wordt bepaald via de 'Los Angeles Abrasion test' volgens NEN-EN 1097-2.
Menggranulaat	< 50	> 50%	(zie 8.5.3. Geometrische kenmerken, § Weerstand tegen verbrijzeling)

Het gehalte aan niet steenachtige materialen dient overeenkomstig NEN-EN 12620 te worden aangegeven. Bepaling dient volgens prNEN-EN 933-11 te geschieden.

Voor een verantwoorde toepassing van betongranulaat wordt verwezen naar CUR-aanbeveling 112 'Beton met betongranulaat als grof toeslagmateriaal'. De toepassing van betongranulaat is op dit moment tot en met 20% geregeld via NEN-EN 206 en NEN 8005. Een vervanging tussen 20-50% van het steenslag/grind volgens de CUR-aanbeveling 112, moet met de opdrachtgever worden overeengekomen.

9.3 Eigenschappen van toeslagstoffen voor beton

9.3.1 Algemene kenmerken

De toeslagstoffen moeten vrij zijn van onzuiverheden die de eigenschappen van het beton nadelig kunnen beïnvloeden (bijvoorbeeld kleiachtige materialen, suiker, humus).

De mechanische en chemische eigenschappen moeten zoveel mogelijk constant blijven. De regelmatigheid van de korrelverdeling van de toeslagstoffen is van wezenlijk belang voor het behoud van de kwaliteit van het beton.

De toeslagstoffen moeten een voldoende mechanische sterkte bezitten, die op zijn minst groter moet zijn dan de beoogde druksterkte van het beton (behalve in het geval van lichtbeton). Op die manier zal de sterkte van het beton bepaald worden door de sterkte van de cementsteen, en dus ook controleerbaar en aanpasbaar zijn.

De toeslagstoffen moeten bestand zijn tegen vorst. De vorstbestendigheid hangt af van de porositeit en het absorptievermogen van de toeslagstoffen.

9.3.2 Proeven op toeslagstoffen

Normen en eisen

De norm EN 12620 beschrijft de eigenschappen waarover toeslagstoffen voor gebruik in beton moeten beschikken.

Omdat het over een Europese norm gaat, zijn er eigenschappen in opgenomen die niet noodzakelijk in elk land van toepassing zijn (bijvoorbeeld weerstand tegen afslijten door spijkerbanden). Daarom wordt deze Europese norm aangevuld door nationale bijlagen, waarin bepaald is welke

eigenschappen in dat land gelden. Voor Nederland is dit vastgelegd in de norm NEN-EN 12620.

Aanvullend is er in NEN 5905 voor een aantal veel gebruikte korrelgroepen een tabel opgesteld met de eisen voor die korrelgroepen.

9.4 Aanduiding en identificatie van toeslagstoffen

9.4.1 Geometrische kenmerken

Korrelverdeling

De korrelverdeling geeft een aanduiding van de afmetingen van de toeslagstoffen die in een bepaalde korrelgradering terug te vinden zijn. De korrelverdeling wordt bepaald door het percentage van de korrels dat door een zeef met bepaalde maaswijdte valt.

De bepaling van de korrelverdeling moet beantwoorden aan de voorschriften van NEN-EN 933-1. De grenzen waaraan een korrelgroep moet voldoen, zijn vastgelegd in de norm NEN- EN 12620.

Grove toeslagstoffen

Norm	Kaliber d/D	Categorie EN			Massapercentage doorval m/m door de zeef van			
		1,4 D	D	d	d/2			
EN 12620	D/d ≤ 2 of D ≤ 11,2 mm	G _c 85/20	100	98 - 100	85 - 99	0 - 20	0 - 5	
		G _c 80/20	100	98 - 100	80 - 99	0 - 20	0 - 5	
	D/d > 2 en D > 11,2 mm	G _c 90/15	100	98 - 100	90 - 99	0 - 15	0 - 5	

Praktisch voorbeeld van in Nederland gangbare korrelgroepen

Granulaat		Grof									
Korrelgroep	2/5	2/8	4/8	4/16	4/22	4/32	8/11	8/16	16/22	16/32	16/63
Categorie	Gc85/20	Gc85/20	Gc85/20	Gc90/10	Gc90/15	Gc90/15	Gc85/20	Gc85/20	Gc85/20	Gc85/20	Gc90/15
Zeven basisset + set 1											
90											98-100
63						100				100	90-99
45					100	98-100			100	98-100	
31,5				100	98-100	90-99		100	98-100	85-99	25-70
22,4				98-100	90-99		100	98-100	85-99	25-70	
16		100	100	90-99		25-70	98-100	85-99	0-20	0-20	0-15
11,2	100	98-100	98-100		25-70		85-99	25-70			
8	98-100	85-99	85-99	25-70			0-20	0-20	0-5	0-5	0-5
5,6	85-99		25-70								
4	25-70	25-70	0-20	0-15	0-15	0-15	0-5	0-5			
2	0-20	0-20	0-5	0-5	0-5	0-5					
1	0-5	0-5									

Zand							
Norm	Kaliber o/D	Categorie EN	Massapercentage doorval door de zeef van				
			2 D	1,4 D	D	d	d/2
NEN-EN 12620	D ≤ 4 mm en d = 0	G _F 85	100	95 – 100	85 – 99	-	-

Gehalte aan fijne deeltjes

Het gehalte aan fijne deeltjes ($< 0,063$ mm) wordt gemeten conform de norm NEN-EN 933-1 en wordt uitgedrukt volgens onderstaande tabellen vastgelegd in de norm NEN-EN 12620. We onderscheiden verschillende klassen voor grove toeslagstoffen en zand.

Grove toeslagstoffen

Maximaal gehalte aan fijne deeltjes NEN EN 12620

Code	%
$f_{1,5}$	1,5
f_4	4,0
$f_{\text{opgegeven}}$	opgegeven waarde > 4

Zand

Maximaal gehalte aan fijne deeltjes NEN EN 12620

Code	%
f_3	3,0
f_{10}	10,0
f_{16}	16,0
f_{22}	22,0
$f_{\text{opgegeven}}$	opgegeven waarde > 22

Fijnheidsmodulus van zand

De fijnheidsmodulus geeft door middel van één cijfer een indicatie van de grofheid van het zand. Eén cijfer kan natuurlijk niet even veel informatie verschaffen als een zeefkromme. De fijnheidsmodulus wordt berekend als de som van de cumulatieve massapercentages op de volgende zeven: 4 – 2 – 1 – 0,5 – 0,25 en 0,125 mm en gedeeld door 100.

Volgens bijlage B van NEN-EN 12620 zijn er 3 onderverdelingen mogelijk:

- Grof zand: klasse CF
- Middelgrof zand: MF
- Fijn zand: FF

Fijnheid

Fijnheidsmodulus

Code

CF	MF	FF
4,0 à 2,4	2,8 à 1,5	2,1 à 0,6

Vorm

De vorm is een belangrijke eigenschap van toeslagstoffen. Om te beginnen bepaalt de vorm het vloeigedrag van betonspecie; hoe ronder de vorm, hoe gemakkelijker het zal vloeien.

Daarnaast heeft de vorm invloed op het gehalte aan holle ruimtes in het beton, wat dan weer een weerslag heeft op de hoeveelheid specie die nodig is om deze holle ruimtes op te vullen.

Tot slot speelt de vorm ook nog een rol in de breukweerstand van het beton.

Voor zand en grove toeslagstoffen worden de hoekigheid en/of de vorm op een verschillende manier gemeten.

Grove toeslagstoffen

De vorm van de grove toeslagstoffen wordt bepaald via de afplattingscoëfficiënt en het korrelvormgetal.

De afplattingscoëfficiënt kenmerkt de vorm van het granulaat op basis van de grootste afmeting en zijn dikte. De proef bestaat uit het afzeven van de grove toeslagstoffen op een reeks staafzeven conform met NEN-EN 933-3. De proef wordt uitgevoerd op toeslagstoffen met korrelafmetingen $d \geq 4$ mm tot $D \leq 80$ mm. Er wordt een classificatie gehanteerd beschreven in de NEN-EN 12620, afhankelijk van de maximale diameter en het verkregen resultaat.

Maximaal waarden voor de afplattingscoëfficiënt

Code

FI ₁₀	10
FI ₁₅	15
FI ₂₀	20
FI ₂₅	25
FI ₃₀	30
FI ₃₅	35
FI ₄₀	40
FI ₅₀	50
FI _{opgegeven}	opgegeven waarde > 50

Hoe hoger de afplattingscoëfficiënt, hoe meer platte elementen het granulaat vertoont.

Het korrelvormgetal wordt bepaald via het berekenen van de afmetingsverhouding tussen de lengte en de dikte van afzonderlijke deeltjes in een monster met behulp van een schuifmaat conform NEN-EN 933-4. Het korrelvormgetal wordt berekend als de massa van de deeltjes waarvan deze afmetingsverhouding meer dan 3 bedraagt, uitgedrukt als percentage van de totale droge massa van de beproefde deeltjes.

Indien $D \leq 2d$, wordt het korrelvormgetal (SI) aan de hand van de volgende vergelijking bepaald:

$$SI = (M2 / M1) \times 100$$

Hierin is

M1 de massa van het analysemonster

M2 de massa van de deeltjes waarvan $L/E > 3$

Indien $D > 2d$, wordt het korrelvormgetal (SI) bepaald uit de massa's van de niet-kubusvormige deeltjes via enkele gedeelde of ongedeelde korrelgroepen.

Zand

Voor zand wordt de vorm bepaald door middel van de stroomcoëfficiënt (NEN-EN 933-6).

Deze wordt bepaald door middel van een proef waarbij de tijd wordt gemeten die nodig is om een bepaalde hoeveelheid droog zand uit een trechter

met een welbepaalde opening te laten stromen. Hoe hoekiger het zand is, hoe moeilijker het zand vloeit en hoe langer dus de uitstroomtijd zal zijn. De coëfficiënt wordt uitgedrukt in tijd als seconden. Hoe hoger de uitstroom-coëfficiënt, hoe minder het zand een goede verwerking waarborgt.

Minimale waarden voor de stroomcoëfficiënt

Code

E _{CS} 38	38
E _{CS} 35	35
E _{CS} 30	30
E _{CS} opgegeven	opgegeven waarde < 30

■ **Let op!**

De stroomcoëfficiënt geldt voor gebroken zand.

9.4.2 Fysische kenmerken

Waterabsorptie

Door hun min of meer poreuze structuur absorberen toeslagstoffen water. Bij harde, dichte toeslagstoffen zal de absorptie tussen 0 en 2 % bedragen. Bij lichte toeslagstoffen kan de waterabsorptie in sommige gevallen zelfs oplopen tot ca 30 %.

Met de hoeveelheid water dat door de toeslagstoffen wordt geabsorbeerd, hoeft geen rekening gehouden te worden bij de berekening van de watercementfactor.

De waterabsorptie van de toeslagstoffen moet worden bepaald volgens NEN- EN 1097-6. Daartoe moet het verschil in massa tussen 'oppervlakte-droge' en 'volledig gedroogde' toeslagstoffen worden bepaald.

Reële volumieke massa

De reële volumieke massa van toeslagstoffen speelt een belangrijke rol bij het bepalen van de samenstelling van beton. De meeste samenstellingen worden immers in massaprocenten gegeven. Hoe deze waarde moet worden bepaald, wordt beschreven in de norm NEN-EN 1097-6, in respectievelijk § 8 voor grove toeslagstoffen en § 9 voor zand.

9.4.3 Mechanische kenmerken

Weerstand tegen verbrijzeling (LA)

De mate waarin toeslagstoffen weerstand bieden tegen verbrijzeling, wordt bepaald met de Los Angeles-proef. Daarbij worden de toeslagstoffen onderworpen aan een belasting die wordt veroorzaakt door schokken met genormaliseerde kogels in een Los Angeles-toestel. De LA-waarde is het massaverlies na de proef, uitgedrukt in procenten.

De proef wordt uitgevoerd zoals beschreven in de norm NEN-EN 1097-2. Er wordt een classificatie gehanteerd beschreven in de NEN-EN 12620.

Slijtvastheid (MDW)

De slijtvastheid wordt bepaald met de Micro-Deval-slijtproef. De toeslagstoffen ondergaan in een draaiende cilinder een onderlinge wrijving van korrel op korrel, onder bepaalde omstandigheden. De Micro-Deval-waarde is het massaverlies na de proef, uitgedrukt in procenten.

De proef wordt uitgevoerd zoals beschreven in de norm NEN-EN 1097-1. Er wordt een classificatie gehanteerd beschreven in de NEN-EN 12620.

Weerstand tegen polijsting (PSV)

In wegverhardingen moeten de toeslagstoffen aan de oppervlakte zo lang mogelijk weerstaan aan de gevolgen van polijsting door het voorbijrijdend verkeer.

Deze weerstand tegen polijsting wordt bepaald door middel van de versnelde polijstingsproef. Hoe hoger de waarde, hoe groter de weerstand tegen polijsten.

De proef wordt uitgevoerd zoals beschreven in de norm NEN-EN 1097-8. Er wordt een classificatie gehanteerd beschreven in de NEN-EN 12620.

Vorst-/dooibestandheid van toeslagstoffen

Ten gevolge van vorst kan water dat zich in poreuze delen van toeslagstoffen bevindt, bevriezen. Hierdoor neemt het volume van het water toe en kunnen de korrels stukvriezen. Conform EN 1367-1 kan de vorst-/dooibestandheid van toeslagstoffen worden bepaald die gebaseerd is op het verlies aan massa na verscheidene vorst-/dooi cycli en kan volgens NEN-EN 12620 onderverdeeld worden in volgende categorieën.

Maximale waarden voor vorst-/dooibestandheid

Code	%
F ₁	1
F ₂	2
F ₄	4
F _{opgegeven}	opgegeven waarde > 4

Deze vorst-/dooibestandheid kan ook gecontroleerd worden bij aanwezigheid van dooizouten waarvoor een aparte classificatie is voorzien binnen NEN-EN 12620. Deze test is uitermate belangrijk voor toepassingen in een maritieme omgeving.

Of beton, waarin de toeslagstoffen verwerkt zijn, ook zal stukvriezen, hangt natuurlijk van meer aspecten af dan alleen van de vorstbestendigheid van de toeslagstoffen.

9.4.4 Chemische kenmerken

Toeslagstoffen moeten vrij zijn van verontreinigingen die een schadelijke invloed kunnen hebben op de betonspecie, het verharde product of het wapeningsstaal.

Gehalte aan chloorionen

Omdat chloriden het wapeningsstaal aantasten, worden er ook eisen gesteld aan het totale chloridegehalte van het beton. Aangezien toeslagstoffen een groot bestanddeel zijn van beton, is het belangrijk het chloridegehalte van de toegepaste toeslagstoffen te kennen, vooral bij zeetoeslagstoffen. Het chloridegehalte zal bepaald worden volgens EN 1744-1.

Let op!

Wanneer het gehalte aan water-oplosbare chloride ionen kleiner of gelijk is aan 0,01%, mag 0,01% gebruikt worden voor de berekeningen van het chloride gehalte in beton.

Gehalte aan schelpdelen

De bepaling van het schelpgehalte van het toeslagmateriaal is belangrijk in functie van de impact op de sterkteontwikkeling en duurzaamheid van het beton. NEN-EN 12620 geeft volgende classificatie.

Maximale waarden voor schelpdelen NEN-EN 12620

Code	%
SC ₁₀	10
SC _{opgegeven}	opgegeven waarde > 10

Let op!

Geldt enkel voor gebroken materiaal.

Kwaliteit van de fijne deeltjes

Bij zand beschikken we over specifieke proeven die de aanwezigheid van schadelijke stoffen zoals klei of organische stoffen bepalen.

Zandequivalent

Het zandmonster wordt gespoeld met een uitvlokkende oplossing die de fijnste deeltje samenkit. De wasoplossing wordt overgeheveld in een proefbuis waar de zanderige deeltjes eerst bezinken, waarna de zwevende deeltjes (floculaat) erbovenop bezinken.

De verhouding tussen de hoogte van de laag bezonken zanderige deeltjes en de hoogte van het totaal bezonken materiaal (zanderige en zwevende deeltjes), vermenigvuldigd met 100, noemt men het zandequivalent.

Methyleenblauwproef

Methyleenblauw heeft de eigenschap zich bij voorkeur te laten absorberen door klei en organische verbindingen.

Een vastgestelde massa fijne deeltjes (fractie 0/2 voor BW of 0/0,125 voor BW_F) wordt vermengd in een hoeveelheid gedistilleerd water waaraan een toenemende hoeveelheid methyleenblauw wordt toegevoegd. Zolang het methyleenblauw geabsorbeerd wordt, zal deze oplossing niet verkleuren. De hoeveelheid geabsorbeerd methyleenblauw is dus een maat voor de hoeveelheid klei die aanwezig is.

9.4.5 Praktisch voorbeeld naamgeving

Aan de hand van de besproken kenmerken van toeslagstoffen, kan men op een eenduidige manier een granulaat benoemen.

Een voorbeeld van een afleveringsbon met CE-markering is hier afgebeeld.

Productspecificatieblad grind 4/16 895523	Uitvermeertjes	d.d. n.v.t.
Korvetgrind 4/16 conform NEN-EN 12620 voor toepassing in beton		
Productielocatie: Uitvermeertjes Devent (Adriaan Leenhout 5 Devent)		
 SAGREX Holding BV St. Truidenlaan 1 5231 BS 's Hertogenbosch	 8955-CPD-0813	 

1499
4.3 Kwaliteitszorg

zelf vullers ISO 565:1995 N 30	grenswaarden voor doornel			90% van de bepalingen worden aan onderstaande grenswaarden voor de doornel
	algemeen	gemiddelde	grams per gramdeeltje	
21,5	100	100	100	100
23,4	98 - 100	100	100	100
10	90 - 100	100	90-100	95-100
11,2		70	90-90	90-90
9	25-70	90	90-70	85-70
5,6		20	10-40	10-40
4	0-10	4	0-10	0-10
2	0-5	1	0-5	0-5

4.3	categorie	U ₂ 90/15 D113
4.4	korvetvorm	F ₁₀
4.5	schroefgrootte	SC ₁₀
4.6	toewerfmaat (na doornel < 60 µm)	F _{1,2}
5.2	Los Angeles	MPD
5.4.1	P ₁₀	MPD
5.5	draefproefresultaat	$\alpha_1 = 2,85 \pm 0,05 \text{ ton/m}^2$ $\alpha_2 = 2,56 \pm 0,05 \text{ ton/m}^2$ $\alpha_3 = 2,56 \pm 0,05 \text{ ton/m}^2$
5.6	waterabsorptie	0,9 %
5.7.1	vorsttest bestandheid	F ₁₀
5.7.2	volume stabiliteit	volledig
5.7.3	ADR gevoeligheid naar EN 12620	naar gevoelig
6.2	stroomgevoeligheid	<-0,20
6.3.1	in zuur omzetting suifzuur	R _{0,2}
6.3.2	stroomgevoeligheid	volledig
6.4.1	bedrijfs- en verbindingsverhouding rijpwordende gemiddelde toestand	volledig volledig aan aantalgrenswaarden

Het FPC systeem is door de certificatie-instelling BAC gecertificeerd en het FPC certificaat met nummer
8955-CPD-0813
wordt per 7 juni 2004 toepassend

Devent, juni 2011

getekend:
G. de Waard
Directeur, Sagrex Holding BV



9.5 Lichte toeslagmaterialen volgens NEN-EN 13055-1 en NEN 3543

Toeslagmaterialen met een ρ_{rd} (rd = relative density) minder dan 2000 kg/m³ behoren tot de lichte toeslagmaterialen.

Eisen

In NEN-EN 13055-1 en NEN 3543 zijn géén eisen vastgelegd voor de verschillende eigenschappen van het lichtgewicht toeslagmateriaal.

Voor alle eigenschappen is aangegeven welke norm gebruikt moet worden om de betreffende eigenschap te bepalen. De producent dient vervolgens de bandbreedte waarbinnen de betreffende eigenschap moet liggen, aan te geven. De proefresultaten moeten binnen deze eigenschap vallen.

De korrelgroep wordt aangeduid met d/D, waarbij d de kleinste zeefmaat en D de grootste zeefmaat aangeeft.

De norm geeft zeefmaten voor het definiëren van de korrelgroep.

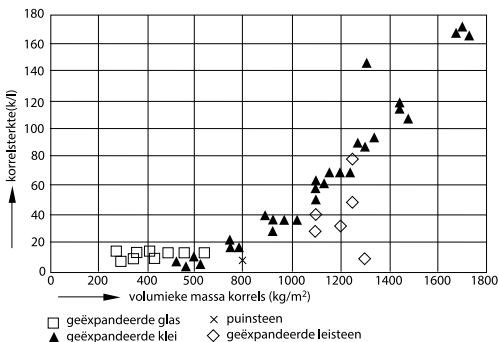
Korrelgroepen met D/d kleiner dan 1,4 zijn niet toegestaan. De hoeveelheid ondermaat mag niet groter zijn dan 15% (m/m) en de hoeveelheid bovenmaat niet groter dan 10% (m/m). Indien vereist, dient de producent de zeef waardoor 100% van het materiaal gaat op te geven.

Ook korrelvorm en fijnaandeel dienen, indien vereist, te worden opgegeven door de producent.

Eisen fysische eigenschappen lichte toeslagmaterialen

Eigenschap	Beproevingnorm	Waarde	Toegestane afwijking
Volumieke massa	NEN-EN 1097-6	Opgave leverancier	$\pm 15\%$; max. $\pm 150\text{kg/m}^3$
Volumieke massa (losgestort)	NEN-EN 1097-3	Opgave leverancier	$\pm 15\%$; max. $\pm 100\text{kg/m}^3$
Waterabsorptie	NEN-EN 1097-6	Indien vereist Opgave leverancier	Binnen opgegeven bandbreedte
Watergehalte	NEN-EN 1097-5	Indien vereist Opgave leverancier	Binnen opgegeven bandbreedte
Korrelsterkte: verbrijzelingsweerstand	NEN-EN 13055-1	Indien vereist Opgave leverancier	Binnen opgegeven bandbreedte
Volumevastheid	NEN-EN 13055-1	Indien vereist Opgave leverancier	Binnen opgegeven bandbreedte

Relatie tussen korrelsterkte en ρ_{rd} van verschillende lichte toeslagmaterialen



Eisen chemische eigenschappen lichte toeslagmaterialen

Eigenschap	Beproevingnorm	Waarde	Toegestane afwijking
Chloride-gehalte	NEN-EN 1744-1	Opgave leverancier	Onder opgegeven grenswaarde
In zuur oplosbare sulfaten	NEN-EN 1744-1	Opgave leverancier	Indien gehalte uitgedrukt als $\text{SO}_3 > 1,0\%$ moet geschiktheid worden aangetoond
Totaal zwavel	NEN-EN 1744-1	Opgave leverancier	Binnen opgegeven bandbreedte
Gloeiverlies	NEN-EN 1744-1	Opgave leverancier	Binnen opgegeven bandbreedte
Organische verontreiniging	NEN-EN 1744-1	Opgave leverancier	Binnen opgegeven bandbreedte
Gevoeligheid voor ASR van natuurlijk licht toeslagmat.	Zie hiervoor CUR-Aanbeveling 89 'Voorkomen van schadelijke ASR'		

9.6 Eigenschappen gangbare grove toeslagmaterialen

9.6.1 Herkomst lichte toeslagmaterialen

Toeslag materiaal	Fabrikant	Plaats	Land
Argex	Argex	Zwijndrecht (Burcht)	België
Exclay	Maxit	Eindhoven	Nederland
Liapor	Liapor GmbH & Co. KG	Hallendorf-Pautzfeld	Duitsland

9.6.2 Lichte toeslagmaterialen

Toeslag- materiaal	Volumieke massa (kg/m ³)		Water- absorptie % (m/m) 30 min.	Korrel- sterkte (N/mm ²)	Sulfaat- gehalte % (m/m)	Chloride- gehalte % (m/m)
	σ_{rd}	σ_b				
Argex						
<i>Normaal rond</i>						
AR 0/2 - 800	1310	800				
AR 0/4 - 650	945	650				
AR 1/5 - 580	1100	580			<0,8	
AR 4/10 - 430	750	430	16	1,96	<0,8	
AR 8/16 - 340	340	600	22	0,93	<0,8	
<i>Normaal gebroken</i>						
AG 0/2 - 580	1020	580			<0,8	
AG 0/4 - 500 (zand)	1100	500			<0,8	
AG 1/5 - 390	770	390			<0,8	
AG 4/8 - 320	670	320	21	1,04	<0,8	
<i>Structureel rond</i>						
AR 4/10 - 550	970	550	11	4,67	<0,8	
AR 4/8 - 650	1130	650	11	10,37	<0,8	
<i>Structureel mix</i>						
AM 4/8 - 650	1130	650	11	12,46	<0,8	
<i>Normaal mix</i>						
AM 0/4 - 530	950	530				
EXclay						
0-5 R	753	398		1,6		
4-8 R	612	323		1,4		
Liapor						
Liapor 1/4 rond	900	500	8	> 2,0	< 0,8	< 0,02
Liapor 3 (4/8)	600	325	11	> 1,0	< 0,2	< 0,02
Liapor 3 (8/16)	600	325	17	> 3,0	< 0,4	< 0,07
Liapor 3,5	670	360	10	> 1,1	< 0,8	< 0,02
Liapor 4,5	840	450	10	> 1,9	< 0,8	< 0,02
Liapor 6,5	1190	650	6	> 6,5	< 0,8	< 0,02
Liapor 8	1500	800	6	> 11,0	< 0,8	< 0,02
Liapor 9,5	1700	950	9	> 17,0	< 0,8	< 0,02
Liadrain	570	270	15	> 0,2	< 0,2	< 0,02

9.6.3 Materialen met een volumieke massa van 2000 – 2800 kg/m³

Materiaal	Volumieke massa ρ_a (kg/m ³) (31000)	Waterabsorptie 24 uur % (m/m)	Druksterkte (N/mm ²)	Polijsgetal	Therm. uitzettings- coëfficiënt (310 ⁻⁶)
Riviergrind	2,50–2,70	0,8–1,2	150–200	55	8,0–12,8
Porfier	2,55–2,80	0,4–0,6	180–300	54	7,3–8,4
Gabbro/dioriet	2,90–3,00	1,0–1,1	170–300	59	6,5–7,9
Harde kalksteen	2,65–2,85	0,9–1,2	80–230	35–47	4,0–7,1
Zandsteen/kwartsiet	2,60–2,65	0,2–1,2	150–300	58–65	10,8–12,8
Basalt	2,85–3,00	niet bekend	250–400	50	6,5–8,1
Graniet	2,60–2,80	0,5–0,7	160–260	59	6,0–9,0

9.6.4 Zware toeslagmaterialen

Materiaal	Volumieke massa ρ_a (kg/m ³) (31000)	Druksterkte (N/mm ²)	Dyn. E-modulus (kN/mm ²)
Bariet	3,4–4,3		57–61
Hematiet	4,0–5,3	160–600	75–300
Magnetiet	3,5–5,1	80–200	80–200
Ferrosilicium	6,2–8,8		

