



Normenfiches BETON – MORTEL – GRANULATEN



Ontwikkeld in het kader van de Normen-Antenne Beton-Mortel-Granulaten met steun van:



Inhoud

Inleiding	7
Beproeving van verhard beton.....	9
NBN EN 678 Geautoclaveerd cellenbeton – Droge dichtheid	11
NBN EN 679 Geautoclaveerd cellenbeton – Druksterkte.....	13
NBN EN 1353 Geautoclaveerd cellenbeton – Vochtgehalte	15
NBN EN 12390-2 Vervaardiging en bewaring van proefstukken voor sterkteproeven	17
NBN EN 12390-3 Druksterkte.....	19
NBN EN 12390-5 Buigsterkte	23
NBN EN 12390-6 Splijttreksterkte.....	25
NBN EN 12390-7 Volumemassa	27
NBN EN 12390-8 Indringdiepte van water onder druk	29
CEN/TS 12390-9 Vorst-dooiweerstand – Afschilfering	31
NBN EN 12390-11 Weerstand tegen indringing chloriden dmv unidirectionele diffusie	35
NBN EN 12390-13 Secans-elasticiteitsmodulus bij druk.....	39
NBN EN 12504-1 Boorkernen - Monsterneming, onderzoek en bepaling druksterkte.....	43
NBN EN 12504-2 Terugslagwaarde	45
NBN EN 12504-3 Uittrekkkracht	49
Beproeving van betonspecie.....	51
NBN EN 12350-1 Monsterneming	53
NBN EN 12350-2 Zetmaat.....	55
NBN EN 12350-3 Vebe-proef	57
NBN EN 12350-4 Verdichtingsmaat	61
NBN EN 12350-5 Schudmaat.....	63
NBN EN 12350-6 Dichtheid	67
NBN EN 12350-7 Luchtgehalte – Drukmethode	71
NBN EN 12350-8 Zelfverdichtend beton- Vloeimaat.....	75
NBN EN 12350-9 Zelfverdichtend beton – Trechtertijd	77
NBN EN 12350-10 Blokeringsmaat - L-box	79
Beproeving van spuitbeton	81
NBN EN 14487-1 Definities, specificaties en conformiteit.....	83
NBN EN 14487-2 Uitvoering	97
NBN EN 14488-1 Monsterneming van vers beton en verhard beton	105
NBN EN 14488-2 Druksterkte op jonge leeftijd.....	109
NBN EN 14488-3 Buigsterkte vezelversterkte liggervormige proefstukken.....	111
NBN EN 14488-4 Hechtsterkte van boorkernen met behulp van een directe trekproef.....	115
NBN EN 14488-5 Energieabsorptiecapaciteit vezelversterkte plaatvormige proefstukken.....	117
NBN EN 14488-6 Dikte van beton op een ondergrond	121
NBN EN 14488-7 Vezelgehalte van met vezel versterkt beton	123
Beproeving van metselmortels	125
NBN EN 1015-1 Korrelverdeling (door zeefontleding)	127
NBN EN 1015-2 Monsterneming van mortels en aanmaken van proefmortels	129
NBN EN 1015-3 Consistentie van verse mortel (met de schoktafel)	131
NBN EN 1015-6 Schijnbare dichtheid van verse mortel.....	133

NBN EN 1015-7	Luchtgehalte van verse mortel	135
NBN EN 1015-9	Verwerkbaarheidstijd en verbeteringstijd van verse mortel.....	137
NBN EN 1015-10	Droge schijnbare volumieke massa van verharde mortel	139
NBN EN 1015-11	Buigsterkte en druksterkte van verharde mortel	141
NBN EN 1015-12	Hechtsterkte van geharde pleistermortel	145
NBN EN 1015-18	Capillaire waterabsorptie van verharde pleistermortels	147
NBN EN 1015-19	Waterdampdoorlaatbaarheid van geharde pleistermortel	149
NBN EN 1015-21	Compatibiliteit van éénlaagse pleistermortels met de ondergrond.....	153
Beproevingsmethoden voor metselwerk		155
NBN EN 772-1	Metselsteen – Druksterkte	157
NBN EN 772-13	Metselsteen – Schijnbare en absolute droge volumemassa.....	159
NBN EN 772-14	Metselsteen – Vochtgedrag	161
NBN EN 1052-1	Druksterkte.....	163
NBN EN 1052-2	Buigsterkte	167
NBN EN 1052-3	Initiële schuifspanning	171
NBN EN 1052-5	Hechtsterkte – Hefboomproef.....	175
Beproevingsmethoden voor voegmortel		179
NBN EN 12808-1	Lijmen en mortel voor tegels – Bepalen van de scheikundige bestandheid van reactieharsmortels.....	181
NBN EN 12808-2	Slijtbestandheid	185
NBN EN 12808-3	Buig- en druksterkte	189
NBN EN 12808-4	Krimp.....	193
NBN EN 12808-5	Wateropslorping	195
Dekvloeren.....		197
NBN EN 13813	Dekvloermortels - Eigenschappen en eisen	199
NBN EN 13318	Begripsbepalingen	207
NBN EN 13892-1	Monsterneming, vervaardiging en nabehandeling van proefstukken	209
NBN EN 13892-2	Buig- en druksterkte	213
NBN EN 13892-5	Slijtweerstand bij belasting door zwenkwielen	217
NBN EN 13892-6	Oppervlaktehardheid	219
Granulaten		221
NBN EN 933-1	Korrelverdeling - Zeefmethode	223
NBN EN 1097-1	Weerstand tegen afslijting – Micro-Deval	227
NBN EN 1097-2	Weerstand tegen verbrijzeling	229
NBN EN 1097-3	Dichtheid aan onverdicht materiaal en het gehalte aan holle ruimten.....	233
NBN EN 1097-4	Holle ruimten in droge verdichte vulstof.....	235
NBN EN 1097-5	Watergehalte door drogen in een geventileerde oven	237
NBN EN 1097-6	Dichtheid van deeltjes en de waterabsorptie	239
NBN EN 1097-7	Dichtheid van vulstof - Methode met pyknometer.....	243
NBN EN 1097-8	Polijstwaarden	245
NBN EN 1097-10	Waterzuighoogte	247
Hulpstoffen		251
NBN EN 934-5	Hulpstoffen spuitbeton - Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.....	253
Cement		255
NBN B12-108	Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten	257

Inleiding

Deze publicatie bevat fiches met samenvattingen van normen die betrekking hebben op beton, mortel of granulaten.

Iedere fiche beschrijft de bijzonderheden van de norm. Waar nodig wordt een vergelijking met de oude Belgische norm of een ander referentiedocument gemaakt.

De volledige lijst van normen binnen dit domein kan worden geraadpleegd op de website van het NBN (www.nbn.be).

Een selectie van normen is terug te vinden binnen de rubriek [WTCB-publicaties en normen](#) op de website van het WTCB.



Beproeving van verhard beton

Principe

De proefstukken worden genomen uit geprefabriceerde componenten. De droge dichtheid wordt bepaald als zijnde de verhouding tussen de massa van de aan (105±5°C) tot constante massa gedroogde proefstukken en hun volume.

Aantal proefstukken

Drie proefstukken.

Afmetingen van de proefstukken

De proefstukken moeten kubus- of cilindervormig zijn met als minimumafmeting 50 mm en een individueel volume van ten minste $0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

Formule

$$\rho_i = \frac{m_{di}}{V_i} \text{ uitgedrukt op } 5 \text{ kg/m}^3 \text{ nauwkeurig}$$

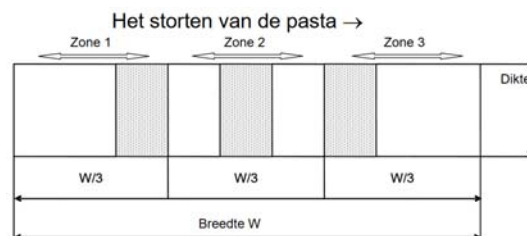
ρ_i droge volumieke massa van ieder monster i

m_{di} droge massa [kg]

V_i volume [m^3]

Enkele bijzonderheden

- De proefstukken moeten, in de mate van het mogelijke, afkomstig zijn van ieder derde van het element.



- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.

Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar.

Principe

De druksterkte op proefstukken wordt bepaald als zijnde de verhouding tussen de breukbelasting bij axiale druk en de oppervlakte van het proefstuk op de richting van de drukkracht.

Aantal proefstukken

Drie proefstukken.

Afmetingen van de proefstukken

De proefstukken moeten kubusvormig zijn met ribben van 100 mm. De norm laat onder bepaalde voorwaarden andere vormen of afmetingen toe.

Formule

$$f_{ci} = \frac{F_d}{A_{ci}} \text{ uitgedrukt op } 0,05 \text{ N/mm}^2 \text{ nauwkeurig}$$

f_{ci} druksterkte van het monster i

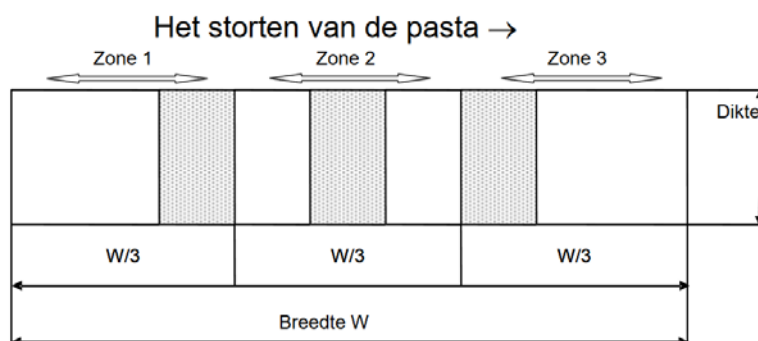
F_i maximale belasting tijdens de breuk [N]

A_{ci} dwarsdoorsnede waarop de belasting aangrijpt [mm²]

De gemiddelde weestand $f_{ci} = \frac{f_{c1} + f_{c2} + f_{c3}}{3}$ wordt afgerond op 0,1 N/mm² nauwkeurig.

Enkele bijzonderheden

- De proefstukken moeten, in de mate van het mogelijke, afkomstig zijn van ieder derde van het element.



- Het vochtgehalte moet op het ogenblik van de proef (6 ± 2) % van de massa bedragen. Dit gehalte wordt berekend vanuit de meting van de droge soortelijke massa (NBN EN 678).
- Het reële vochtgehalte op het ogenblik van de proef moet worden bepaald na de drukproef volgens de NBN EN 1353.
- De snelheid van de stijgingsbelasting bedraagt $(0,1 \pm 0,05)$ N/mm² per seconde.

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

Principe

Uit prefabelementen worden prismavormige proefstukken (prisma's, kubussen of cilinders) genomen, ervoor zorgend dat het vochtgehalte constant blijft tot de eerste weging. De massa van de proefstukken wordt bepaald in vochtige toestand en na droging (10 ± 5)°C tot constante massa. Bovendien wordt het volume van de proefstukken bepaald op basis van de gemeten afmetingen.

Aantal proefstukken

Minimum drie proefstukken.

Afmetingen van de proefstukken

De proefstukken moeten prisma's, kubussen of cilinders zijn met een minimumafmeting van ten minste 50 mm en een individueel volume van ten minste $0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

Formules

Het vochtgehalte kan worden uitgedrukt ten overstaan van de massa (μ_m) of het volume (μ_v)

$$\mu_m = \frac{m_{hum} - m_d}{m_d} \times 100 \% \text{ uitgedrukt op } 0,1\% \text{ nauwkeurig}$$

$$\mu_v = \frac{m_{hum} - m_d}{V} \times 10^6 \text{ uitgedrukt op } 1\text{kg/m}^3 \text{ nauwkeurig}$$

μ_m vochtigheidsgraad ten overstaan van de massa [%]

m_{hum} massa van het monster in vochtige toestand [g]

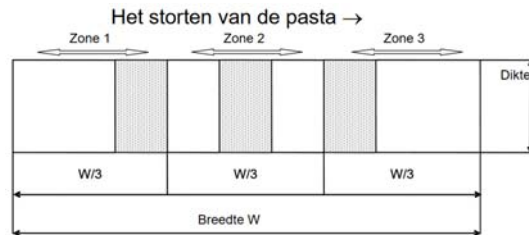
m_d massa van het monster in droge toestand [g]

μ_v vochtigheidsgraad ten overstaan van het volume [kg/m^3]

V volume van het monster [mm^3]

Enkele bijzonderheden

- De proefstukken moeten, in de mate van het mogelijke, afkomstig zijn van ieder derde van het element.



- Droog zagen, ervoor zorgend dat het vochtgehalte niet wordt beïnvloed.

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

NBN EN 12390-2

Vervaardigen en bewaring van proefstukken voor sterkteproeven (2009)

Voorwerp van de norm

Deze norm beschrijft methoden voor het vervaardigen van proefstukken voor mechanische proeven en voor hun nabehandeling. Ze behandelt de voorbereiding en het vullen van de mallen, het verdichten, het gladstrijken, de nabehandeling en het transport.

Enkele bijzonderheden

- Verschillen met de vorige normen NBN B 15-237 en NBN EN 12390-2:2000:

	NBN B 15-237	NBN EN 12390-2	
		2000	2009
Mallen	NBN B 15-236	NBN EN 12390-1	
Hulpstuk vullen	$h_{\text{hulpstuk}} \approx \frac{1}{2} h_{\text{mal}}$	Optioneel	
Materiaal voor het verdichten	Metalen stang: afgeronde uiteinden $\varnothing = 16 \text{ mm}$ en $l = 600 \text{ mm}$	Metalen stang: afgeronde uiteinden $\varnothing = 16 \text{ mm}$ en $l = 600 \text{ mm}$	
	Triltafel: $f_{\text{minimaal}} = 50 \text{ Hz}$	Triltafel: $f_{\text{minimaal}} = 40 \text{ Hz}$	
	Trilnaald: $\varnothing_{\text{max}} = \frac{1}{4}$ kleinste afmeting proefstuk; $f_{\text{minimaal}} = 100 \text{ Hz}$	Trilnaald: $\varnothing_{\text{max}} = \frac{1}{4}$ kleinste afmeting proefstuk; $f_{\text{minimaal}} = 120 \text{ Hz}$	
		Metalen staaf: $25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ en $l = 380 \text{ mm}$	
Monsterneming	NBN B 15-206	NBN EN 12350-1	
Vullen en verdichten	<u>Manuele verdichting</u> Met metalen stang: Elke laag van 10 cm dikte a rato van 10 prikken per dm^2 verdichten.	Verdichting in minstens 2 lagen, maar geen enkele laag overschrijdt 100 mm . Elke laag wordt verdicht.	<u>Zelfverdichtend beton</u> mal in één keer vullen zonder mechanische verdichtingsmethode tijdens of na het vullen
			<u>Niet-zelfverdichtend beton</u> Mallen vullen in één of meerdere lagen.
		<u>Manuele verdichting</u> Met metalen stang of staaf: Elke laag met minstens 25 prikken verdichten.	<u>Manuele verdichting</u> Met metalen stang of staaf: Elke laag met voldoende aantal prikken verdichten (algemeen 25 voor een beton met consistentieklasse S1 of S2).
Vullen en verdichten (vervolg)		Na elke laag verwijdt men de grote luchtballen aan het oppervlak en de vormen, achtergelaten door de stang of staaf, met behulp van enkele	

	NBN B 15-237	NBN EN 12390-2	
		2000	2009
		droge slagen van een houten hamer op de zijkanten van de matrijs of mal.	
	<u>Mechanische verdichting</u> Met triltafel: Het beton wordt in één keer gegoten en vervolgens getrild totdat er een fijne mortellaag naar boven komt. Met trilnaald: Het beton wordt in één keer in een mal met hoes gegoten. De trilnaald wordt loodrecht ingebracht.	<u>Mechanische verdichting</u> Met trilnaald of triltafel trillen tot volledige verdichting zonder overmatig te trillen.	
Bewaring	<u>Controleproefstukken</u> Tot ontkisten: $t = (18 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ met bescherming Dan op de werf: $t = (18 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ onder met water verzadigd zand of onder water bewaard In labo: $t = (20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ onder water of in een vochtige kamer met $RV > 95\%$	Min. 16 uur en max. 3 dagen in mal bij $t = (20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ Na ontkisten: $t = (20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ en $RV > 95\%$	
	<u>Werfproefstukken</u> In de buurt van de werken: bewaring in vergelijkbare omstandigheden als de werken		
Kwaliteitsconstrole	Elk proefstuk met een schijnbare volumemassa die meer dan 50kg/m^3 van de hoogste afwijkt, verwerpen		
Transport		Afwijking van temperatuur en vochtigheid tijdens transport met betrekking tot de norm vermijden	
Rapportering		Wijze compactatie aantal prikken KAN opgenomen worden	Wijze compactatie aantal prikken DIENT opgenomen te worden

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

Principe

De druksterkte op proefstukken van verhard beton wordt bepaald op basis van de verhouding tussen de maximale breukbelasting bij axiale druk en de oppervlakte van het monster loodrecht op de richting van de drukkracht.

Aantal proefstukken

Niet bepaald

Afmetingen van de proefstukken

De proefstukken zijn kubusvormig met ribben van 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm of 300 mm of cilindervormig met een diameter van 100 mm, 113 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm of 300 mm (nominale afmetingen). De hoogte is, in het geval van de cilinders, gelijk aan 2 keer de doorsnede.

Formule

$$f_c = \frac{F}{A_c}$$

met

- f_c de druksterkte, in MPa (N/mm²), uitgedrukt tot op 0,1 MPa nauwkeurig;
- F de maximumkracht, in N;
- A_c de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van het proefstuk waarop de drukkracht wordt uitgeoefend, in mm². Deze wordt berekend op basis van de nominale afmetingen van het proefstuk tenzij de reële dimensies van het proefstuk te sterk afwijken hiervan (zie onderstaande tabel).



Enkele bijzonderheden

- Het proeftoestel moet in overeenstemming zijn met de norm NBN EN 12390-4. De klasse van de proefmachine voor de krachtopmeting is niet bepaald.
- Enkele verschillen met de oude Belgische norm NBN B 15-220 (1990) en de vorige versie van de norm NBN EN 12390-3 (2002) worden in onderstaande tabel voorgesteld:

	NBN B 15-220 (1990)	NBN EN 12390-3 (2002)	NBN EN 12390-3 (2009)
Toepassingsdomein	Gegoten of ter plaatse ontnomen proefstuk	Gegoten proefstuk (voor ter plaatse ontnomen proefstukken, zie NBN EN 12504-1)	
Nominale afmetingen van de proefstukken d_n	Geval van gegoten proefstukken: Kubussen met ribben van 100, 150, 200 en 300 mm Cilinders met een diameter van 100, 150, 200 en 300 mm en hoogte gelijk aan 2 x de diameter d_n	Kubussen met ribben van 100, 150, 200, 250 en 300 mm Cilinders met een diameter van 100, 113, 150, 200, 250 en 300 mm en hoogte gelijk aan 2 x de diameter d_n	
Reële afmetingen d_e	$d_n - 10 \text{ mm} < d_e < d_n + 10 \text{ mm}$	$d_e = d_n$ (kubussen) $d_e = d_n \pm 0,10 d_n$ (cilinders)	
Onderplaat	Bijkomende onderplaat toegelaten	Bijkomende onder- en bovenplaten toegelaten	
Stijgsnelheid van de belasting	0,2 tot 1 N/mm ² .s Proef uitgevoerd in ± 60 seconden	0,2 tot 1 N/mm ² .s Constante snelheid ± 10 %	(0,6 $\pm$ 1,0) N/mm ² .s Constante snelheid ± 10 % De initiële belasting mag niet meer dan 30% bedragen van de breukbelasting
f_c	In N/mm ² tot op 0,1 N/mm ² nauwkeurig	In N/mm ² tot op 0,5 N/mm ² nauwkeurig	In N/mm ² tot op 0,1 N/mm ² nauwkeurig
Breukcriterium	-	Schema's met aanvaardbare en onaanvaardbare breuk	
Schijnbare volumieke massa	Tot op 10 kg/m ³ nauwkeurig	Tot op 10 kg/m ³ nauwkeurig	
Toleranties			
		Volgens NBN EN 12390-1 (2012)	
Vlakheid van de zijden waarop de druk wordt uitgeoefend	0,1 mm op 100 mm	0,0006d	
Orthogonaliteit van de zijanten van de proefstukken	90° $\pm$ 0,5° $\pm 1,3$ mm op 15 cm	$\pm 0,5$ mm t.o.v. de basis (kubussen) $\pm 0,007d$ t.o.v. de eindvlakken (cilinders)	
Afmetingen van de proefstukken	Voor kubussen: ± 1 mm	Kubussen: $\pm 1,0$ % (tussen de bekiste oppervlakken) en $\pm 1,5$ % (tussen het vrije oppervlak en het ondervlak) Cilinders: hoogte: ± 5 %; diameter: $\pm 1,0$ %	

- Zoals vermeld in de bovenstaande tabel, moet in het proefrapport opgenomen worden of er onaanvaardbare breuken worden vastgesteld. In de versie van 2011 werd de figuur die de voorbeelden met onaanvaardbare breuken van kubussen toont, licht gewijzigd.
- In bijlage A worden mogelijke werkwijzen beschreven voor de aanpassing van de oppervlakten van de proefstukken die de belasting moeten dragen. Er worden vier methodes beschouwd: vlakslippen, bijwerken met calciumaluminaatcementmortel, met zwavelmortel en met de zanddoos. De referentiemethode is het vlakslippen.
- In bijlage B wordt de werkwijze beschreven voor de bepaling van de druksterkte van een proefstuk waarvan de afmetingen buiten de toleranties van de norm (zie tabel hierboven) vallen. In dat geval dienen de reële afmetingen van het proefstuk opgemeten te worden (tot op 1 mm nauwkeurig) en wordt de dwarsoppervlakte hieruit berekend (tot op 1 mm² nauwkeurig). Indien een afmeting 3% groter of kleiner is dan de aangegeven afmeting, dan wordt het proefstuk gecorrigeerd. Zoniet moet het proefstuk verworpen worden

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarden van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Sinds 2015 is er een Nederlandstalige versie van de norm beschikbaar bij NBN

Principe

Prismavormige proefstukken worden onderworpen aan een buigmoment door de uitoefening van een belasting door middel van rollen boven- en onderaan de proefstukken. Men noteert de maximale belasting die tijdens de proef wordt geregistreerd en berekent hieruit de buigsterkte.

Aantal proefstukken

Niet bepaald

Afmetingen van de proefstukken

Prisma's met vierkantvormige secties met zijden d van 100, 150, 200, 250 of 300 mm. De lengte is groter dan 3,5 d.

Formules

Vierpuntsbuigproef

$$f_{ct} = \frac{F \cdot l}{d_1 \cdot d_2^2} \text{ uitgedrukt tot op } 0,1 \text{ N/mm}^2 \text{ nauwkeurig}$$

F maximale kracht [N]

l overspanning [mm]

d₁ en d₂ laterale afmetingen van het proefstuk [mm] met d₂ de hoogte en d₁ de breedte

Driepuntsbuigproef (bijlage A van de norm)

$$f_{ct} = \frac{3}{2} \frac{F \cdot l}{d_1 \cdot d_2^2}$$

Enkele bijzonderheden

- De proefmachine moet beantwoorden aan de norm NBN EN 12390-4. De categorie van schaalnauwkeurigheid is niet bepaald.
- Verschillen met de vorige normen NBN B 15-214 en NBN EN 12390-5:2000:

	NBN B 15-214	NBN EN 12390-5	
		2000	2009
Genormaliseerde zijden d_n	100, 150, 200, 300 mm	100, 150, 200, 250, 300 mm	
Reële zijden d_e	$d_n - 10 \text{ mm} < d_e < d_n + 10 \text{ mm}$	$d_e = d_n$	
Bij niet-overeenstemming vlakheid en hoeken	Vlakheid: rubbervilt van 5 tot 10 mm dikte, zagen of vlakslijpen	Uitsluitend zagen en vlakslijpen	
Belastingssnelheid	$(0,06 \pm 0,04) \text{ N}/(\text{mm}^2\text{s})$	0,04 à 0,06 $\text{N}/(\text{mm}^2\text{s})$ Snelheid constant $\pm 10\%$	
Initiële belasting			$\leq 0,20 \times$ geschatte breukbelasting
Uitdrukking	N/mm^2 , tot op 1 decimaal nauwkeurig		
Lengte prisma L	4h , 5h	$\geq 3,5d$	
Overspanning l	$\geq 3h$	$= 3d$	
Rollen	Lengte > breedte van het proefstuk + 10 mm (Afgerond met straal van 10 tot 20 mm) Cilindrische rollen $\varnothing = 20$ tot 40 mm	Lengte > breedte proefstuk + 10 mm Cilindrische rollen $\varnothing = 20$ tot 40 mm	
Toleranties			
Vlakheid	Belaste zijde: 0,1 mm/100 mm	0,002 d_e voor binnenzijde voor max. 150 mm 0,004 d_e voor de onderzijde voor max. 150 mm	
Rechtheid zijden in contact met rollen		$\pm 0,2 \text{ mm}$	
Orthogonaliteit	$90^\circ \pm 0,5^\circ$	$\pm 0,5 \text{ mm}$	

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

Principe

Een cilindervormig proefstuk wordt over zijn ganse lengte onderworpen aan een drukkracht uitgeoefend op een smalle zone. De daardoor uitgeoefende orthogonale trekspanningen veroorzaken de breuk van het proefstuk door trek.

Aantal proefstukken

Niet bepaald.

Afmetingen van de proefstukken

Cilindervormige proefstukken conform NBN EN 12390-1 met een diameter van 100, 113, 150, 200, 250, 300 mm. De hoogte dient minstens 1 maal de diameter te zijn. In geval van twijfel of geschil zal het proefstuk met diameter 150 mm en lengte 300 mm steeds de referentie zijn.

Aangezien er nog landen gebruik maken van kubusvormige of prismavormige proefstukken wordt hun gebruik in een normatieve bijlage behandeld.

Formule

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot L \cdot d}$$

f_{ct}	splijtsterkte [N/mm ²]
F	maximale kracht [N]
L	lengte van de contactlijn van het proefstuk [mm]
d	diameter van het proefstuk [mm]

Enkele bijzonderheden

- De proefmachine moet beantwoorden aan de norm NBN EN 12390-4. De categorie van schaalnauwkeurigheid is niet bepaald.

- Verschillen met de vorige normen NBN B 15-218 en NBN EN 12390-6:2000:

	NBN B 15-218	NBN EN 12390-6	
		2000	2009
Proefstukken	Kubus of cilinder	Cilinders, het gebruik van kubussen of prisma's wordt in bijlage behandeld	
Nominale afmeting d_n	100, 150, 200, 300 mm	Cilinder: Ø 100, 113, 150, 200, 250, 300 mm Kubus/prisma: 100, 150, 200, 250, 300 mm	
Reële afmeting d_e	$d_n - 10 \text{ mm} < d_e < d_n + 10 \text{ mm}$	Prisma/kubus: $d_e = d_n$ Cilinder: $d_e = d_n \pm 0,10 \cdot d_n$	
Belastingsvlak	Cilinder: retraal Kubus: Gelegen op een afstand van $d/2$ van de zijde het dichtst bij het proefstuk	Cilinder: radiaal Kubus/prisma: loodrecht door het stortvlak	
Belastingssnelheid	$(0,06 \pm 0,004) \text{ N/(mm}^2\text{s)}$	0,04 à 0,06 N/(mm²s) Snelheid constant $\pm 1\%$	
Slankheid cilinder	$1 < L/d < 2$		
Stalen tussenstuk kubus/cilinder	R = 75 mm Lengte > L + 10 mm Hoogte = 20 mm	R = 75 mm Hoogte $\geq 20 \text{ mm}$	
Belastingsstrook	Dikte = $4 \pm 1 \text{ mm}$ Lengte > L Hoogte > 15 mm Karakteristiek tijdens ponsproef	Houtvezel (EN 316) Dikte = $4 \pm 1 \text{ mm}$ Breedte = $10 \pm 1 \text{ mm}$ $L \geq L_{\text{proefstuk}}$ $\rho > 900 \text{ kg/m}^3$	Houtvezel (EN 316) of ander (bijkomende stijfheidseis) Dikte = $4 \pm 1 \text{ mm}$ Breedte = $15 \pm 1 \text{ mm}$ $L \geq L_{\text{proefstuk}}$ $\rho > 900 \text{ kg/m}$
Vlakheid persplaten	NBN B 15-218: 0,05 mm/100 mm	0,03 mm voor de contactzone met het proefstuk	
Toleranties			
Vlakheid	0,1 mm/100 mm	Prisma: 0,002 d_n (zijden) en 0,004 d_n (bodem) Kubus: 0,0005 d_n (ribben) en 0,001 d_n (bodem) Cilinder: 0,0005 d_n (basis)	
Rechtheid zijden/generatrices	Generatrices cilinders: 0,001 d_e	Zijden prisma: $\pm 0,2 \text{ mm}$ Generatrices cilinders: $\pm 0,2 \text{ mm}$	
Orthogonaliteit	$90^\circ \pm 0,5^\circ$	$\pm 0,5 \text{ mm}$	

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

Principe

De dichtheid van verhard beton wordt bepaald in 3 verschillende toestanden:

- bij ontvangst,
- verzadigd met water,
- droog.

Het volume van het proefstuk verhard beton en zijn massa in de verschillende toestanden worden bepaald, waarna de dichtheid wordt berekend aan de hand van de verhouding tussen massa en volume.

Deze norm is van toepassing op beton met lichte, gewone en zware granulaten.

Aantal proefstukken

Niet bepaald

Afmetingen van de proefstukken

Het volume van een proefstuk bedraagt minstens 0,785 liter. Indien de nominale afmeting van het grootste granulaat $D_{\max}$ groter is dan 25 mm, zal het minimumvolume niet kleiner zijn dan $50 D_{\max}^3$.

Normaal wordt het proefstuk in zijn geheel gebruikt zoals het werd ontvangen. Indien het proefstuk wegens zijn grootte of vorm onmogelijk als dusdanig kan worden gebruikt, zal van het oorspronkelijke proefstuk een kleiner proefstuk worden afgebroken of afgezaagd.

Formule

$$D = \frac{m}{V} \text{ uitgedrukt tot op } 10 \text{ kg/m}^3 \text{ nauwkeurig}$$

- D de dichtheid [kg/m^3], voor een gegeven toestand van het proefstuk en een gegeven methode van volumebepaling
m de massa van het proefstuk [kg], voor zijn toestand op het ogenblik van de proef
V het volume [m^3], bepaald volgens de gekozen methode

Enkele bijzonderheden

- Er bestaan drie methodes om het volume van het proefstuk te bepalen:
 - o Hydrostatische weging (referentiemethode):

- proefstuk vooraf verzadigd met water
- massa in water van de opstelling (m_{st}) wordt bepaald
- massa in water van de opstelling + het proefstuk ($m_{st} + m_v$) wordt bepaald.
- massa van het vochtige proefstuk in de lucht (m_a) wordt bepaald.
- volume wordt berekend:

$$V = \frac{m_a - ((m_{st} + m_w) - m_{st})}{\rho_w} \text{ met } \rho_w = 998 \text{ kg/m}^3$$

- o door berekening op basis van de reële afmetingen
- o voor kubussen, door berekening met de nominale afmetingen
- Drie toestanden voor de meting van de massa:
 - o Bij ontvangst: massa m_r (nauwkeurigheid van 0,1% $m_{\text{proefstuk}}$)
 - o Verzadigd met water: massa m_s na onderdompeling in water tot een constante massa bereikt wordt (verschil tussen twee massametingen met tussentijd van 24 u < 0,2%)
 - o Droog: massa m_0 na droging in een geventileerde oven bij $t = (105 \pm 5)^\circ\text{C}$
- Verschillen met de vorige norm NBN B 15-221 en NBN EN 12390-7:2001:

	NBN B 15-221	NBN EN 12390-7	
		2001	2009
Proefstukken	$V \geq 50 D_{\max}^3$	$D_{\max} > 25 \text{ mm: } V \geq 50 D_{\max}^3$	
	$V \geq 1 \text{ dm}^3$	$V \geq 1 \text{ l}$	$V \geq 0,785 \text{ l}$
Weegnauwkeurigheid	0,05% van de massa	0,1% van de massa	
Droogtemperatuur	$(105 \pm 3)^\circ\text{C}$	$(105 \pm 5)^\circ\text{C}$	
Toepassingsgebied	Licht & zwaar beton Beton met normale volumemassa maar de massa in vochtige toestand is niet mogelijk voor open structuren. De norm voorziet de mogelijkheid tot aanbrengen van waterdichtende coating om de vochtigheidstoestand van het beton niet te wijzigen.	Beton met lichte, gewone en zware granulaten	
Resultaten	Tot op 5 kg/m ³ nauwkeurig	Tot op 10 kg/m ³ nauwkeurig	

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

NBN EN 12390-8

Indringingsdiepte van water onder druk (2009)

Principe

Het oppervlak van het verharde beton wordt blootgesteld aan water onder druk. Het proefstuk wordt vervolgens gespleten en het diepte van het front van de waterpenetratie wordt gemeten.

Aantal proefstukken

Niet bepaald

Afmetingen van de proefstukken

De proefstukken zijn kubussen, prisma's of cilinders met een zijde of diameter van het blootgestelde vlak van minstens 150 mm.

Enkele bijzonderheden

- Verschillen met de vorige norm NBN B 15-222 en NBN EN 12390-8:2000:

	NBN B 15-222	NBN EN 12390-8	
		2000	2009
Proefstukken	Cilinder: Ø 113 mm & h = 120 mm Kubus: zijde 200 mm Prisma: 20 x 20 x 19 cm	C/K/P met zijden of diameter ≥ 150 mm	C/K/P met zijden of diameter aan water blootgestelde vlak ≥ 150 mm (andere dimensies ≥ 100 mm)
Bewaring			Onder water volgens NBN EN 12390-2
Kant blootgesteld aan waterdruk	Gerectificeerde kant. Rond oppervlak met Ø = 10 cm	Zijde meteen na ontkisten met een staalborstel afgeborsteld	
Uitgeoefende druk	1 bar gedurende 48 h 3 bar gedurende 24 h 7 bar gedurende 24 h	(500 $\pm$ 50) kPa gedurende (72 $\pm$ 2) h	
Metingen	Hoeveelheid opgenomen water: om de 24 h Penetratiediepte (informatief)	Penetratiediepte [mm] van het ingevoerde water	

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

In de technische specificatie CEN/TS 12390-9 worden drie afzonderlijke proefmethoden beschreven. In deze fiche wordt de referentiemethode, de slab-test, behandeld.

Principe

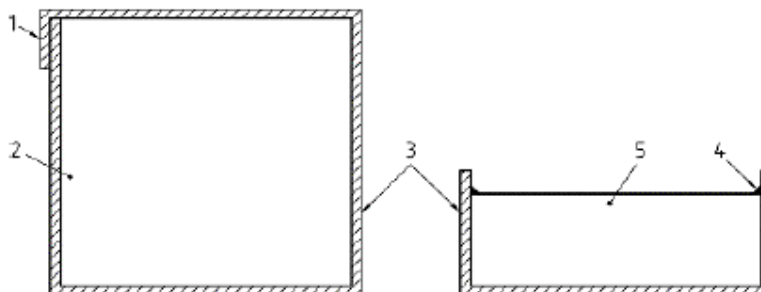
Het oppervlak van proefstukken verhard beton wordt verzadigd en bedekt met een vloeistof (gedeïoniseerd water of een zoutoplossing), waarna ze onderworpen worden aan 56 vorst-dooi cycli. De vorstdooiweerstand wordt geëvalueerd aan de hand van de gemeten massaverliezen.

Aantal proefstukken

Vier proefstukken.

Afmetingen en voorbereiding van de proefstukken

De kubussen met een ribbe van 150 mm worden aangemaakt volgens NBN EN 12390-2 en vervolgens bewaard in water. Op een leeftijd van 7 dagen worden ze in de klimaatkamer geplaatst bij $20 \pm 2^\circ \text{C}$ en 65 % RV. Op 21 dagen ouderdom wordt uit elke kubus een proefstuk gezaagd, loodrecht op het bovenvlak, met een dikte van (50 ± 2) mm. Het testoppervlak komt overeen met het midden van de kubus. Op 25 dagen wordt elk proefstuk wordt omhuld met een rubberen bekleding: enkel het testoppervlak blijft vrij (Figuur 1).



*Figuur 1: Voorbereiding van de proefstukken (links: bovenaanzicht, rechts: dwarsdoorsnede).
1 = overlap rubbervel; 2 = testoppervlak; 3 = rubbervel; 4 = lijm; 5 = proefstuk*

Op 28 dagen, vóór de start van de proef worden de testoppervlakken verzadigd met gedeïoniseerd water gedurende (72 ± 2) uur en worden de andere oppervlakken thermisch geïsoleerd (Figuur 2). Vervolgens wordt er een vriesmedium aangebracht op het testoppervlak: gedeïoniseerd water of een NaCl-oplossing (3% NaCl). Om te verhinderen dat de bevroeringsvloeistof verdampt wordt een folie over het proefstuk aangebracht.

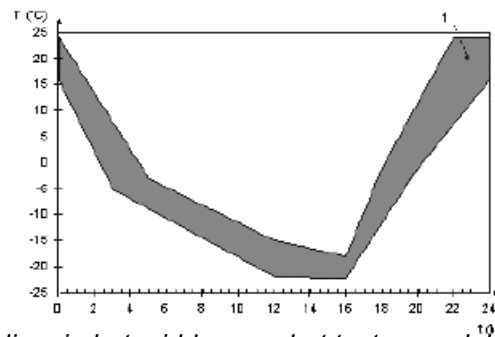


Figuur 2: Proefstuk, omhuld met een rubbervel en thermische isolatie.

Testprocedure

De proefstukken worden in een klimaatkast geplaatst met een geprogrammeerd temperatuursverloop. De temperatuur van het vriesmedium wordt constant gemonitord en moet voldoen aan de eisen in Figuur 3. De luchttemperatuur in de klimaatkast mag nooit lager zijn dan -27°C .

Bovenlimiet		Onderlimiet	
Tijd (uur)	Temp ($^{\circ}\text{C}$)	Tijd (uur)	Temp ($^{\circ}\text{C}$)
0	+24,0	0	+16,0
5	-3,0	3	-5,0
12	-15,0	12	-22,0
16	-18,0	16	-22,0
18	-1,0	20	-1
22	+24,0	24	+16,0



Figuur 3: Vorst-dooi cycli van het vriesmedium in het midden van het testoppervlak.

Na 7, 14, 28, 42 en 56 cycli meet men tijdens de dooiperiode het massaverlies. Het afgebladderde losgekomen materiaal wordt verzameld en gedroogd tot constante massa bij $(110 \pm 10)^{\circ}\text{C}$.

Formule

Voor elk proefstuk wordt na elke meting het cumulatief massaverlies bepaald per oppervlakte-eenheid:

$$S_n = \frac{m_{s,n}}{A} \times 10^3$$

met:

$m_{s,n}$ cumulatieve massa de la matière écaillée na de n^{de} cyclus tot op 0,1 g nauwkeurig [g]

S_n massa van het de la matière écaillée na de n^{de} cyclus [kg/m²]

A totaal oppervlak van het testoppervlak tot op 100 mm² nauwkeurig [mm²]

Enkele bijzonderheden.

- Afwijkingen van de beschreven standaardprocedure zijn toegelaten zelfs wanneer deze vermeldt dat ze de resultaten kunnen beïnvloeden. Elke afwijking in vergelijking met de standaardprocedure dient vermeld te worden in het testrapport. Bijvoorbeeld:
 - a. een andere geometrie (bv. geboorde kernen, zie Figuur 4);
 - b. een andere omhulling (bv. PVC-buis, zie Figuur 4);
 - c. een ander blootstellingsoppervlak (bv. een bekist of vrij oppervlak);
 - d. een ander vriesmedium;
 - e. een ander aantal cycli....
- De eisen opgelegd aan de klimaatkamer zijn hoog: $T = 20^\circ \pm 2^\circ\text{C}$, $RV = 65 \pm 5\%$, verdampingssnelheid van $45 \pm 15 \text{ g/m}^2\text{h}$ en een dagelijks gemiddeld CO₂ gehalte van (300-1000)ppmv om een bepaalde carbonatatie toe te laten.
- Er dient nagegaan te worden of de dikte van de bevroren omgeving minstens 1mm is na elke voorbije cyclus. Indien dit niet het geval is moeten de proefmonsters verwijderd worden.

Naast de slab-test worden in de technische specificatie CEN/TS 12390-9 ook twee alternatieve methodes besproken: de "Cube test" en de "CF/CDF test"



Figuur 3: Proefstuk met afwijkende geometrie en omhulling, dat onderworpen is geweest aan vorst-dooicycli.

Opmerkingen

- De norm vermeldt waarden van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Het NBN beschikt enkel over een Engelse en Duitse versie van de technische specificatie.

Principe

Proefstukken verhard beton worden gedurende 90 dagen ondergedompeld in een chloride-oplossing. Vervolgens wordt op verschillende dieptes van het proefstuk het profiel van het gehalte aan zuur-oplosbare chloriden bepaald. Aldus kan de diffusiecoëfficiënt van de chloriden worden bepaald.

Aantal proefstukken

Minimum twee proefstukken.

Afmetingen en voorbereiding van de proefstukken

Cilinders met een diameter > 100 mm of kubussen met een ribbe > 100 mm worden aangemaakt en bewaard volgens de norm NBN EN 12390-2. De helft van de lengte van de proefstukken dient groter te zijn dan drie keer de maximale nominale afmeting van de granulaten.

Op 28 dagen ouderdom worden de proefstukken doormidden gezaagd, parallel aan het bovenoppervlak. Zo verkrijgt men voor ieder proefstuk een proefstuk voor het “initieel Cl-gehalte” en een “profielproefstuk”.

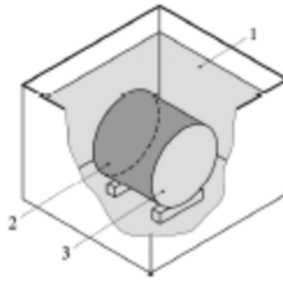
Vorbereiding proefstukken « Initieel Cl-gehalte »

Het proefstuk « initieel Cl-gehalte » wordt meteen na het verzagen in een hermetisch afgesloten plasticzak geplaatst.

Vorbereiding “profielproefstukken”

Na het verzagen worden de proefstukken onder vacuüm met water verzadigd en vervolgens verder onder water bewaard. Alle oppervlakken behalve het gezaagde oppervlak worden waterdicht gemaakt, bv. met epoxy of polyurethaan (behalve in het geval van grote proefstukken, cfr. bijlage D van de norm).

De proefstukken worden in een CaOH-oplossing geplaatst gedurende minstens 18 uur, waarna ze worden ondergedompeld in een NaCl-oplossing (3% NaCl) bij $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. De referentieperiode voor de blootstelling aan de NaCl-oplossing bedraagt 90 dagen.



Figuur 1: Onderdompeling van de proefstukken. 1 = NaCl-oplossing; 2 = waterdichte oppervlakken; 3 = blootgesteld oppervlak

Testprocedure

Bepalen van het initieel chloridegehalte (C_i) a.d.h.v. de proefstukken “initieel Cl-gehalte”

De bovenste 1 mm van het gezaagde oppervlak wordt verwijderd, waarna dit oppervlak verder wordt afgeslepen om een poederstaal van 20 g te verkrijgen. Het zuur-oplosbaar chloridegehalte (in massa% beton) van dat staal wordt vervolgens bepaald volgens de norm NBN EN 14629.

Bepalen van het chlorideprofiel a.d.h.v. de “profielproefstukken”

Na 90 dagen blootstelling worden de proefstukken uit de oplossing genomen en worden er minstens 8 lagen droog afgeslepen op verschillende dieptes vanaf het blootgestelde oppervlak, zodanig dat er per laag een droog poedermonster wordt verkregen van minstens 5 g.

Formule

Het chloridegehalte aan het oppervlak (C_s) en de diffusiecoëfficiënt voor chloriden (D_{nss}) worden bepaald door de onderstaande vergelijking aan te passen bij de relevante punten, a.d.h.v. een niet-lineaire regressieanalyse m.b.v. de methode van de kleinste kwadraten:

$$c_x = c_i + (c_s - c_i) \left(1 - \operatorname{erf} \left(x \right) \left[\frac{x}{2\sqrt{D_{nss}t}} \right] \right)$$

met:

- C_x het chloridegehalte gemeten op een diepte x na een blootstellingstijd t (massa% beton)
- C_s het chloridegehalte aan het blootgestelde oppervlak (massa % beton)
- C_i het initieel chloridegehalte (massa % beton)
- X diepte van de laag t.o.v. het blootgesteld oppervlak (m)
- D_{nss} de diffusiecoëfficiënt voor chloriden in niet-stationair regime (m^2s^{-1})
- t blootstellingstijd (s)

$\text{erf}_{(x)}$ de error-functie: $\text{erf}_{(x)}z = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z \exp(-u^2) du$

De correlatiecoëfficiënt moet groter zijn dan 0,950 om zeker te zijn dat het gemeten chlorideprofiel correct gemodelleerd werd.

Een voorbeeld van een regressieanalyse wordt gegeven in Figuur 2. In deze figuur is

Y-as het chloridegehalte (massa % beton)

X-as de diepte (mm)

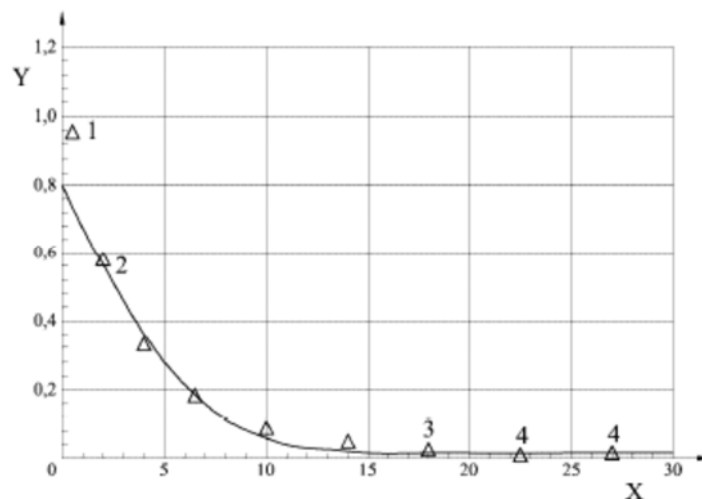
“Δ” de meetpunten

1 het eerste meetpunt wordt niet in rekening gebracht

2 het eerste punt dat gebruikt wordt in de analyse

3 het “nulpunt” met een chloridegehalte tussen C_i en $C_i + 0,015\%$

4 meetpunten met chloridegehalte < het “nulpunt”: worden niet in rekening gebracht.



Figuur 1: Lineaire regressieanalyse

Enkele bijzonderheden

- Afwijkingen van de beschreven standaardprocedure zijn toegelaten (bijvoorbeeld afwijkende geometrie, chlorideoplossing, blootstellings-periode...). Elke afwijking van de standaardprocedure dient vermeld te worden in het testrapport.
- De resultaten kunnen eveneens op een andere manier gebruikt worden, bijvoorbeeld voor de bepaling van de diepte waarbij een kritiek chloridegehalte bereikt wordt.
- De proefstukken kunnen ook ontnomen zijn uit een bestaand betonelement (dit wordt beschreven in bijlage 2 van de norm).

Herhalingsnauwkeurigheid

Waarden voor de betrouwbaarheid parameters van de proef, r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid), zijn in de norm opgenomen.

Voorbeelden voor de ijking van de berekeningsmethode voor de regressieanalyse worden gegeven in een informatieve bijlage.

Vergelijking van NBN EN 12390-11 en NT BUILD 443

Een andere proefmethode voor het bepalen van de weerstand tegen chloride-indringing is de NT BUILD 443 "*Hardened concrete: accelerated chloride penetration*" (1995). De norm werd opgesteld gebruik makend van deze proefmethode. De belangrijkste verschillen tussen de NBN EN 12390-11 en NT BUILD 443 staan in onderstaande tabel samengevat:

Tabel 1: Belangrijkste verschillen tussen de NBN EN 12390-11 en de NT Build 443.

	NBN EN 12390-11	NT Build 443
Proefstukken		
Aantal	Minstens 2	Minstens 3
Vorm en afmeting	Cilinder: $\varnothing \geq 100$ mm Kubus: ribbe ≥ 100 mm Lengte proefstuk $> 3D$	Cilinder: $\varnothing \geq 75$ mm en $\varnothing \geq 3D$ Lengte proefstuk ≥ 100 mm
Vorbereiding proefstuk		
Saturatie	Onder water onder vacuüm (10-50 mbar) gedurende 1 u	In Ca(OH)_2 -oplossing (max 0,1%) bij 23°C tot constante massa
Resaturatie	In een Ca(OH)_2 oplossing voor minstens 18u	In een Ca(OH)_2 oplossing tot constante massa
Blootstelling		
Zoutoplossing	3 massa% NaCl	16,5 massa% NaCl
Blootstellingstemperatuur	$(20 \pm 2)^\circ\text{C}$	$(23 \pm 2)^\circ\text{C}$
Duur	Minstens 90 dagen	Minstens 35 dagen
Bepaling Cl- concentratie		
Proefmethode	NBN EN 14629	NT Build 208 of andere

Opmerking

Het NBN beschikt niet over een Nederlandse versie van deze Europese norm.

Principe

Een proefstuk wordt onderworpen aan axiale drukspanning en een spanning-rekdiagram wordt uitgezet. Hieruit wordt de secans-elasticiteitsmodulus afgeleid.

De norm beschrijft twee methodes ter bepaling van de initiële secans-elasticiteitsmodulus ($E_{C,0}$; methode A) en gestabiliseerde secans-elasticiteitsmodulus ($E_{C,S}$; methode A en B).

Aantal proefstukken

Minstens twee proefstukken.

Afmetingen en voorbereiding van de proefstukken

Proefstukken (cilinder/prisma) aanmaken of ontnemen volgens NBN EN 12390-1 of NBN EN 12504-1. Hierbij is d ($\varnothing_{\text{cilinder}}$ of b_{prisma}) $\geq 3,5D_{\text{max}}$ en $2 \leq L/d \leq 4$. Cilinders met een diameter van 150 mm en een hoogte van 300 mm worden aangeraden maar andere afmetingen zijn toegelaten mits ze voldoen aan NBN EN 12390-1 en bovenstaande eisen.

Bewaring in functie van afkomst volgens NBN EN 12390-2 of NBN EN 12504-1.

Voor het uitvoeren van de proef worden de proefstukken uit het water gehaald en bewaard bij $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Vervolgens worden binnen 24 uur de meetapparatuur aangebracht en de proef uitgevoerd.

Testprocedure volgens methode A

Op minimaal 1 proefstuk: druksterkte bepalen volgens NBN EN 12390-3. Het resultaat wordt gebruikt om de σ_{max} en σ_{min} vóór de belastingscycli te bepalen.

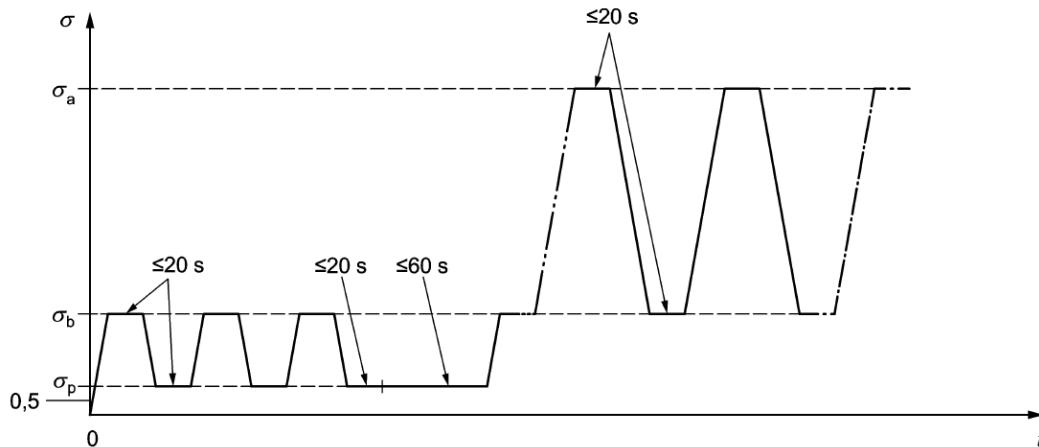
Controleer de stabiliteit van de meetopstelling en de positionering van het proefstuk door drie voorbelastingscycli uit te voeren. De spanning wordt met een regelmatige snelheid van $(0,6 \pm 0,2) \text{ MPa/s}$ gevarieerd tussen σ_p en σ_b .

- Stabiliteit meetopstelling: voor elke meetlijn moet de variatie van de vervorming ε_b (overeenstemmend met σ_b) tussen de 2^{de} en 3^{de} cyclus $\leq 10\%$
- Positionering proefstuk: voor elke meetlijn mag de vervorming ε_b verkregen bij de 3^{de} cyclus niet meer dan 20% afwijken van het gemiddelde.

Drie belastingscycli worden uitgevoerd om de secans-elasticiteitsmodulus te bepalen. Tijdens de cycli wordt de spanning gevarieerd tussen de σ_b en σ_a met een regelmatige snelheid van $(0,6 \pm 0,2) \text{ MPa/s}$. Registreer:

- vervormingen voor elke meetlijn op het einde van de:

- maximale spanningsfase (σ_a) tijdens de 1^{ste} en 3^{de} cyclus. Bereken de gemiddelde vervormingen $\varepsilon_{a,1}$ en $\varepsilon_{a,3}$
- minimale spanningsfase (σ_b) vóór de 1^{ste} cyclus en op het einde van de 2^{de} cyclus. Bereken de gemiddelde vervormingen $\varepsilon_{b,0}$ en $\varepsilon_{b,2}$.
- gemeten waarde voor de minimale spanning σ_b^m en de maximale spanning σ_a^m



————	Belastingscyclus
— · — ·	Belastingscyclus om de initiële secans-elasticiteitsmodulus te bepalen
— · — ·	Belastingscyclus om de gestabiliseerde secans-elasticiteitsmodulus te bepalen
σ	Aangebrachte spanning [MPa]
σ_a	Maximale spanning - $f_c/3$
σ_b	Minimale spanning - $0,10.f_c \leq \sigma_b < 0,15.f_c$
σ_p	Voorbelastingsspanning - $0,5 \text{ MPa} \leq \sigma_p \leq \sigma_b$
t	Tijd [s]

Als alle metingen verricht zijn tijdens de maximale spanningsfase (σ_a) van de 3^{de} cyclus, wordt de druksterkte van het proefstuk bepaald volgens NBN EN 12390-3.

Formules

$$E_{C,0} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_0} = \frac{\sigma_a^m - \sigma_b^m}{\varepsilon_{a,1} - \varepsilon_{b,0}} \text{ en } E_{C,s} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_s} = \frac{\sigma_a^m - \sigma_b^m}{\varepsilon_{a,3} - \varepsilon_{b,2}} \text{ met een nauwkeurigheid van } 0,1 \text{ GPa}$$

$E_{C,0}$	initiële secans-elasticiteitsmodulus
$E_{C,s}$	gestabiliseerde secans-elasticiteitsmodulus

Enkele bijzonderheden

- Er kan geopteerd worden om enkel de gestabiliseerde secans-elasticiteitsmodulus te bepalen. Bij deze methode (methode B uit de norm) worden er geen voorbelastingscycli uitgevoerd.

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

Principe

Boorkernen van beton, genomen uit betonconstructies, worden voorbereid ter uitvoering van een drukproef volgens de norm NBN EN 12390-3.

Aantal proefstukken

Niet bepaald

Afmetingen van de proefstukken

De monsters zijn cilindervormig met een slankheid van 2 indien de sterkte van de boorkern wordt vergeleken met die van een cilindervormig proefstuk of van 1 indien de sterkte van de boorkern wordt vergeleken met een kubusvormig proefstuk. Indien de diameter van de boorkernen kleiner is dan 3 maal de maximumafmeting van de betongranulaten, dient er rekening gehouden te worden met een invloed op de druksterkte. In de informatieve bijlage wordt deze invloed uitgelegd.

Voor de uitvoering van drukproeven op boorkernen met een diameter kleiner dan 90 mm kan het nodig zijn de proefmachine aan te passen.

Formule

$$f_c = \frac{F}{A_c} \text{ uitgedrukt op } 0,1 \text{ N/mm}^2 \text{ nauwkeurig}$$

F maximale kracht [N]

A_c de dwarsoppervlakte waarop de drukkracht wordt uitgeoefend [mm²]. Deze wordt berekend op basis van de reële afmetingen van het proefstuk.

Enkele bijzonderheden

- De proefmachine moet beantwoorden aan de norm NBN EN 12390-4, maar de categorie van de schaalnauwkeurigheid is niet bepaald.
- Indien nodig, dient een schatting van de porositeit van het proefstuk uitgevoerd te worden. Dit dient te gebeuren aan de hand van standaarddocumentatie of in vergelijking met een referentieproefstuk met gekende porositeit. Hoe dit precies uitgevoerd dient te worden, wordt niet vermeld.
- Verschillen met de vorige normen NBN B 15-220 en NBN EN 12504-1:2000:

	NBN B 15-220	NBN EN 12504-1	
		2000	2009
Toepassingsdomein	Cilinders of kubussen (labo of <i>in situ</i>)	Enkel <i>in situ</i> cilindervormige boorkernen	
Hoogte boorkernen	$h = \sqrt{S}$ of $h = 2d_e$	$h = d_e$ of $h = 2d_e$	
Wapening	Geen wapening in of nabij de belastingsrichting Indien bijkomende wapening aanwezig is dienen onderstaande eisen in acht genomen te worden: $V_{\text{tot,wapening}} < 5\% V_{\text{tot}}$ $V_{\text{wapening, centraal deel}} < 1\% V_{\text{tot}}$	De aanwezigheid van wapening in het proefstuk dient te alle tijden geminimaliseerd te worden. Bovendien is de aanwezigheid van wapening in of nabij de longitudinale richting van het proefstuk volledig uitgesloten. Van eender welke andere wapening in het proefstuk dient de diameter en de positie tot op de millimeter genoteerd te worden	
Meting diameter	Minimum 2 meetpunten per afmeting	Meting in 2 orthogonale richtingen in het midden en op de kwarten van de lengte	
Meting hoogte	Minimum 2 meetpunten per afmeting	Maximum- en minimumlengte bij ontvangst en na voorbereiding	
Nauwkeurigheid resultaat	Tot op 0,1 MPa	Tot op 0,5 MPa	Tot op 0,1 MPa
Toleranties			
Vlakheid	< 0,1 mm op 100 mm	< 0,06 mm op 100 mm (0,0006 d_e)	
Loodrechtheid	$90^\circ \pm 1^\circ$	$\leq \pm 0,5$ mm	
Rechtheid generators		0,03 d_e	
Breukcriteria		Schema's met aanvaardbare en onaanvaardbare breuken (NBN EN 12390-3)	

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid. Wel wordt vermeld dat die waarschijnlijk kleiner zijn dan deze geregistreerd op genormaliseerde proefstukken bekomen na vormen (zie NBN EN 12390-3).
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar.

Principe

Een massa voortgestuwd door een veer schiet een slagpin weg bij contact met het oppervlak; het resultaat van de proef wordt uitgedrukt door de meting van de mate van terugslag van de pin, “terugslagwaarde” genaamd.

De waarde kan ook verkregen worden in functie van het energieverschil of de snelheid vóór en na de schok van de massa.

Gebruikstoepassingen van de terugslagwaarde

De terugslagwaarde kan worden gebruikt om de homogeniteit van het beton ter plaatse te evalueren en om zwakke of beschadigde zones te bepalen.

Deze methode kan de proeven voor de bepaling van de druksterkte van het beton niet vervangen. Ze kan echter wel een schatting van de sterkte van het beton ter plaatse opleveren indien betrouwbare correlaties worden aangetoond.

Apparaat

De sclerometer, bestaande uit een stalen hamer samengedrukt door een veer die, wanneer ze wordt losgelaten, een stalen slagpin wegschiet bij contact met het betonoppervlak. De verplaatsingssnelheid van de hamer veroorzaakt door de veer moet constant en reproduceerbaar zijn. De terugslag van de stalen hamer ten opzichte van de stalen slagpin of andere terugslagwaarden moet worden gemeten op een lineaire schaal die in verbinding staat met het frame van het instrument.



Enkele bijzonderheden

- Verschillen met de vorige normen NBN B 15-225 en NBN EN 12504-2:2001:

	NBN B 15-225	NBN EN 12504-2	
		2001	2012
Soorten beton	Gewone en lichte betonsoorten met gesloten structuur, uitgezonderd korrel- en cellenbeton	Elke soort beton op voorwaarde dat een adequate sclerometer wordt gebruikt	
Kalibratieaambeeld	Aambeeld bestaande uit een metalen cilinder met een vaste massa en hardheid zodanig dat de terugslag van de sclerometer een vaste waarde oplevert	Stalen aambeeld gekenmerkt door een minimale hardheid van 52 HRC, een massa van (16 ± 1) kg en een diameter van ca. 150 mm	
Aanwijzingen voor de kalibratie	Kalibratie periodiek uit te voeren	Kalibratie uit te voeren vóór en na elke reeks metingen	
Temperaturen bij de metingen	$t > 0^{\circ}\text{C}$	$10^{\circ}\text{C} \leq t \leq 35^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 50^{\circ}\text{C}$
Meetzones	Baan van ca. 2 tot 4 dm ² Dikte van wanden > 10 cm Dikte van pijlers > 12 cm Meetpunten minstens 3 cm verwijderd van de randen van de wanden	Baan van ca. 9 dm ² Dikte van wanden > 10 cm Meetpunten minstens 2,5 cm verwijderd van de randen van de wanden	
Afstanden tussen meetpunten	$2 \text{ cm} < d \leq 5 \text{ cm}$	$d \geq 2,5 \text{ cm}$	
Aantal metingen per zone	12 metingen	Minstens 9 metingen	
Buiten beschouwing te laten metingen	De twee uiterste meetresultaten voor elke zone elimineren	Resultaat verbonden aan een indruk door platdrukking of perforatie van een oppervlak in de nabijheid van een vacuüm	
Geval van weigering van de metingen	Indien de afstand tussen de individuele uiterste waarden gelijk is aan of groter dan 25 %, moeten de metingen worden genegeerd	Indien meer dan 20 % van alle uitgevoerde metingen meer dan 30 % van de mediaan afwijken, moeten de metingen worden genegeerd	
Meting	Afstand terugslag	Afstand terugslag	Afstand terugslag of meting van de energievariatie of snelheid vóór en na de impact

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- De vermelding van individuele waarden van de terugslag is niet verplicht.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar.

Principe

Een kleine metalen schijf waarop aan één zijde in het midden een staaf is bevestigd, wordt in het beton gegoten zodat het uiteinde van de staaf uit het beton steekt. De kracht die nodig is om de schijf uit het beton te trekken wordt gemeten.

Toepassingsgebied

Deze norm is van toepassing op geïntegreerde inzetstukken en inzetstukken die in uitgehard beton kunnen worden ingebracht en daarna geëxpandeerd zonder evenwel zijwaartse spanningen in het beton teweeg te brengen. Hij is niet van toepassing op methodes waarbij gebruik wordt gemaakt van lijm om het inzetstuk te bevestigen.

Formule

$$f_p = \frac{F}{A}$$

f_p lostrekweerstand [MPa of N/mm²]

F lostrekkraft [N]

A oppervlakte [mm²]. Deze wordt berekend door de formule:

$$A = \frac{1}{4} \pi (d_2 + d_1) \sqrt{4h^2 + (d_2 - d_1)^2}$$

d_1 diameter van de kop van het lostrek-inzetstuk [mm] (25 mm)

d_2 binnendiameter van de steunring [mm] (55 mm)

h afstand tussen de kop van het lostrek-inzetstuk en het betonoppervlak [mm]

Enkele bijzonderheden

- Kenmerken:

Schijf	Cirkelvormige kop van (25 ± 0,1) mm diameter
Staatf	Glad en conisch (de grootste diameter) aan de zijde van het betonoppervlak Diameter ≤ 0,6 x diameter van de schijf Ingebrachte lengte in het beton gelijk aan de diameter van de schijf
Steunring	Rond de uitstekende staatf geplaatst, binnendiameter 55 ± 0,1 mm en buitendiameter 70 ± 1 mm
Nauwkeurigheid op het vlak van het belastingssysteem	± 2 %

Plaats van proeven	Minstens 200 mm verwijderd Wapeningen bevinden zich aan de buitenkant van het conische brekingsvlak Middelpunten gelegen op meer dan 100 mm van de rand van het beton
Dikte van het beproefde beton	> 100 mm
Snelheid belastingstoename	0,5 ± 0,2 kN/s
Uitdrukking kracht	Op 0,05 kN na

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar.



Beproeving van betonspecie

Voorwerp van de norm

Deze norm beschrijft twee monsternemingswijzen voor betonspecie – samengestelde monsterneming en plaatselijke monsterneming - voor de vervaardiging van proefstukken voor proeven op verhard beton uit de reeks EN 12390 of de uitvoering van proeven op betonspecie uit de reeks EN 12350 (zetmaat, Vebe-proef, verdichtingsmaat, schudmaat, dichtheid en luchtgehalte).

De aandacht wordt gevestigd op de zorg die men moet dragen tijdens het transport en bij de behandeling van de monsters, dewelke beschermd moeten worden tegen elke vorm van verontreiniging, wateropname of -verlies en extreme temperatuurschommelingen.

Er wordt ook aan herinnerd dat, wegens het alkalisch karakter van de betonspecies, elk contact tussen het cement en de mond, ogen of de neus of tussen het nat cement en de huid vermeden moet worden.

Samenvatting

De norm begint met een definitie van de begrippen eigen aan de betonspecie (lading, proefgreep, ...) en geeft vervolgens een gedetailleerde beschrijving van de twee mogelijke methoden voor de monsterneming. De keuze van de methode is afhankelijk van het bestemde gebruik, in de wetenschap dat men minstens 1,5 maal de hoeveelheid moet nemen die als vereist wordt beschouwd voor de proeven.

Samengesteld monster

= hoeveelheid beton bestaande uit een bepaald aantal afzonderlijke grepen, verdeeld over een partij of massa beton, grondig vermengd.

Het vereiste aantal proefgrepen gebeurt met een schep, gelijkmatig verdeeld in de partij en gestort in de vergaarbak(ken).

- *Mengmachine met onderbroken aflevering of truckmixer*: geen rekening houden met het eerste en laatste gedeelte van de partij
- *Partij gestort in een of meerdere hopen*: de proefgrepen verdelen over de diepte en het volledige blootgestelde oppervlak, op minstens vijf verschillende plaatsen
- *Monsterneming uit een vrij vallende betonstroom*: representatief voor de breedte en dikte van de stroom

Plaatselijk monster

= hoeveelheid beton genomen uit een gedeelte van een partij of massa beton, bestaande uit één of meerdere proefgrepen, grondig vermengd.

De proefgre(e)p(en) wordt (worden) uitgevoerd op de gewenste plaats van een partij of massa beton en in de vergaarbak gestort.

Vergelijking met de oude Belgische norm NBN B 15-206 en de oude Europese norm van 1999

Onderstaande tabel vermeldt de verschillen tussen de huidige norm en de oude Belgische norm. De vorige uitgave van deze norm (uit 1999) verschilt inhoudelijk niet van de huidige uitgave uit 2009. De enige wijzigingen betreffende de methoden voor het verkrijgen van een samengesteld of een plaatselijk monster zijn volgende toevoegingen:

- “Wanneer een staal genomen wordt afkomstig uit een truck mixer, zijn minimum vier grepen vereist.”
- “In het geval een plaatselijk monster genomen wordt van een vrij vallende betonstroom dienen de grepen zodanig genomen te zijn dat ze de volledige breedte en dikte van de stroom representeren.”

NBN EN 12350-1 2009 en 1999	NBN B 15-206
Benamingen:samengesteld monster plaatselijk monster	Benamingen:verzamelmonster gereduceerd monster
Samengesteld monster: aantal proefgrepen niet gepreciseerd in alle gevallen.	Verzamelmonster: minstens drie grepen
Monsteraantal: minstens 1,5 maal de benodigde hoeveelheid voor de proeven	Monsteraantal: minstens 1,25 maal de benodigde hoeveelheid voor de proeven
Plaatselijk monster = monster genomen uit een gedeelte van de partij of massa beton	Gereduceerd monster = deel van het verzamelmonster
-	Voorschriften met betrekking tot het steekproefschema en de methoden der kwarten
Monsterneming bij het storten: representatief voor de volledige doorsnede van de betonstroom	Monsterneming bij het storten: na storten van 1, 2 en 3 kwarten van de lading, op de volledige doorsnede van de stroom
Monsterneming uit de hoop: op minstens 5 plaatsen	Monsterneming uit de hoop: op minstens 3 plaatsen

Principe

De betonspecie wordt in een mal in de vorm van een afgeknotte kegel gegoten. Wanneer de kegel verticaal wordt opgetild kan de consistentie van het beton door zijn zetmaat worden gemeten. Deze proef is niet van toepassing indien de grootste diameter van de granulaten meer dan 40 mm bedraagt.

Aantal proefstukken

Niet bepaald.

Afmetingen van de proefstukken

Voor het uitvoeren van de proef is een opnieuw gehomogeniseerd monster van ongeveer 6 liter vereist.

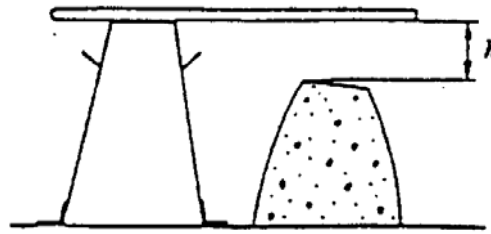
De proef

Een mal in de vorm van een afgeknotte kegel (diameter van de onderzijde = 200 ± 2 mm, diameter van de bovenzijde = 100 ± 2 mm, hoogte = 300 ± 2 mm) wordt op een hard vlak geplaatst en gevuld in drie lagen, waarbij elke laag, na het verdichten, overeenkomt met een derde van de hoogte van de mal. De mal en het vlak worden van tevoren bevochtigd. Elke laag wordt 25 keer met de porstaaf ($d = 16$ mm, $h = 600$ mm) gepord. De mal wordt zonder zijdelingse beweging verticaal opgetild.



Het resultaat

De zetmaat van de betonspecie wordt aangegeven door het verschil tussen de hoogte van de mal en het hoogste punt van het ingezakte proefstuk.



Enkele bijzonderheden

- Het proefstuk moet conform de norm NBN EN 12350-1 zijn.
- De proef is niet toepasbaar indien de grootste diameter van de granulaten meer dan 40 mm bedraagt.
- De proef is enkel geldig wanneer het beton, na inzakking, over het geheel genomen intact en symmetrisch is gebleven.
- De inzakking mag zich slechts ontwikkelen tot 60 seconden na het wegnemen van de mal.
- Enkele verschillen in vergelijking met de vorige norm en NBN B15-232 worden in onderstaande tabel weergegeven.

	NBN B 15-232 (ISO 4109) (1982)	NBN EN 12350-2 (1999)	NBN EN 12350-2 (2009)
Toepassingsgebied	- $D_{\max} \leq 40 \text{ mm}$	Zetmaten enkel geldig tussen 10 mm en 200 mm $D_{\max} \leq 40 \text{ mm}$	
Toleranties voor de afmetingen van de porstaaf	Toleranties voor de afmetingen van de staaf worden niet vermeld : $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $l = 600 \text{ mm}$	Toleranties voor de afmetingen van de staaf : $\varnothing = (16 \pm 1) \text{ mm}$ $l = (600 \pm 5) \text{ mm}$	
Tijdsduur voor het optillen van de konusvormige mal		5 tot 10 seconden	2 tot 5 seconden
Resultaten	Tot op 5 mm nauwkeurig noteren	Tot op 10 mm nauwkeurig noteren	

Opmerking

De waarden voor de parameters van de betrouwbaarheid van de proef, r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid), worden in de norm opgenomen.

Voorwerp van de norm

De norm beschrijft een van de bepalingsmethoden voor de consistentie van betonspecie aan de hand van de Vebe-proef. De methode wordt enkel toegepast als de maximumdimensie van de granulaten ≤ 63 mm is. Als de Vebe-tijd minder dan 5 s of meer dan 30 s bedraagt, moet er een andere consistentieproef gebruikt worden.

Principe

Het beton wordt gecompacteerd in een mal voor de zetmaatproef die vervolgens wordt opgetild waarna de zetmaat van het beton wordt opgemeten. Het beton wordt dan bedekt met een transparante schijf en vervolgens wordt de schoktafel in werking gezet en wordt gemeten hoelang het duurt tot de onderzijde van de schijf volledig bedekt is met cementmelk. Deze tijd is de Vebe-tijd.

Monster

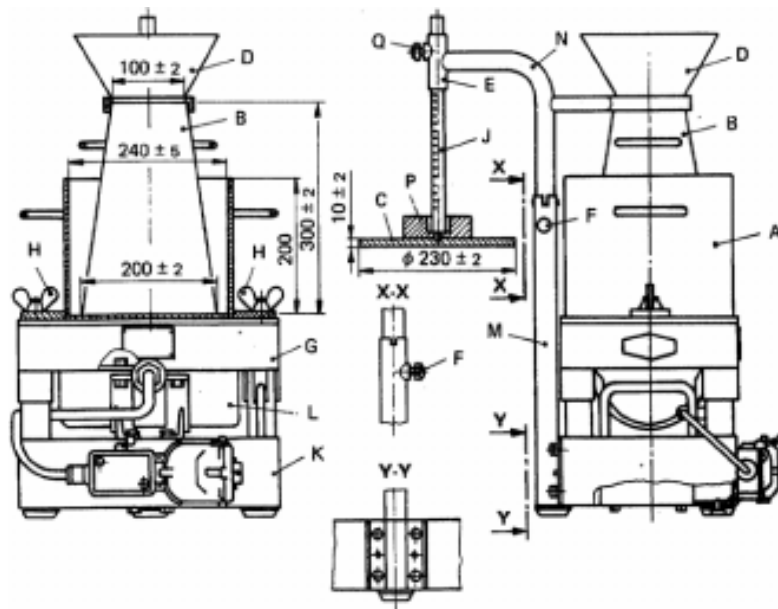
Het monster wordt genomen overeenkomstig de norm NBN EN 12350-1.

De proef

De proef wordt uitgevoerd met een consistometer (machine voor de Vebe-proef), afgebeeld op fig. 1.

De mal (B) wordt in drie lagen gevuld en elke laag wordt 25 keer gepord (gelijkmatig verdeeld over de sectie).

De trechter (D) verwijderen, het beton effenen en de mal verticaal verwijderen in 2 tot 5 seconden. De schijf (C) boven het beton draaien en laten zakken tot hij in aanraking komt met het beton. De waarde van de zetmaat op de maatregel (J) noteren. De schijf vrij laten rusten op het beton. De schoktafel en de chronometer gelijktijdig inschakelen en stopzetten wanneer het beton de volledige onderzijde van de schijf bedekt. De tijd tot op de seconde noteren.

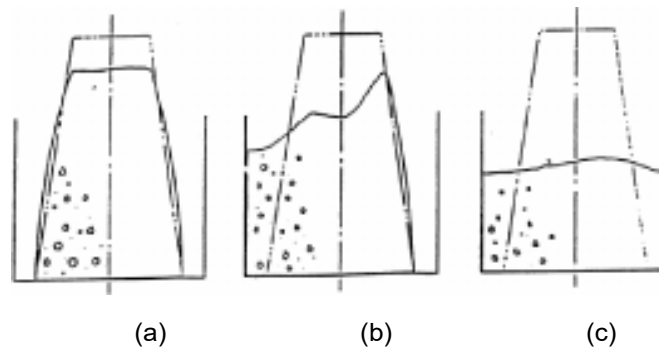


Figuur 1: Consistometer (machine voor de Vebe-proef)

Een eventuele onregelmatige zetmaat van het beton (afschuiving, fig. 2b of inzakking, fig. 2c) moet in het verslag worden vermeld.

Resultaat

De gemeten Vebe-tijd wordt afgerond naar de dichtste seconde.



Figuur 2 : (a) regelmatige zetmaat, (b) afschuiving, (c) inzakking

Vergelijking met de oude normen

Onderstaande tabel geeft de verschillen weer tussen de vorige versie van deze norm en de oude Belgische norm.

	NBN EN 12350-3: 2009	NBN EN 12350-3: 1999	NBN B15-234
$D_{\max}$	≤ 63 mm		≤ 40 mm
Tijdsduur voor het opheffen van de kegel	2 tot 5 seconden	5 tot 10 seconden	Geen eis
Consistentiemeter	De consistometer is identiek voor alle normen. Figuur 1 van de huidige en voorgaande versie van NBN EN 12350-3 werd zo overgenomen uit de NBN B15-234		

De Europese norm NBN EN 206-1: 2001 betreffende de specificatie van beton definieert 5 Vebe-klassen.

Klasse	Vebe [s]
V0*	≥ 31
V1	30 tot 21
V2	20 tot 11
V3	10 tot 6
V4 *	5 tot 3

* Een andere methode dient gebruikt te worden voor de evaluatie van de betonconsistentie.

De oude Belgische norm NBN B 15-001: 1992 definieerde eveneens 5 Vebe-klassen met onderstaande verschillen:

- V3: 10 tot 5 s
- V4: ≤ 4 s

Voorwerp van de norm

Deze norm definieert een methode voor de bepaling van de consistentie van betonspecie via de evaluatie van zijn verdichtingsmaat.

Principe

De betonspecie wordt met een truweel in een recipiënt geplaatst waarbij elke verdichting wordt vermeden, daarna geëffend aan de bovenrand. Daarna wordt het met trillingen gecompacteerd. Aan de hand van de afstand tussen het oppervlak van het gecompacteerd beton en de rand van de recipiënt kan de verdichtingsmaat bepaald worden.

Monster en steenverband

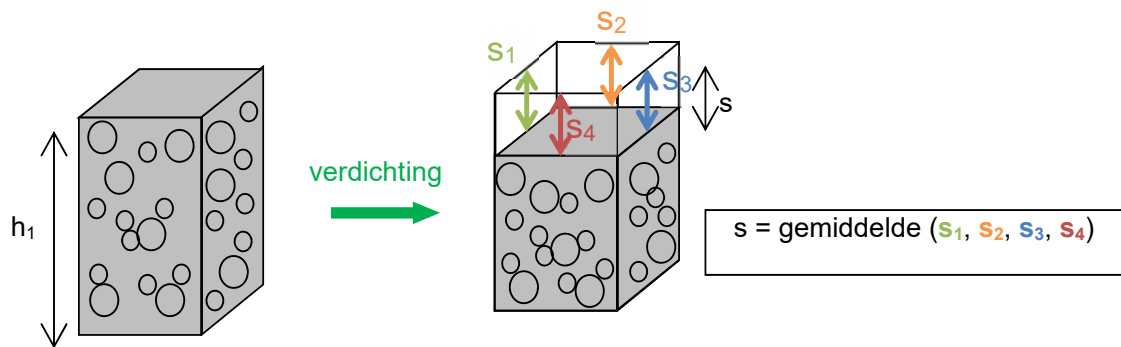
Het monster wordt genomen overeenkomstig de norm NBN EN 12350-1 en opnieuw gehomogeniseerd met behulp van een plaat en een schep met vierkante punt.

De recipiënt beschikt over een basis van $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ x $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, een hoogte van $400 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ en wanden van minstens 1,5 mm dik, in een materiaal dat niet gemakkelijk wordt aangetast door de cementpasta.

De referentiemethode voor de verdichting is de triltafel, met een minimumfrequentie van ongeveer 40 Hz (2400 cycli/min). De trilnaald kan ook gebruikt worden, met een minimumfrequentie van ongeveer 120 Hz (7200 cycli/min) en een diameter kleiner of gelijk aan een vierde van de kleinste afmeting van de recipiënt.

De proef

De recipiënt reinigen en de binnenzijden bevochtigen met een natte doek. De recipiënt vullen met beton door de truweel afwisselend op de 4 randen te plaatsen en hem zijdelings schuin te houden. Effenen door een zaagbeweging met een regel, waarbij elke verdichting vermeden wordt. Het beton compacteren met de triltafel of -naald totdat het volume niet meer afneemt. Vervolgens op de naaste millimeter de waarde s meten, het gemiddelde van de afstanden tussen het oppervlak van het gecompacteerd beton en de bovenrand van de recipiënt (fig. 1).



Figuur 1: Meting van de waarde s voor de verdichtingsmaat

Resultaat

De verdichtingsmaat c wordt berekend aan de hand van de volgende formule

$$c = \frac{h_1}{h_1 - s}$$

waarbij

h_1 de binnendiepte van de recipiënt is, in millimeter

s de gemiddelde afstand is, op de naaste millimeter, tussen het oppervlak van het gecompacteerd beton en de bovenrand van de recipiënt

Als $c < 1,04$ of $> 1,46$ is, moet er een andere beproevingsmethode gebruikt worden om de consistentie te bepalen.

Principe

De consistentie van betonspecie wordt bepaald door zijn schudmaat, op een plat vlak onderworpen aan schokken. Deze norm is niet van toepassing op cellenbeton, op poreus beton, op zelfverdichtend beton of op beton waarvan de grootste diameter van de granulaten meer dan 63 mm bedraagt.

Aantal proefstukken

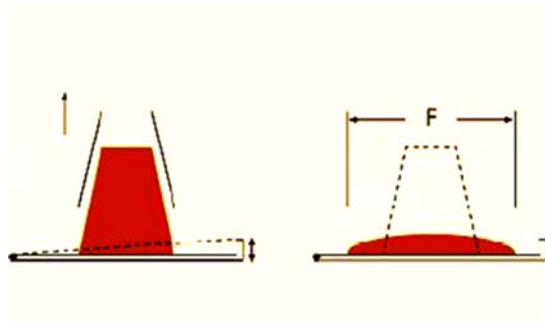
Niet bepaald.



Afmetingen van de proefstukken

Een monster van minstens 5 l conform NBN EN 12350-1 is vereist. Dit monster dient opnieuw gehomogeniseerd te worden alvorens de proef uit te voeren.

De proef



Figuur 2: Schematische voorstelling van de uitvoering van de proef

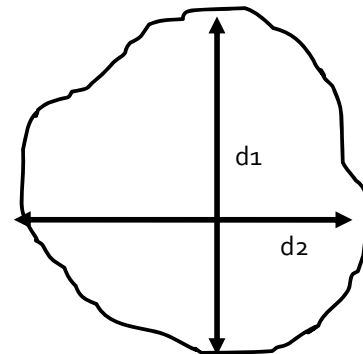
De proef wordt uitgevoerd op een zogenaamde vloeitafel, met een vlak blad verbonden door scharnieren met een harde basis. Een conusvormige mal ($D_{\text{base}} = 200 \text{ mm}$, $d_{\text{haut}} = 130 \text{ mm}$, $h = 200 \text{ mm}$) wordt geplaatst in het centrum van de tafel. De mal en het blad zijn op voorhand nat gemaakt. Het vullen van deze mal gebeurt in twee achtereenvolgende lagen van gelijke hoogten. Elke laag wordt 10 keer verdicht met een stamper. De mal wordt in 1 tot 3 seconden, zonder zijdelingse beweging, vertikaal opgetild.

De valhoogte van het mobiel blad en van de harde basis is 40 mm. Deze cyclus wordt 15 maal herhaald. Elke cyclus duurt tussen 1 en 3 seconden.

Het resultaat

De schudmaat van de betonspecie wordt bepaald door het gemiddelde te berekenen van de maximale uitspreidingen tot op 10 mm nauwkeurig, gemeten parallel aan de zijden van de schoktafel.

Indien na deze 15 cycli de uitspreiding van het beton niet gestabiliseerd is, wacht dan tot stabilisatie voor het bepalen van de schudmaat. De tijd tussen deze stabilisatie en het einde van de cycli dient opgemeten en gerapporteerd te worden.



Figuur 3: Schema van de wijze van meting

Enkele bijzonderheden

- Het proefstuk moet conform de norm NBN EN 12350-1 zijn.
- Deze norm is niet van toepassing op beton waarvan de grootste diameter van de granulaten meer dan 63 mm bedraagt.
- De proef is niet van toepassing op cellenbeton of poreus beton noch zelfverdichten beton.
- Enkele verschillen in vergelijking met de vorige norm en NBN B 15-233 (1982) en de vorige versie van de norm worden in onderstaande tabel weergegeven.

	NBN B 15-233 (1982)	NBN EN 12350-5 (1999)	NBN EN 12350-5 (2009)
Toepassings- gebied	Schudmaatverhouding hoger dan 1,19. Korrel met $D_{\max} \leq 40$ mm	Schudmaat tussen 340 mm en 600 mm. Korrel met $D_{\max} \leq 63$ mm	
Mal	In de vorm van een afgeknotte kegel $D = 300 \pm 1$ mm $d = 200 \pm 1$ mm $h = 150 \pm 1$ mm	In de vorm van een afgeknotte kegel $D = 200 \pm 2$ mm $d = 130 \pm 2$ mm $h = 200 \pm 2$ mm Minimumdikte 1,5 mm	
Tafel	Cirkelvormig vlak <u>1 staalplaat</u> : diameter = 800 ± 5 mm dikte = 4 mm of <u>2 staalplaten</u> : <u>Bovenste staalplaat</u> diameter = 800 ± 5 mm dikte = 3 mm <u>Onderste staalplaat</u> diameter = 500 à 600 mm dikte = 2 à 4 mm Gewicht van het vlak en de stamper = $21 \pm 0,5$ kg Valhoogte = $15 \pm 0,5$ mm	Vierkant vlak met zijde = 700 ± 2 mm Centrale markering van een cirkel met diameter = 210 ± 1 mm Gewicht van het vlak = $16 \pm 0,5$ kg Valhoogte = 40 ± 1 mm	
Stamper	$\varnothing = 16$ mm L = 600 mm Halfronde uiteinden	Vierkante doorsnede = 40 ± 1 mm l = 200 mm	
Werkwijze	▪ De mal in twee lagen vullen ▪ Elke laag 25 keer verdichten ▪ De mal opheffen ▪ Gedurende 15 seconden 15 schokken uitvoeren	▪ De mal in twee lagen vullen ▪ Elke laag 10 keer verdichten ▪ De mal in 3 tot 6 seconden opheffen ▪ 15 schokken uitvoeren; de duur van elke cyclus ligt tussen 2 en 5 seconden	▪ De mal in twee lagen vullen ▪ Elke laag 10 keer verdichten ▪ De mal in 1 tot 3 seconden opheffen ▪ 15 schokken uitvoeren; de duur van elke cyclus ligt tussen 2 en 5 seconden

	NBN B 15-233 (1982)	NBN EN 12350-5 (1999)	NBN EN 12350-5 (2009)
Resultaat	De gemiddelde diameter van de specie gedeeld door de diameter van de onderzijde van de mal = $(d1 + d2)/2$	Gemiddelde diameter van de specie = $(d1 + d2)/2$	
Uitdrukking van de resultaten	Tot op 5 mm nauwkeurig Als het verschil tussen $d1$ en $d2 > 5$ cm: niet geldig	Tot op 10 mm nauwkeurig	

Opmerkingen

De waarden voor de parameters van de betrouwbaarheid van de proef, r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid), worden in de norm opgenomen.

Voorwerp van de norm

Deze norm definieert een methode voor de bepaling van de dichtheid van verdichte betonspecie, toepasbaar in laboratorium in situ.

Principe

De betonspecie wordt verdicht in een harde en waterdichte recipiënt en gewogen. De recipiënt wordt op voorhand geijkt.

Monster en apparatuur

Het monster wordt afgenomen overeenkomstig de norm NBN EN 12350-1 en opnieuw gehomogeniseerd met behulp van een plaat en een schep met vierkante punt (of volgens een equivalente procedure voorgeschreven in de nationale bijlage).

De recipiënt is hard, waterdicht en gemaakt uit materiaal dat niet onmiddellijk wordt aangetast door de cementpasta. De binnenwanden zijn glad, de bovenrand vlak en parallel aan de basis, het volume is minstens gelijk aan 5 l (of minder voor productiebeheerproeven) en de kleinste afmeting is minstens gelijk aan 4 x de nominale maximumafmeting van granulaten, met een minimum van 150 mm. Er kan een verhoog voor het vullen gebruikt worden.

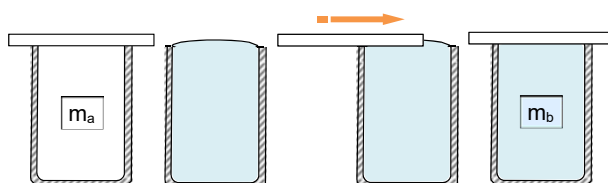
Er zijn vier mogelijke verdichtingsmethodes (andere methodes kunnen aangewezen zijn in de nationale bijlage voor verschillende consistenties of recipiënten met een verschillende grootte):

- Trilnaald: frequentie van ongeveer 120 Hz (7200 cycli/min), diameter kleiner of gelijk aan een vierde van de kleinste afmeting van de recipiënt;
- Triltafel: frequentie van ongeveer 40 Hz (2400 cycli/min);
- Metalen stang: ronde doorsnede, recht, in staal, diameter van ongeveer 16 mm, lengte ongeveer 600 mm, afgeronde uiteinden;
- Verdichtingsstaaf met vierkante doorsnede van ongeveer 25 mm x 25 mm, lengte 380 mm.

De proef

Het volume van de recipiënt meten met de volgende methode (ijking):

De lege recipiënt wegen samen met een glazen plaat met een precisie van 0,1% (m_a). De recipiënt op een horizontaal oppervlak plaatsen, vullen met water aan $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ tot het overloopt, vervolgens de glazen plaat erop schuiven om geen luchtbellens te hebben. De recipiënt met het water en de glazen plaat wegen met een precisie van 0,1% (m_b). De benodigde watermassa om de recipiënt te vullen wordt gegeven door het verschil ($m_b - m_a$) in kg wat, gedeeld door 998 kg/m^3 , het volume V van de recipiënt in m^3 geeft (fig. 1).



Figuur 1: Ijking van de recipiënt

De lege recipiënt wegen (m_1). De recipiënt met beton vullen en in minstens twee lagen verdichten onmiddellijk na het vullen, totdat een volledige verdichting verkregen wordt (geen grote opstijgende bellen meer, relatief glad oppervlak zonder bovenmatige ontmenging). Een overdreven verdichting moet vermeden worden om geen afname van de ingebrachte lucht te veroorzaken. Bij gebruik van de trilnaald moet deze verticaal worden gehouden en mag ze niet in contact komen met de wanden en de bodem van de mal. Er moeten bijzondere voorzorgen genomen worden om een afname van de ingebrachte lucht te voorkomen. Bij gebruik van de triltafel, moet de recipiënt vastgemaakt worden of stevig tegen de tafel gehouden worden. Bij een manuele verdichting (metalen stang of staaf), moeten de stoten gelijkmatig verdeeld worden over het hele oppervlak van de recipiënt. Er zijn minstens 25 stoten per laag nodig. De stang of staaf mag niet hard in contact komen met de bodem van de recipiënt of diep in een vorige laag binnendringen. De laatste luchtbellens worden verwijderd door korte tikjes te geven tegen de wanden van de mal met een hamer, tot er geen enkele grote bel meer aan het oppervlak verschijnt en de sporen van de stang of staaf verdwijnen. Bij gebruik van een verhoog het overtollige beton onmiddellijk effenen met een truweel en daarna een lat, vervolgens de buitenkant van de recipiënt reinigen.

De recipiënt en de inhoud ervan wegen (m_2).

Wegens het alkalisch karakter van de betonspecie, elk contact tussen het cement en de mond, ogen of de neus of tussen de betonspecie en de huid vermijden.

Resultaat

De volumemassa wordt bepaald aan de hand van de volgende formule:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

Waarbij

D de volumemassa van de betonspecie is, in kg/m^3 , afgerond op de dichtste 10 kg/m^3 .

m_1 de massa van de recipiënt is, in kg

m_2 de massa van de recipiënt is plus de massa van het beton in de recipiënt, in kg

V het volume van de recipiënt is, in m^3

Nauwkeurigheid

De norm geeft een tabel met nauwkeurigheidswaarden, die van toepassing zijn op de uitgevoerde metingen op het genomen betonmonster op hetzelfde proefstuk en wanneer aan elk proefresultaat een unieke bepaling van de volumemassa overeenstemt (tabel 1).

De *herhaalbaarheid* heeft betrekking op het verschil tussen de resultaten van twee proeven uitgevoerd op hetzelfde proefstuk door dezelfde persoon met dezelfde apparatuur. Het symbool r duidt op de herhaalbaarheidslimiet, de waarde waaronder, met een waarschijnlijkheid van 95%, de absolute waarde ligt van het verschil tussen de twee proefresultaten. Het symbool s_r duidt op de standaardafwijking van de proefresultaten of *standaardafwijking van de herhaalbaarheid*.

De *reproduceerbaarheid* heeft betrekking op het verschil tussen twee proefresultaten uitgevoerd op hetzelfde proefstuk door twee personen met elk hun eigen apparatuur. Hier worden de symbolen R en s_R gebruikt als respectievelijke aanduiding voor de *reproduceerbaarheidslimiet* en de *standaardafwijking van de reproduceerbaarheid*.

Tabel 1 - Herhaalbaarheids- en reproduceerbaarheidswaarden

Marge	Herhaalbaarheidsomstandigheden		Reproduceerbaarheidsomstandigheden	
	s_r	r	s_R	R
kg/m^3 van 2300 tot 2400	kg/m^3 5,5	kg/m^3 15	kg/m^3 10,2	kg/m^3 29

Vergelijking met de oude Belgische norm NBN B 15-235 en de uitgave 1999

NBN EN 12350-6:2009	NBN EN 12350-6:1999	NBN B 15-213
Monster genomen volgens de norm NBN EN 12350-1, herhomogeniseerd in de recipiënt met de vierkante schop of volgens procedure gespecificeerd in de nationale bijlage Verdichting in minimum 2 lagen behalve zelfverdichtend beton in 1 laag	Monster genomen volgens de norm NBN EN 12350-1, herhomogeniseerd in de recipiënt met de vierkante schop Verdichting in minimum 2 lagen	Monster genomen volgens de norm NBN B 15-206

NBN EN 12350-6:2009	NBN EN 12350-6:1999	NBN B 15-213
Balansprecisie waarmee de volumemassa van de verdichte betonspecie bepaald kan worden: 0,01 kg	Balansprecisie waarmee de volumemassa van de verdichte betonspecie bepaald kan worden: 0,1 %	Balansprecisie waarmee de volumemassa van de verdichte betonspecie bepaald kan worden: 0,2 %
Minimumvolume van de recipiënt: 5l	Minimumvolume van de recipiënt: 5l	Geen minimumvolume vereist
Er wordt verduidelijkt dat er geen verdichting moet uitgevoerd worden voor zelfverdichtend beton	Geen gegeven voor zelfverdichtend beton	Geen gegeven voor zelfverdichtend beton
Symbool ter aanduiding van volumemassa: D	Symbool ter aanduiding van volumemassa: D	Symbool ter aanduiding van volumemassa: □
Herhaalbaarheids- en reproduceerbaarheidswaarden toepasbaar in geval van manuele verdichting	Herhaalbaarheids- en reproduceerbaarheidswaarden	Geen vermelding betreffende de nauwkeurigheid
Vul- en verdichtingsprocedure beschreven in de norm	Vul- en verdichtingsprocedure beschreven in de norm	Vul- en verdichtingsprocedure beschreven in een andere norm (NBN B 15-212)

Voorwerp van de norm

Deze norm beschrijft twee methoden voor de bepaling van het luchtgehalte van verdichte verse beton.

Principe

Beide methoden maken gebruik van het zelfde toestel wat steunt op de ideale gaswet bij constante temperatuur, oftewel de wet van Boyle-Mariotte die zegt dat het product van volume en druk steeds een constante is.

Men onderscheid twee toestellen respectievelijk benoemd als “Waterkolommethode” en “Manometermethode”.

Bij het eerste toestel wordt boven een betonmonster een kolom water tot een vooraf gedefinieerde hoogte aangebracht. Hierna wordt op deze waterkolom een luchtdruk uitgeoefend. De reductie van het luchtvolume in het betonmonster uit zich als een daling van deze waterkolom. Via een calibratie kan het volumepercentage aan lucht in het verse beton bijgevolg bepaald worden

Bij het tweede toesteltype wordt een gekend volume lucht op een gekende druk gebracht. Hierna wordt deze lucht de toegang verleent tot een afgesloten container met het betonmonster. Uit de resulterende drukdaling kan opnieuw het luchtgehalte in het betonmonster bepaald worden.



Figuur 1: Afbeelding van een toestel van het tweede type.

De proef

Een monster conform NBN EN 12350-1 is vereist en dient voordat de proef gestart wordt goed gehomogeniseerd te worden. Het beton wordt in één of meerder lagen, afhankelijk van de consistentie, in de container gebracht en op mechanische of op handmatige wijze verdicht. In het geval van zelfverdichtend beton dient de container in één laag volledig gevuld te worden en wordt geen verder verdichting uitgevoerd.

Na het vullen en eventueel verdichten van het recipiënt wordt het beton afgestroken en de randen van de container ontdaan van steentjes en pasta. Het recipiënt wordt vervolgens correct geassembleerd in het meettoestel waarna de meting aangevangen kan worden.

Het resultaat

Het resultaat van de meting wordt genoteerd tot op 0,1% nauwkeurig.

Vergelijking met de voorgaande normen

	NBN EN 12350-7: 2009	NBN EN 12350-7: 2000
Vullen van het recipiënt met beton S1 t.e.m. S5	S1 t.e.m. S2: meerdere lagen S3 t.e.m. S5: 1 laag	3 lagen
Vullen van het recipiënt met zelfverdichtend beton	Vullen in 1 laag en niet verdichten	Geen details
Verdichten van het beton	• Verdichting met een trilnaald • Verdichting met een schoktafel • Verdichten op manuele wijze met behulp van 25 steken per laag met de verdichtingsstaaf	• Verdichting met een trilnaald • Verdichting met een schoktafel • Verdichten op manuele wijze met behulp van 25 steken per laag met de verdichtingsstaaf
Na het vullen van het recipiënt, afstrijken van het beton	Verplicht	Niet vermeld

Enkele bijzonderheden

- Het proefstuk dient conform NBN EN 12350-7 te zijn.
- Deze norm is niet van toepassing op beton waarvan de grootste diameter van de granulaten meer dan 63 mm bedraagt.
- De proef is eveneens niet van toepassing op beton op basis van lichtgewichtgranulaten, luchtgekoelde hoogovenslak of granulaten met een hoge porositeit.

Opmerking

De waarden voor de parameters van de betrouwbaarheid van de proef, r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) worden in de norm vermeld.

Voorwerp van de norm

Deze norm beschrijft de methode voor de bepaling van de vloeimaat en t_{500} -tijd van een zelfverdichtend beton.

Principe

De betonspecie wordt in een mal in de vorm van een afgeknotte kegel gegoten. Wanneer de kegel verticaal wordt opgetild, kan de consistentie van het beton door zijn maximale uitspreiding en uitspreidsnelheid worden gemeten.

De proef

Een monster conform NBN EN 12350-1 wordt in een conusvormige mal (zie NBN EN 12350-2) gebracht zonder enige verdichting of agitatie. De mal, geplaatst op een horizontaal en vooraf bevochtigd oppervlak word hierna opgetild verticaal opgetild. (Deze beweging duurt 1 tot 3 seconden) Vanaf het moment dat de conus opgetild wordt meet men de tijd die het beton neemt om een straal van 500 mm te bereiken. Dit is de t_{500} tijd. De maximale en gestabiliseerde uitspreiding wordt eveneens gemeten tot op 10 mm nauwkeurig. Haaks op deze richting vindt een tweede meting van de uitspreiding plaats. De vloeimaat van het zelfverdichtend beton is het gemiddelde van deze twee metingen.



Figuur 1: Foto van een beton onderworpen aan de vloeimaat

Het resultaat

De T_{500} tijd: de tijd tot op 0,5s nauwkeurig nodig om het beton tot een straal van 500mm te laten vloeien.

De vloeimaat: De gemiddelde uitspreiding na stabilisatie van de maximale uitspreiding (tot op 10 mm nauwkeurig) en de uitspreiding in de richting haaks op de voorgaande. Dit resultaat wordt tot op 10 mm nauwkeurig gerapporteerd

Enkele bijzonderheden

- Het monster dient conform NBN EN 12350-1 te zijn.
- Deze norm is niet van toepassing op beton waarvan de grootste diameter van de granulaten meer dan 40 mm bedraagt.

Opmerkingen

De waarden voor de parameters van de betrouwbaarheid van de proef, r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) worden in de norm vermeld.

Voorwerp van de norm

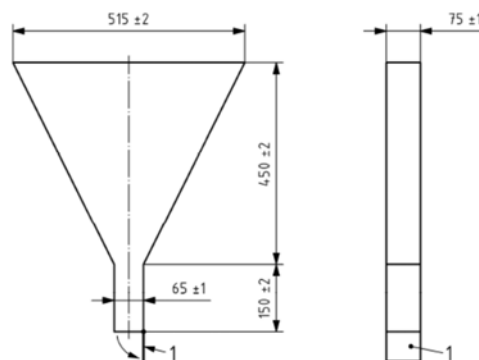
Deze norm beschrijft de methode voor de bepaling van de trechtertijd van een zelfverdichtend beton.

Principe

De betonspecie wordt in één mal in de vorm van trechter gegoten. Deze trechter kan beschikt onderaan over een luik dat open of gesloten kan worden. De tijd die nodig is voor het beton om doorheen het geopende luik de trechter te ledigen wordt opgemeten en is een maat voor zijn consistentie.

De proef

Een monster conform NBN EN 12350-1 wordt in een trechter gebracht zoals afgebeeld in figuur 1.



Figuur 1

Deze trechter wordt vooraf gereinigd en bevochtigd. Het luik onderaan de trechter wordt gesloten en de trechter wordt vervolgens gevuld met het monster in één keer. Geen agitatie of verdichting wordt toegepast. Het stortoppervlak wordt afgestroken en na een rustperiode van 8 tot 12 seconden wordt het luik onderaan snel geopend. De tijd vanaf deze actie tot wanneer men opnieuw vanboven uit door het geopende luik kan kijken wordt opgemeten en is het resultaat van de test.

Het resultaat

De trechtertijd wordt bepaald tot op 0,5 seconden nauwkeurig.

Enkele bijzonderheden

Het monster dient conform NBN EN 12350-1 te zijn en minsten 12 l.

Deze norm is niet van toepassing op beton waarvan de grootste diameter van de granulaten meer dan 22,4 mm bedraagt.

Opmerkingen

De waarden voor de parameters van de betrouwbaarheid van de proef, r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) worden in de norm vermeld.

Voorwerp van de norm

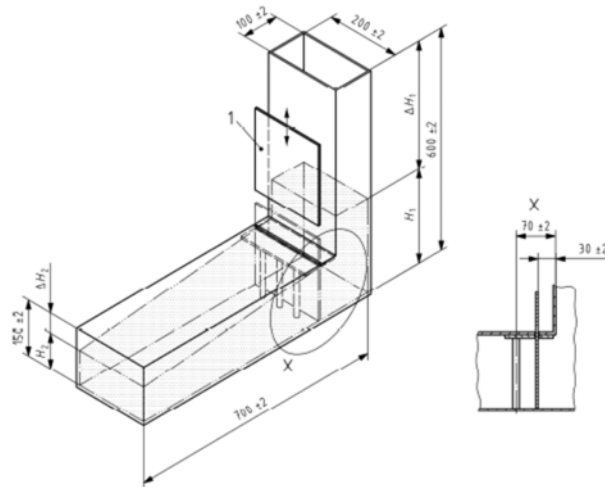
Deze norm beschrijft de methode voor de bepaling van de blokkeringsmaat van een zelfverdichtend beton door gebruik te maken van de L-box.

Principe

De L-box test wordt gebruikt om te controleren en te meten in welke maten het beton in staat is door zijn zelfverdichtend vermogen doorheen nauwe openingen van bewapeningsstaven te vloeien. Deze proef bestaat uit twee varianten, zowel twee als drie wapeningsstaven kunnen in het vloeikanaal geplaatst worden om een verschillende wapeningsdichtheid te simuleren.

De proef

De propere en bevochtigde L-box wordt op een horizontale plaats gestald terwijl de schuif (in afbeelding 1 aangeduid met een cijfer 1) de connectie tussen het horizontale gedeelte en het verticale gedeelte blokkeert. Zonder roeren of agitatie wordt hierna het beton in het rechtopstaande been gegoten en het stortoppervlak afgestreken. Gedurende 1 minuut $\pm$ 20 seconden laat men het beton rusten en controleert men op tekenen van segregatie. Hierna wordt de connectie tussen het horizontale en verticale been van de L-box volledig geopend en kan het beton het horizontale been instromen. Nadat het beton niet meer vloeit wordt in het rechtstaande been de hoogte van het staande beton opgemeten. Eveneens wordt de hoogte van het beton aan het uiteinde van het horizontale been opgemeten. De verhouding van deze twee zijn een maat voor de consistentie van het beton.



Figuur 1

Het resultaat

De blokkeringsmaat is de verhouding van H1 tot H2 met H1 de gemiddelde hoogte van het beton in het staande been en H2 de gemiddelde hoogte van het beton in het liggende, horizontale been.

Enkele bijzonderheden

- Het monster dient conform NBN EN 12350-1 te zijn en minsten 14 l.
- Twee uitvoeringen worden gebruikt: Een uitvoering met twee wapeningsstaven waartussen een passage is van 41 ± 1 mm en een uitvoering met drie wapeningsstaven waartussen een passage is van 59 ± 1 mm.

Opmerkingen

De waarden voor de parameters van de betrouwbaarheid van de proef, r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) worden in de norm vermeld.



Beproeving van spuitbeton

Voorwerp van de norm

Deze norm gaat over spuitbeton bestemd voor reparatie en versteviging van bouwwerken, nieuwbouw en wapening van grond. Hij is van toepassing op de classificatie volgens consistentie, de klassen van blootstelling aan de weersomstandigheden, de eisen betreffende de bestanddelen, vers beton, verhard beton en met vezels versterkt beton, de mengspecificaties met voorgeschreven eigenschappen, en de conformiteitseisen. De ondergronden waarmee rekening wordt gehouden zijn de grond (gesteente en aarde), spuitbeton, bekistingen, structurelementen van beton, metselwerk of staal, afwaterings- en isolatiematerialen.

Definities

De norm definieert eerst en vooral de termen met betrekking tot

- *de bestanddelen van het mengsel*: hulpstoffen, toevoegsels, cement, toeslagmaterialen, vezels;
- *het product*: basismengsel, droog mengsel, vezelversterkt spuitbeton, vers spuitbeton, terugstuit, spuitbeton, referentiespuitbeton, nat mengsel, jong spuitbeton;
- *de procédés*: nabehandeling, vervoer met dichte stroom, droog spuiten, spuitkop, vervoer met verdunde stroom, nat spuiten;
- *de procédés*: weerstand op jonge leeftijd, energieabsorberend vermogen, buigsterkte aan de eerste piek, gebruiksduur, reststerkte, uiterste buigsterkte;
- *de uitvoering*: zelfstandig bouwwerk, reparatie, schaduw effect, ondersteuning, ondergrond, oppervlaktebescherming, versteviging;
- *de beproeving en inspectie*: voorbereidende proef voor spuitbeton, proef voorafgaand aan de spuitwerkzaamheden, inspectie, inspectie categorie, beoordeling van de conformiteit.

Classificatie

1. Consistentie van het natte mengsel

Het beton dat vóór het spuiten wordt aangemaakt is ingedeeld in klassen zoals gedefinieerd in de norm EN 206-1:

Tabel 1: Consistentie klassen

	Zetmaat (mm)		Vloeimaat (mm)		Vebe (s)		Verdichtings-coëfficiënt
S1	10 – 40	F1	≤ 340	V0	≥ 31	C0	≥ 1.46
S2	50 – 90	F2	350 – 410	V1	21 – 30	C1	1.26 – 1.45
S3	100 – 150	F3	420 – 480	V2	11 – 20	C2	1.11 – 1.25
S4	160 – 210	F4	490 – 550	V3	6 – 10	C3	1.04 – 1.10
S5	≥ 220	F5	560 – 620	V4	3 – 5		
		F6	≥ 630				

2. Blootstellingsklasse

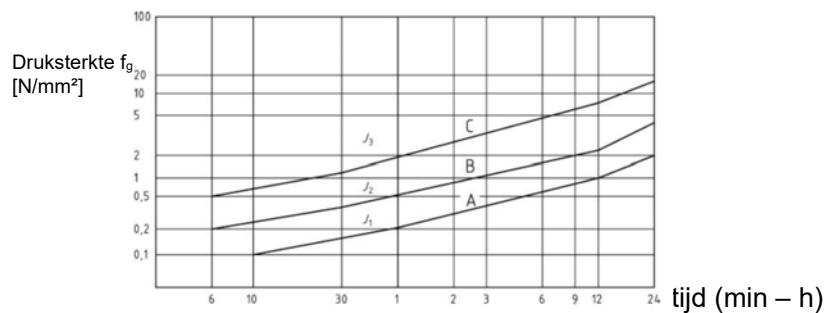
De grenswaarden voor de samenstelling van beton naargelang van de blootstellingsklassen gedefinieerd in EN 206-1 zijn van toepassing op spuitbeton met de volgende verschillen:

- Cementgehalte in het basismengsel $\geq 300 \text{ kg/m}^3$
- De aanbeveling betreffende het minimale luchtgehalte is niet van toepassing

De grenswaarden voor de samenstelling zijn vastgelegd in een informatiebijlage bij norm EN 206-1. In België wordt deze norm aangevuld door het [nationaal supplement NBN B 15-001](#) dat regelgevende informatie bevat.

3. Jong spuitbeton

Het beton wordt geclassificeerd volgens de evolutie afhankelijk van zijn weerstandsduur op jonge leeftijd. De klassen J1, J2 en J3 zijn de zones afgebakend door de curves A, B en C op de onderstaande grafiek. Er moeten minstens drie meetpunten binnen de zone van een beton liggen opdat deze tot een klasse zou behoren. In de norm EN 14488-2 worden twee meetmethodes beschreven en wordt de keuze gemaakt afhankelijk van de verwachte weerstand: methode A van 0,2 tot 1,2 MPa en methode B van 2 tot 16 MPa.



Figuur 1: Sterkteklassen op jonge leeftijd

4. Druksterkte

De druksterkte wordt geclassificeerd volgens de norm EN 206-1:

Tabel 2: Sterkteklassen

Normaal en zwaar beton			Licht beton		
Druksterkteklasse	Min. karakteristieke sterkte op cilinders f_{ck-cyl} [N/mm ²]	Min. karakteristieke sterkte op kubussen f_{ck-cub} [N/mm ²]	Druksterkteklasse	Min. karakteristieke sterkte op cilinders f_{ck-cyl} [N/mm ²]	Min. karakteristieke sterkte op kubussen f_{ck-cub} [N/mm ²]
C8/10	8	10	LC8/9	8	9
C12/15	12	15	LC12/13	12	13
C16/20	16	20	LC16/18	16	18
C20/25	20	25	LC20/22	20	22
C25/30	25	30	LC25/28	25	28
C30/37	30	37	LC30/33	30	33
C35/45	35	45	LC35/38	35	38
C40/50	40	50	LC40/44	40	44
C45/55	45	55	LC45/50	45	50
C50/60	50	60	LC50/55	50	55
C55/67	55	67	LC55/60	55	60
C60/75	60	75	LC60/66	60	66
C70/85	70	85	LC70/77	70	77
C80/95	80	95	LC80/88	80	88
C90/105	90	105			
C100/115	100	115			

5. Vezelversterkt spuitbeton

In het geval van vezelversterkt spuitbeton zijn de volgende aanvullende classificaties van toepassing:

Reststerkteklasse

Het binnen een bepaald vervormingsbereik gespecificeerde sterkteniveau, bepaald volgens de norm NBN EN 14488-3, resulteert in klassen waarvan de benaming bestaat uit de combinatie van de vervorming (D) en het sterkteniveau (S) (bv. D2S2 = sterkte hoger dan 2 MPa bij een doorbuiging van 5,0 tot 2 mm):

Tabel 3: Reststerkteklassen

Vervormingsbereik		Sterkteniveau (minimale sterkte, MPa)			
Doorbuiging (mm)		S1	S2	S3	S4
D1	0,5 à 1	1	2	3	4
D2	0,5 à 2				
D3	0,5 à 4				

Deze karakteristiek is interessant bij het vastbouten in een gesteente, om de sterkte van het beton te kennen na vervorming van het gesteente.

Energieabsorberend vermogen

Het energieabsorberend vermogen kan worden gespecificeerd en bepaald volgens de norm NBN EN 14488-5.

Tabel 4: Energieabsorptieklassen

Energieabsorberend vermogen	Energieabsorptie (J) voor een doorbuiging ≤ 25 mm
E500	500
E700	700
E1000	1000

Deze karakteristiek kan worden gespecificeerd wanneer, bij het vastbouten in een gesteente, de nadruk wordt gelegd op de energie die tijdens de vervorming van het gesteente moet worden geabsorbeerd.

Eisen met betrekking tot spuitbeton

1. Bestanddelen

De bestanddelen moeten voldoen aan de overeenkomstige Europese normen en (tabel 5). De algemene gebruiksgeschiktheid van een bestanddeel betekent echter niet dat het in alle situaties geschikt is. Indien er voor een bestanddeel geen Europese norm bestaat of indien het materiaal niet voldoet aan de eisen van een bestaande Europese norm, kan de controle gebeuren volgens een specifieke Europese Technische Goedkeuring, of volgens nationale normen die van toepassing zijn op de plaats van gebruik.

Tabel 5: Eisen met betrekking tot de bestanddelen

Bestanddeel	Eisen
Cement	EN 197-1
Toeslagmaterialen	EN 12620 of EN 13055-1
Aanmaakwater	EN 1008
Hulpstoffen	EN 934-2 en/of EN 934-5 en EN 934-6
Toevoegsels	EN 206-1
Met polymeren gewijzigd spuitbeton	EN 1504-3
Vezels	EN 14889-1 en EN 14889-2

2. Samenstelling van het beton

De samenstelling moet zodanig worden gekozen dat voldaan wordt aan de eisen voor vers en verhard beton (consistentie, sterkte...) terwijl rekening wordt gehouden met de gebruikte techniek, de terugstuit en het stof. Ze moet tevens voldoen aan de criteria die door de blootstellingsklassen (§2) worden opgelegd. De criteria zijn van toepassing op het beton na de spuitwerkzaamheden en moeten dan ook rekening houden met de invloed van water en hulpstoffen zoals versnellers, en met de terugstuit (een overmatig gehalte aan bindmiddel in het beton dat zich aan de ondergrond hecht, wegens een grote terugstuit, kan uiteindelijk overmatige krimp veroorzaken).

Tabel 6: Eisen met betrekking tot de samenstelling van het beton

Bestanddeel	Eisen en beproevingsmethodes
Cement	Specificatie op basis van de vereiste verwerkbaarheidsduur (invloed van de temperatuur), van de ontwikkeling van de sterkte en de eindsterkte, en de nabehandelingsvoorwaarden. Voor permanente bouwwerken, omgevingsomstandigheden en voorzorgen betreffende de bestandheid tegen alkali-siliciumreactie conform EN 206-1.
Toeslagmaterialen	Voorzorgen betreffende de alkali-siliciumreactie conform EN 206-1.
Hulpstoffen	Naleving van de beperkingen vermeld in EN 934-2 en EN 934-5.
Toevoegsels	Gebruik van toevoegsels conform EN 206-1.
Chloride-gehalte	Voor permanente bouwwerken, naleving van de grenswaarden van EN 206-1, toepassing van de waarden betreffende de wapeningen wanneer het spuitbeton met staalvezels wordt versterkt
Water-cement-verhouding	Voor permanente bouwwerken, omgevingsomstandigheden conform EN 206-1. Indien de water-cementverhouding van een nat mengsel is voorgeschreven, berekening conform EN 206-1.
Vezels	Conform EN 14889-1 en EN 14889-2. Homogene verdeling van de vezels.

3. Basismengsel

Tabel 7: Eisen met betrekking tot het basismengsel

Eigenschappen	Eisen en beproevingsmethodes
Consistentie van het natte basismengsel	Gespecificeerd conform EN 206-1. Met vezels: bepaald conform EN 12350-3 (Vebe-proef)
Temperatuur	Basismengsel vóór verwerking tussen 5°C en 30°C (verwerkbaarheid onderhouden, schadelijke bindingseffecten voorkomen)
Opmerking: de vereiste consistentie is afhankelijk van de vervoerswijze en de verwerkingsmethode	

4. Vers spuitbeton

Tabel 8: Eisen met betrekking tot vers beton

Eigenschappen	Eisen en beproevingsmethodes
Dichtheid	Bepaald conform EN 12350-6.
Vezelgehalte	Bepaald op vers betonmonster genomen ter plaatse, conform EN 14488-7.

5. Verhard spuitbeton

Tabel 9: Eisen met betrekking tot verhard beton

Eigenschappen	Eisen en beproevingsmethodes
Sterkte op jonge leeftijd	Raming conform EN 14488-2.
Druksterkte	Uitgedrukt en gedefinieerd conform EN 206-1. Proeven op 28 dagen op boorkernen genomen uit het bouwwerk (EN 12504-1) of op betonplaten (EN 14488-1). Diameter ≥ 50 mm en hoogte/diameter = 1 (vergelijking met een kubus) of 2 (vergelijking met een boorkern).
Dichtheid	Bepaling conform EN 12390-7.
Elasticiteitsmodulus	Bepaling conform ISO 6784, behalve reparaties (EN 13412).
Buigsterkte	Bepaling conform EN 12390-5 voor beton zonder vezel, en conform EN 14488-3 voor vergelijking met vezelbeton.
Bestandheid tegen waterindringing	Bepaling conform EN 12390-8 na 28 dagen, voldoende monsterdiepte (volledige indringing vermijden), kan worden verminderd indien de dikte van de laag ≤ 150 mm, gespecificeerde richting van de indringing en voorbereiding van het oppervlak. Indringingswaarde ≤ 50 mm.
Vorst-/dooibestendigheid	Geen Europese norm. Zie nationale normen.
Hechtsterkte aan de ondergrond	Bepaling conform EN 1542 behalve malgrootte $\geq 500 \times 500$ mm ² om gebrekkig materiaal van de randen te verwijderen.
Vezelversterkt beton	
Buigsterkte aan de eerste piek	Gemiddelde raming aan de eerste piek conform EN 14488-3, op 28 dagen.
Uiterste buigsterkte	Bepaling conform EN 14488-3, op 28 dagen.
Reststerkte	Curve doorbuigspanning bepaald conform EN 14488-3, op 28 dagen.
Vezelgehalte	Indien niet mogelijk op vers beton, meten op ter plaatse genomen verhard monster conform EN 14488-7.
Energieabsorberend vermogen	Gemiddeld vermogen bepaald conform EN 14488-5, op 28 dagen.

Specificatie voor spuitbeton

1. Mengsels met gespecificeerde eigenschappen (het meest gebruikt in de praktijk)

Gegevens voor de specificatie:

- consistentie
- druksterkteklasse
- blootstellingsklasse
- klasse van chloridegehalte
- inspectiecategorie (1, 2 of 3)
- nominale korrelgrootte van de toeslagmaterialen
- *vezelbeton*: reststerkte en/of energieabsorberend vermogen

Aanvullende gegevens:

- cementgehalte
- speciale eisen van de cementen (bv. bestandheid tegen sulfaten)
- maximale water-cementverhouding gebonden aan de blootstellingsklassen
- ontwikkeling van de sterkte op jonge leeftijd
- bestandheid tegen waterindringing
- hechtsterkte aan de ondergrond
- vorst-/dooibestendigheid
- elasticiteitsmodulus
- *vezelbeton*: buigsterkte aan de eerste piek, uiterste buigsterkte

2. Mengsels met voorgeschreven samenstelling

Gegevens voor de specificatie:

- type en klasse cement
- cementgehalte
- consistentie van het natte mengsel
- water-cementverhouding
- type toeslagmateriaal, beperkingen van de korrelverdeling
- type en hoeveelheid hulpstoffen
- type en hoeveelheid toevoegsels
- oorsprong van alle bestanddelen
- inspectiecategorie (uitsluitend 1)
- *vezelbeton*: karakteristieken van de vezels en vezelgehalte

Aanvullende gegevens:

- bijkomende eisen met betrekking tot het toeslagmateriaal
- speciale eisen betreffende de temperatuur van het basismengsel

Beoordeling van de conformiteit

1. Inspectiecategorieën

Op basis van het project, de risicograad en de vereiste levensduur, wordt een inspectiecategorie gespecificeerd van 1 (de minst strenge) tot 3 (de strengste). Bijlage A van de norm bevat voorbeelden van inspectiecategorieën.

2. Proeven voorafgaand aan de spuitwerkzaamheden

Voorafgaande proeven moeten worden uitgevoerd voordat met de spuitwerkzaamheden wordt begonnen of bij een significante verandering van de bestanddelen, van de samenstelling, van het personeel of van de apparatuur (water-cementverhouding, type toeslagmateriaal, hulpstof, toevoegsel, cement, vezel), behalve bij aanzienlijke ervaring of andersluidende specificatie. De proef moet in dezelfde omstandigheden worden uitgevoerd als het spuiten (materialen, apparatuur, personeel, spuitmethode) om aan te tonen dat aan de eisen is voldaan voordat met de spuitwerkzaamheden wordt begonnen. De hoeveelheid moet voldoende zijn om een uniform debiet te verkrijgen.

De volgende parameters moeten aan beproevingen worden onderworpen

- de consistentie van het natte mengsel
- de druksterkte
- het vezelgehalte (in geval van vezelbeton)
- de ontwikkeling van de sterkte op jonge leeftijd in geval van ondersteuningsbeton, voor inspectiecategorieën 2 en 3
- de elasticiteitsmodulus in geval van een reparatie- of verstevigingsbeton, inspectiecategorie 3
- de hechtsterkte aan de ondergrond voor een reparatie- of verstevigingsbeton, inspectiecategorieën 2 en 3
- de uiterste buigsterkte en de buigsterkte aan de eerste piek, voor een zelfstandig bouwwerk of een ondersteuningsbeton, inspectiecategorie 3
- de reststerkte en het energieabsorberend vermogen, in aanwezigheid van vezels, voor een zelfstandig bouwwerk in inspectiecategorie 2 of een ondersteuningsbeton in inspectiecategorieën 2 en 3

De andere parameters mogen alleen aan proeven worden onderworpen indien dat is gespecificeerd.

3. Productiecontrole

Om de kwaliteit van het spuitbeton te handhaven en te regelen conform de gespecificeerde eisen, wordt een productiecontrole uitgevoerd die bestaat uit de controle van

- de bestanddelen (tabel 10)
- het basismengsel (tabel 11)
- de eigenschappen van het spuitbeton (tabel 12)

Tabel 10: Controle van de bestanddelen

Tabel 10: Controle van de bestandsdelen						
	Bestand-deel	Inspectie/proef	Doel	Minimale bemonsteringsfrequentie		
				Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3
1	Cement	Controle leveringsbon	Controle type en herkomst	Bij elke levering		
2	Toeslag-materiaal	Controle leveringsbon	Controle type en herkomst	Bij elke levering		
3		Zeven (EN 933-1) of info verstrekt door de leverancier	Controle conformiteit met de norm	-	1 ^{ste} levering van een nieuwe leverancier	
4		Opsporen van onzuiverheden of info verstrekt door de leverancier (EN 12620)	Opsporen en kwantificeren van de onzuiverheden	-	1 ^{ste} levering van een nieuwe leverancier	
5	Licht beton	Proef ISO 6782	Metten van de schijnbaar volumieke massa	-	1 ^{ste} levering van een nieuwe leverancier	
6	Hulp-stoffen	Controle leveringsbon en etiket (EN934-6)	Controle overeenstemming tussen partij en bestelling, en juistheid van de markering	Bij elke levering		
7		Dichtheid (ISO 758)	Controle van de juistheid van de aangegeven waarde	Bij twijfel		
8	Toevoeg-sels poeder	Controle leveringsbon	Controle herkomst en overeenstemming partij - bestelling	Bij elke levering		
9	Toevoeg-sels suspensie	Controle leveringsbon	Controle herkomst en overeenstemming partij - bestelling	Bij elke levering		
10		Dichtheid (ISO 758)	Controle uniformiteit		Bij elke levering	
11	Water	Proef EN 1008	Controle afwezigheid van schadelijke bestanddelen		Indien niet-drinkbaar water; bij twijfel; bij verandering van leverancier	
12	Vezels	Controle lengte, diameter en vorm (EN 14889-1 en -2)	Controle herkomst en overeenstemming partij - bestelling	Bij elke levering		
Het is aanbevolen bij elke levering monsters te nemen en deze op te slaan						

Tabel 11: Controle van het basismengsel

Minimale bemonsteringsfrequentie			
Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	
1	Consistentie (indien nat procédé)	EN 12350-2 of -5	Controle conformiteit met de vereiste consistentieklasse en variaties van watergehalte
2	Gehalte aan hulpstoffen met uitzondering van versneller	Registreren van de toegevoegde hoeveelheid	Controle van het gehalte
3	Gehalte aan toevoegsels	Registreren van de toegevoegde hoeveelheid	Controle van het gehalte
4	Vezelgehalte	Registreren van de toegevoegde hoeveelheid	Controle van het gehalte

De controle van spuitbeton wordt beschreven in tabel 12. De frequenties stemmen overeen met een normale productie en moeten viermaal hoger liggen in het begin van de productie of tijdens bepaalde kritische fasen, met een maximum van 2 proeven per gewerkte dag. De

normale frequentie kan worden verwerkt na het verkrijgen van 4 opeenvolgende aanvaardbare resultaten.

Tabel 12: Controle van de eigenschappen van spuitbeton

Type proef		Inspectie/ proef conform	Minimale bemonsteringsfrequentie								
			Ondersteuning			Reparatie - versteviging			Zelfstandig bouwwerk		
			Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3
Controle van vers beton											
1	Water-cement-verhouding (indien nat mengsel)	Berekening of beproevings-methode			Dage-lijks			Dage-lijks			Dage-lijks
2	Versneller	Berekening (met reg. toegevoegde hoeveelheid)			Dage-lijks			Dage-lijks			Dage-lijks
3	Vezelgehalte	EN 14488-7	Min 1	1/200m³ 1/1000 m²	1/100m³ 1/500m²	Min 1	1/500m² Min 2	1/250m³ Min 3	1/200m³ 1/1000 m² Min 1	1/100m³ 1/500m² Min 2	1/50m³ 1/250m² Min 3
Controle van verhard beton											
4	Sterkte van jong beton	EN 14488-2	1/5000 m² 1/2maand	1/2500 m² 1/maand	1/250m² 2/maand						
5	Druksterkte	EN 12504-1	1/1000 m³ 1/5000 m²	1/500m³ 1/2500 m²	1/250m³ 1/1250 m²	1/500m³ 1/2500 m² Min 1	1/100m³ 1/500m² Min 2	1/50m³ 1/250m² Min 3	1/500m³ 1/2500 m² Min 1	1/100m³ 1/500m² Min 2	1/50m³ 1/250m² Min 3
6	Dichtheid van verhard beton	EN 12390-7	Bij het beoordelen van de druksterkte			Bij het beoordelen van de druksterkte			Bij het beoordelen van de druksterkte		
7	Bestandheid tegen waterindringing	EN 12390-8				1/1000 m² Min 1	1/500m² Min 2	1/250m² Min 3	1/1000 m² Min 1	1/500m² Min 2	1/250m² Min 3
8	Vorst-/dooibestendigheid	Nationale norm (geen EU-norm)				1/1000 m² Min 1	1/500m² Min 2	1/250m² Min 3	1/1000 m² Min 1	1/500m² Min 2	1/250m² Min 3
9	Hechtsterkte	EN 14488-4 (ondersteuning) EN 1542 (repar.)		1/2500 m²	1/250m²	1/1000 m² Min 1	1/500m² Min 2	1/250m² Min 3			
Controle van vezelversterkt spuitbeton											
10	Vezelgehalte (indien onmogelijk op vers)	EN 14488-7	Bij het beoordelen van de reststerkte of het energieabsorberend vermogen			Bij het beoordelen van de reststerkte			Bij het beoordelen van de reststerkte		
11	Reststerkte of energie-absorberend vermogen	EN 14488-3 of EN 144883-5	Min 1	1/2000 m² Min 2	1/500m² Min 3		1/2000 m² Min 2	1/500m² Min 3		1/2000 m² Min 2	1/500m² Min 3
12	Uiterste buigsterkte	EN 14488-3	Bij het beoordelen van de reststerkte			Bij het beoordelen van de reststerkte			Bij het beoordelen van de reststerkte		
13	Buigsterkte 1 ^{ste} piek	EN 14488-3	Bij het beoordelen van de reststerkte			Bij het beoordelen van de reststerkte			Bij het beoordelen van de reststerkte		

4. Conformiteitscriteria

Ontwikkeling van de sterkte op jonge leeftijd

De conformiteit wordt gecontroleerd indien de volgens EN 14488-2 gemeten waarden van f_c [MPa] in de tijd het bereik van de eerder gedefinieerde sterkteklassen op jonge leeftijd niet overschrijden (figuur 1).

Druksterkte

De conformiteit wordt beoordeeld volgens tabel 13, waarbij "individueel resultaat" de gemiddelde druksterkte aangeeft op 5 boorkernen die op 1 enkele proefplaat ofwel ter plaatse werden genomen. Aan beide criteria moet worden voldaan.

f_{ck} geeft de karakteristieke druksterkte aan en d geeft het typeverschil voor minstens 6 monsters aan.

Tabel 13: Conformiteitscriteria voor de resultaten van de druksterkteproeven

Productie	Aantal resultaten "n" van druksterkte	Criterium 1	Criterium
		Gemiddelde van "n" resultaten f_{cm} [MPa]	Elk individueel proefresultaat f_{ci} [MPa]
Initieel	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Continu	15	$\geq f_{ck} + 1.48 d$	$\geq f_{ck} - 4$

Bestandheid tegen waterindringing

De conformiteit wordt gecontroleerd indien de gemiddelde waarde voor een geheel van proefstukken (≥ 3) voldoet aan de gespecificeerde limiet.

50 mm is de maximumwaarde voor waterbestendig beton.

Vorst-/dooibestendigheid

De conformiteit wordt gecontroleerd indien de proefresultaten voldoen aan de gespecificeerde waarde.

Hechtsterkte

De conformiteit wordt gecontroleerd indien de gemiddelde waarde voor een geheel van proefstukken (≥ 3) voldoet aan de gespecificeerde limiet.

Consistentie

De conformiteit wordt gecontroleerd indien de proefresultaten voldoen aan de gespecificeerde limiet.

Vezelgehalte (vezelbeton)

Vers beton: de conformiteit wordt gecontroleerd indien de gemiddelde waarde van het vezelgehalte gemeten op minstens 6 monsters hoger of gelijk is aan de doelwaarde -10% in de massa.

Verhard beton: de conformiteit wordt gecontroleerd indien de gemiddelde waarde gemeten op minstens 6 monsters hoger of gelijk is aan de waarde bereikt na afloop van de voorafgaande proeven -15% in de massa.

Buigsterkte aan de eerste piek en uiterste buigsterkte (vezelbeton)

De conformiteit wordt gecontroleerd indien

- het gemiddelde van de verkregen resultaten op 3 proefstukken aan de eisen beantwoordt
- geen enkel individueel resultaat meer dan $\pm 25\%$ van het gemiddelde afwijkt.

Reststerkte (vezelbeton)

De conformiteit wordt gecontroleerd indien

- het gemiddelde van de verkregen resultaten op 3 proefstukken aan de gespecificeerde eisen voldoet, tot aan doorbuigingslimiet die overeenstemt met het gespecificeerde vervormingsniveau (tabel 4)
- op geen enkel punt, voor het gespecificeerde vervormingsniveau, een restspanning wordt verkregen van minder dan 10% van de spanning die overeenstemt met de grenswaarde van de gespecificeerde klasse.

Energieabsorberend vermogen (vezelbeton)

De conformiteit wordt gecontroleerd indien minstens 2 van 3 proefstukken een energieabsorberend vermogen vertonen dat hoger of gelijk is aan het gespecificeerde vermogen.

Adviezen met betrekking tot spuitbeton

Een informatiebijlage van de norm bevat enkele adviezen zoals:

- controleren of de eigenschappen van het cement verenigbaar zijn met de toepassing;
- rekening houden met de terugstuit in de samenstelling van het beton dat zich aan de ondergrond vasthecht;
- toeslagmaterialen gebruiken met een evenwichtige korreligheidscurve (voldoende kleine korrels voor de verpompbaarheid, niet te veel om de behoefte aan water niet te vergroten, opletten met toeslagmaterialen van meer dan 10 mm aangezien die een grotere terugstuit kunnen veroorzaken);
- de verenigbaarheid controleren van het bindmiddel en de versneller-hulpstoffen (binding, sterkte op jonge leeftijd - eindsterkte);
- vezels gebruiken waarvan de lengte niet meer dan 75% van de diameter van de gebruikte buizen bedraagt (behalve indien kon worden aangetoond dat dit mogelijk was zonder de buizen te laten verstopen, of indien de vezels worden toegevoegd in de vorm van een continue draad ter hoogte van de spuitkop);
- zorgen voor een minimale overlapping tussen de vezels met de formule.

$$s = \sqrt[3]{\frac{\pi \cdot d_f^2 \cdot l_f}{4 \cdot \rho_f}}$$

waarbij

l_f de lengte van de vezels voorstelt, d_f de equivalente diameter van een vezel en ρ_f het percentage vezels

s moet kleiner zijn dan $0,45 l_f$ om een minimale overlapping te waarborgen

Vergelijking met de goedkeuringsleidraad nr. G0019 – Spuitbetons

	NBN EN 14487-1	G 0019
Classificaties	Consistentie (volgens EN 206-1) Blootstellingsklasse (volgens EN 206-1) Sterkte op jonge leeftijd (D1 tot D3) Mechanische weerstand (EN 206-1) Reststerkteklasse* Energieabsorberend vermogen	Bestemming (M1 tot M4, naargelang het beton een structurele dan wel een afwerkingsfunctie vervult en er al dan niet interactie moet zijn met de ondergrond) Blootstellingsklasse (1 tot 5c, NBN B15-001) D_{max} toeslagmaterialen (2 tot 28 mm) Mechanische weerstand (C20/25 tot C50/60)
Eisen voor bestanddelen	Cement EN 197-1 Toeslagmaterialen EN 12620 of EN 13055-1 Aanmaakwater EN 1008 Hulpstoffen EN 934-2 en/of -5 en -6 Toevoegsels EN 206-1 Met polymeren gewijzigd spuitbeton EN 1504-3 Vezels* EN 14889-1 en -2	Cement NBN 12-001, PTV 600 en 601 Toeslagmaterialen PTV 400, 401 en 402 Aanmaakwater EN 1008 Hulpstoffen EN 934-1, -2 en -5 Toevoegsels EN 450, NS 3045 (EN 13263-99) Met polymeren gewijzigd spuitbeton--- Vezels*---
Algemene eisen	Druksterkte (EN 206-1) Hechtsterkte op de ondergrond (EN 1542 of EN 14488-4) Dichtheid (EN 12390-7) Elasticiteitsmodulus (ISO 6784 of EN 13412) Treksterkte (EN 12390-5, EN 14488-3)	Druksterkte (NBN B 15-220) Hecht- en treksterkte (NBN B 15-211, EN 1542) Verwerkbaarheid van de ondergrond (continuïteit, vlakheid...) Chloridegehalte (NBN B15-250)
Specifieke eisen	Sterkte op jonge leeftijd (EN 14488-2) Bestandheid tegen waterindringing (EN 12390-8) Vorst-/dooibestendigheid (nationale norm) Buigsterkte* (EN 14488-3) Energieabsorberend vermogen* (EN 14488-5) Vezelgehalte op vers of verhard beton (EN 14488-7)	Chloridegehalte (NBN B15-250) Bestandheid tegen carbonatatie (EN 13295) Bestandheid tegen waterindringing (EN 7031) Vorstbestendigheid (NBN B15-231, NBN B05-203) Waterabsorptie (NBN B15-215) Droge volumieke massa Vezelgehalte op droog mengsel* Meting van de terugstuit
Inspectie	Inspectiecategorieën van 1 (de minst strenge) tot 3 (de strengste)	Slechts 1 inspectiecategorie

	NBN EN 14487-1	G 0019
Controlefrequentie	Variabel afhankelijk van de inspectiecategorie en de bestemming van het beton	Onafhankelijk van de bestemming van het beton
Alkali-siliciumreactie	Verwijzing naar de voorzorgen van norm EN 206-1	Gedetailleerde bijdrage betreffende de te nemen maatregelen
Type en niveau van certificatie	De EN 14487-1 is een Europese productnorm die dus betrekking heeft op een producttype in het algemeen (en niet op een fabrikant in het bijzonder) en die als basis moet dienen voor het verkrijgen van een eventuele <u>CE-markering</u> op de klassieke wijze. Momenteel wordt geen melding gemaakt van een ingangsdatum van de geharmoniseerde norm waardoor de CE-markering dan verplicht zou worden.	De leidraad G0019 is een richtsnoer voor het behalen van een technische goedkeuring. De <u>technische goedkeuring</u> ATG is een gunstig advies over een bepaald bouwproduct (bepaalde fabrikant en toepassing), waarvoor geen productnorm bestaat. Het gaat om een <u>Belgische</u> certificatie. De ATG is <u>vrijwillig</u> en maakt het mogelijk een hoog certificatieniveau te verkrijgen, aangezien een controle door een externe instelling is voorzien.

* Vezelversterkt spuitbeton

Andere nuttige documenten

Over spuitbeton kunnen nog andere naslagwerken worden geraadpleegd. Het betreft documenten die zijn gepubliceerd door de EFNARC, European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems, en die online beschikbaar zijn (<http://www.efnarc.org>):

- European Specification for Sprayed Concrete (1996)
- European Specification for Sprayed Concrete – Execution of spraying (revised version of Section 8) (1999)
- European Specification for Sprayed Concrete – Guidelines for the Sprayed Concrete Specification (1999)
- European Specification for Sprayed Concrete – Checklist for Specifiers and Contractors (2002)

Voorwerp van de norm

Deze norm gaat over spuitbeton bestemd voor reparatie en versteviging van bouwwerken, nieuwbouw en versteviging van grond. Hij specificeert de eisen met betrekking tot de uitvoering van de spuitwerkzaamheden, zowel met het droge als het natte procédé. Hij is te vergelijken met de goedkeuringsleidraad G0019 'Spuitbeton', hoofdstukken 5 'Beschrijving en verwerking van de producten, en 8 'Kwaliteitscontroles', het enige andere bestaande naslagwerk in België.

Definities

Specificatie van het project

De specificatie van het project moet alle nodige gegevens en technische eisen voor de uitvoering van de werken bevatten: projecttype (brug, woning, spoorweg...), spuitfunctie (permanente/tijdelijke ondergrond, structurele/niet-structurelereparatie), inspectie-categorie, veiligheids- en gezondheidseisen, ... De specificatie moet volledig en beschikbaar zijn vóór de aanvang van de werken.

Documentatie betreffende de uitvoering

Zo nodig moet een kwaliteitsplan voor de uitvoering van de werken worden opgesteld. Daarin moet worden verwezen naar de conformiteitseisen en criteria gespecificeerd in EN 14487-1.

Vorbereidende werken

Voor ondersteuning

Vorbereiding van het substraat onstabiele elementen van het oppervlak van het gesteente verwijderen, insijpeling van grondwater kanaliseren, meetinstrumenten installeren voor de mechanica van het gesteente. Ontstopping: stof verwijderen met drukwaterstraal. Voorbevochtiging: afhankelijk van de waterabsorptie door de ondergrond (wat negatieve effecten kan hebben voor het beton). Bescherming tegen extreme omgevingstemperaturen: maatregelen om het beton te beschermen tegen vorst of hoge temperaturen.

Voor reparatie en versteviging van bouwwerken, en voor zelfstandige bouwwerken

Steigers, bekistingen en stutwerk: zie ENV 13670-1, aangevuld met een aantal bepalingen (bestand zijn tegen de terugstuit, de bewegingen van de spuitkop niet belemmeren, voldoende afstand laten tussen de spuitkop en het verwerkingsoppervlak, zorgen voor ruime toegang). Voorbereiding van het substraat: het oppervlak stralen met water of zand; zie EN 1504-10. Voorbevochtiging: zie EN 1504-10. Bescherming tegen extreme omgevingstemperaturen: het beton beschermen tegen vorst en hoge temperaturen.

Meer bijzonderheden betreffende de reparatie van beton zijn te vinden in dit [artikel](#) .

Wapeningen

De wapeningen kunnen bestaan uit netten of staven (ENV 13670-1), staalvezel of polymeren (EN 14489-1 of -2), of bogen (in geval van ondersteuning).

Zorg voor een goede bevestiging, een zo gering mogelijk schaduweffect, een goede betondekking van de verschillende wapeningsnetten...

Uitrustingen

De eigenschappen van de bestanddelen mogen niet worden gewijzigd als gevolg van de **opslag** (mengsel, klimaat, verontreiniging...).

De precisie van de **doseringsapparatuur** moet voldoen aan de nationale eisen en van dien aard zijn dat de toleranties (verschil tussen doelwaarde en meetwaarde) van tabel 1 worden nageleefd.

De **betonmolen** moet zorgen voor een homogene vermenging van de bestanddelen.

De **spuitapparatuur** moet ervoor zorgen dat het gehalte aan versneller van het beton binnen de bovengenoemde tolerantiegrenzen ligt, en dat de lengte van de vezels 70% van de binnendiameter niet overschrijdt.

De **beproevingapparatuur** moet geijkt zijn en de nodige inrichtingen voor de controle ervan moeten beschikbaar zijn.

Tabel 1: Toelaatbare toleranties op de dosering van de bestanddelen

Bestanddelen	Toelaatbare toleranties (% van de vereiste hoeveelheid)	
	Inspectieklasse 2	Inspectieklasse 3
Cement	± 5 %	± 3 %
Water (voor nat procédé)	± 5 %	± 3 %
Geheel van de toeslagmaterialen	± 5 %	± 3 %
Toevoegsels	± 5 %	± 3 %
Vezels	± 5 %	± 5 %
Hulpstoffen (toegevoegd op de mengplaats ≤ 5% van het cement)	± 7 %	± 5 %
Via de spuitkop toegevoegde materialen	± 10 %	± 5 %

Dosering, bereiding en leveringen van het beton

Dosering en bereiding

Dosering van de bestanddelen in de massa (of in volume indien de vereiste precisie wordt verzekerd).

Mengen totdat een homogeen beton wordt verkregen met homogene verdeling van de vezels.

Levering

Bij gebruik van de droge methode moeten de nodige maatregelen worden genomen om het beton voldoende lang verwerkbaar te houden. Ontmenging van het droge mengsel moet worden vermeden.

Bij gebruik van de natte methode moeten maatregelen worden genomen om het beton voldoende lang verwerkbaar te houden (voorafgaande proeven). Ontmenging, uitzweting of verlies aan cohesie tijdens het vervoer en het laden moeten worden vermeden.

Uitvoering van de spuitwerkzaamheden

Spuitwerkzaamheden

De temperatuur en de zetting van het beton controleren. De uitstroom regelen door de spuitkop in de tegengestelde richting van het substraat te richten. De terugstuit beperken (samenstelling van het beton, hoek en afstand ten opzichte van het substraat, ...). De afstand tot het substraat aanpassen (1 à 2 m voor gesteente). Zo nodig 2 lagen aanbrengen (zettingen, verschuivingen). Ervoor zorgen dat de 1^{ste} laag de 2^{de} laag kan dragen, de 1^{ste} laag stralen en voorbevochtigen indien ze droog is. Gebruik hulpstoffen, toevoegsels of snelbindend cement indien de dikte van de laag moet worden vermeerderd. Breng bij een onregelmatig gesteentehoudend oppervlak (explosief) vooraf een regularisatielaag aan. Werk verliezen en terugstuit van het substraat weg alvorens

beton te spuiten. Beperk het schaduweffect tot een minimum (holle ruimte of slechte verdichting achter de wapening) (voldoende snelheid rond de staaf, zo snel mogelijke betondekking van de wapeningen voor een goede omhulling, geen hemelwater op het substraat, ...).

Buitenvlakken

Aangezien de uitvoering van een afwerking op een pas gespoten beton de hechtsterkte en de weerstand negatief kan beïnvloeden, wordt ze doorgaans gelaten zoals ze is.

Nabehandeling en bescherming

Door de nabehandeling moet plastische krimp tot een minimum kunnen worden beperkt en de duurzaamheid en hechtsterkte tussen de lagen worden verzekerd. Voor de omgevingsklassen X0 of XC1 moet de nabehandeling minstens 12 h duren, en voor de andere klassen moet ze duren totdat het oppervlak 50% van de gespecificeerde druksterkte bereikt. De nabehandeling kan worden uitgevoerd met behulp van een hulpstof die tijdens de bereiding dient te worden toegevoegd, of van een product dat op het oppervlak dient te worden verstoven (en verwijderd voordat de volgende laag wordt aangebracht). De beschermingsmaatregelen tegen vorst moeten desgevallend worden gehandhaafd totdat het beton een druksterkte van 5 MPa bereikt.

Geometrische toleranties

De **dikte** moet worden gecontroleerd (geleider, insert...) Zij moet zo nodig worden bepaald volgens EN 14488-6.

Inspectie

Controle van de naleving van deze norm en van de specificaties. De norm EN 14487-1 is van toepassing met betrekking tot de inspectiecategorieën en de proeven op de bestanddelen, het basismengsel en het spuitbeton.

Inspectieniveau van de uitvoering

Tabel 2: Inspectiedomein

Doel	Inspectiecategorie 1	Inspectiecategorie 2	Inspectiecategorie 3
Programmering van de inspectie	Geen eisen	Inspectie- en beproevingsprogramma, procedures en instructies volgens specificaties. Acties bij niet-conformiteit	
Steigers, bekistingen en stutwerk	Visuele controle	Inspectie steigers en voornaamste bekistingen	Inspectie alle steigers en bekistingen
Voorbereiding van het substraat en voorbevochtiging	Visuele controle	Inspectie voornaamste oppervlakken	Inspectie alle oppervlakken
Bescherming tegen extreme temperaturen	Visuele controle en temperatuurmetingen		
Wapeningen	Visuele controle en steekproefgewijze metingen	Inspectie voornaamste wapeningen	Inspectie alle wapeningen
Inserts	Visuele controle	Volgens de specificatie van het project	
Opslag van de materialen	Visuele controle		
Doseringsapparatuur	Visuele controle	Inspectie volgens doc. leveranciers	Steekproefgewijze metingen op bestanddelen
Betonmolens	Visuele controle		
Spuitapparatuur	Visuele controle	Inspectie volgens doc. leveranciers	Steekproefgewijze metingen van de productie en de dosering van versneller
Beproevingapparatuur	Visuele controle		
Dosering en bereiding	Visuele controle		
Levering van het beton	Visuele controle	Steekproefgewijze metingen van de gebruiksduur (droog mengsel) en de verwerkbaarheid (nat mengsel)	
Sputten van het beton	Visuele controle		
Oppervlaktebehandeling	Visuele controle		
Nabehandeling en bescherming van het beton	Visuele controle	Steekproefgewijze controles van temperatuur en vochtigheid tijdens spuitwerkzaamheden en nabehandeling	Frequente metingen van temperatuur en vochtigheid tijdens spuitwerkzaamheden en nabehandeling
Geometrische controle	Visuele controle	Volgens de specificatie van het project	
Inspectiedocumenten	Registratie incidenten Melding niet-conformiteiten en correctieve acties	Alle programmeringsdocumenten Registratie inspecties Melding niet-conformiteiten en correctieve acties	

Inspectieacties met betrekking tot het inspectiedomein

Tabel 3: Inspectieacties met betrekking tot het inspectieniveau

Actions d'inspection	Soutènement	Réparation et renforcement	Structures indépendantes
Programmation de l'inspection	X	X	X
Échafaudages, coffrages et étalements			
Géométrie et stabilité des coffrages		X	X
Étanchéité des coffrages		X	X
Élimination des débris (poussière, neige etc.) de la zone à projeter		X	X
Préparation de la surface du coffrage		X	X
Estimation de la résistance du béton comme étant compatible avec la dépose des coffrages		X	X
Préparation du substrat et pré-humidification			
Purge de la roche exécutée selon la spécification	X		
Le substrat est propre, humide et sa surface est sèche	X	X	X
Les instruments de mesure requis pour la mécanique des roches sont installés	X		
Les drains ponctuels de la nappe phréatique ont été installés le cas échéant	X		
Protection contre les températures ambiantes extrêmes			
Protection contre le gel	X	X	X
Protection contre les températures élevées, ventilation extrême etc.	X	X	X
Armatures			
Trellis et barres			
Type et position selon les dessins et les spécifications	X	X	X
Attaches et fixations correctes de façon à éviter les déplacements pendant la projection	X	X	X
Non-contamination par des substances nuisibles (huile, graisse, peinture etc.)	X	X	X
Espace suffisant entre les barres pour permettre un compactage convenable	X	X	X
Pas de chevauchements inutiles entre les barres	X	X	X
Enrobage selon la spécification	X	X	X
Fibres d'acier et de polymères			
Type selon les spécifications	X	X	X

Inserts				
Type et position selon les dessins et les spécifications		X	X	X
Attaches et fixations correctes de façon à éviter les déplacements pendant la projection		X	X	X
Stockage des matériaux				
Protection contre l'humidité	X	X	X	X
Non-contamination par des substances nuisibles	X	X	X	X
Équipement de dosage	X	X	X	X
Malaxeurs	X	X	X	X
Équipement de projection				
Précision de l'équipement de dosage de l'accélérateur	X	X	X	X
Équipement d'essai				
Contrôle visuel	X	X	X	X
Livraison de béton				
Vérification que le temps d'utilisation ou temps de maniabilité spécifié n'est pas dépassé	X	X	X	X
Vérification de l'homogénéité du béton introduit dans l'équipement de projection	X	X	X	X
Projection de béton				
Alimentation suffisante en air comprimé permettant d'obtenir un bon compactage	X	X	X	X
Dosage d'accélérateur suffisamment faible pour éviter l'accumulation de béton sur les armatures	X	X	X	X
Distance de projection bien adaptée et variation d'angle de projection nécessaire	X	X	X	X
Traitement de surface				
Vérification que le traitement de surface est exécuté selon les spécifications		X	X	X
Cure et protection				

Vérifier que la cure du béton projeté est réalisée comme spécifié	X	X	X	X
Vérification que le produit de cure pulvérisé est éliminé selon la spécification avant l'application de toute couche supplémentaire de béton projeté	X	X	X	X
Contrôle géométrique de l'ouvrage				
Mesure de l'épaisseur	X	X	X	X
Documentation	X	X	X	X

De norm bevat tevens een informatiebijlage met de gegevens die in de specificatie van het project dienen te worden opgenomen (leidraad voor de documentatie).

Vergelijking met de goedkeuringsleidraad nr. G0019 – Sproei-concreet

Hoofdstuk 5 van de leidraad bevat tevens een meer gedetailleerde beschrijving van

- de voorbereiding van de ondergronden
 - o beton: stralen, bevochtigen minstens 2 h vóór verwerking...
 - o bescherming van gedepasseerde wapening: stralen, strippen van de wapeningen...
 - o metselwerk: wegwerken van onstabiele elementen, opvullen van voegen en scheuren, bevochtigen...
- het stellen van de wapeningen
- het verwerken van het beton (sproeien, bekistingen, oppervlakteomstandigheden, nabehandeling van het beton, stormnaden).

Het dient te worden vermeld dat in geval van betonnen ondergronden, de voorschriften voor het stralen in geval van depassivering van betons zijn opgenomen in de goedkeuringsleidraad [BUTgb G007](#) "Reparatiemortels op basis van hydraulische bindmiddelen", die is vervangen door de [PTV 563](#) "Betonreparatiemortels". *[Klik hier om het volledige artikel over betonreparatiemortels te raadplegen.](#)*

Hoofdstuk 8 bevat een lijst van de interne en externe controles waaraan de producten en hun verwerking moeten worden onderworpen, alsmede de frequenties en de praktische werkwijzen voor de controle.

Andere nuttige documenten

De EFNARC, Europese vereniging van fabrikanten en verwerkers van speciale bouwproducten, heeft eveneens richtsnoeren opgesteld ten behoeve van de voorschrijvers en aannemers betreffende sproei-concreet. Dit document bevat specificaties betreffende de samenstelling en verwerking van sproei-concreet, eisen voor het afgewerkte product, beproevingsmethodes en aanbevelingen voor de kwaliteitscontrole. Het volledige document is [hier](#) te vinden. Ter aanvulling van dit document bestaat er eveneens een "[checklist](#)" bedoeld als hulpmiddel voor voorschrijvers en aannemers betreffende sproei-concreet

Voorwerp van de norm

De norm specificeert een methode voor het nemen van monsters van vers of verhard mortel/beton.

Principe

Een vers monster wordt genomen uit het basismengsel, van het materiaal ter plaatse of van een proefplaat.

Een verhard monster wordt ter plaatse of van een proefplaat genomen.

In de onderstaande tabel 1 volgt een samenvatting van deze verschillende wijzen van monsterneming.

De monsters worden dan geïdentificeerd en gemarkeerd (aard van het mengsel, plaatsing, richting van het monster, datum, operator).

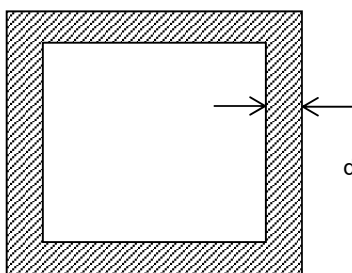
Tabel 1: Wijzen van monsterneming

	Monster van vers beton	Monster van verhard beton
Basismengsel	Bemonsteren van basismengsel in de betonmolen, aan de spuitkop of in de pomp met behulp van een bemonsteringsschep, daarna opnieuw samenstellen van een homogeen monster (EN 12350-1)	---
Ter plaatse	Uitsnijden met troffel in het spuitbeton vóór de binding	Bemonsteren in het spuitmateriaal na binding (EN 12504-1)
Proefplaat	Uitsnijden in de plaat vóór binding, zonder dat het materiaal zones met gebreken vertoont (fig. 1)	Kernboring of uitzaging in de proefplaat na binding, zonder dat het materiaal zones met gebreken vertoont (fig. 1) (uitgezonderd balkuiteinden voor proeven van buigtreksterkte en reststerkte volgens prEN 14488-3: materialen met gebreken toegestaan buiten het centrale gedeelte van 250 mm)

Bereiding van een proefplaat

Mallen: $\geq 500 \times 500 \text{ mm}^2$ indien manueel, $\geq 1000 \times 1000 \text{ mm}^2$ indien gespoten met robot, dikte $\geq 100 \text{ mm}$, afmetingen aangepast aan de grootte van de te snijden proefstukken, stijf materiaal dat geen water absorbeert, zijanten opengewerkt of afgekant om opsluiting van de terugstuit te voorkomen, hellend van 0° à 20° ten opzichte van de loodrechte lijn (behoudens andere specificatie van helling).

Spuitsbeton in dezelfde omstandigheden als het reële werk (apparatuur, techniek, dikte, afstand, operator). Plaat beschermd tegen vochtigheidsverlies en niet vroeger dan na 18 h verplaatst, nabehandeling ≥ 7 dagen.



breedte van de zone met gebreken d = diepte van de proefplaat

Figuur 1: Zone met gebreken van de proefplaat

Vergelijking met de technische goedkeuringsleidraad BUtgb nr. G0019 – Spuitsbetons

	NBN EN 14488-1	Leidraad BUtgb G 0019
Type monster	Proefplaat of ter plaatse	Spuiten op betonplaat
Uitvoering van de proefplaat	Spuiten in de mal $\geq 500 \times 500 \times 100 \text{ mm}^2$ of $1000 \times 1000 \times 100 \text{ mm}^2$	Spuiten op plaat van gewapend beton $\geq 1000 \times 1000 \times 80 \text{ mm}^2$
Helling van de plaat	± 0 à 20° ten opzichte van de loodrechte lijn Andere hellingsgraad indien gespecificeerd	Betonplaat bevestigd aan het plafond Verticale betonplaat indien uitsluitend verticale verwerking
Uitvoeringsomstandigheden van de plaat	Omstandigheden van de verwerking	Bij $20 \pm 5^\circ \text{C}$ (gesloten hall)
Bewaring van het monster	Nabehandeling gedurende minstens 7 dagen. In water bij $20 \pm 2^\circ \text{C}$ gedurende 3 dagen vóór de buigproef op 28 dagen	1 d in verwerkingsomstandigheden beschut tegen wind, 27 dagen bij $20 \pm 2^\circ \text{C}$ en $60 \pm 5\% \text{ RV}$
Monsternemingen in de proefplaat	Monsternemingen verboden in een strook met breedte d (diepte van de plaat) op de omtrek van de plaat	Monsternemingen toegestaan op de gehele plaat
Nemen van verse monsters	Uitsnijden met troffel in het materiaal ter plaatse of in de proefplaat buiten zone met gebreken	Afschrappen tot op de ondergrond over $200 \times 200 \text{ mm}^2$ in een hoek van de betonplaat voor analyse van de korrelverdeling (en watergehalte indien droog procédé)
Nemen van verharde monsters	Kernboring of uitzaging in het materiaal ter plaatse of in de proefplaat buiten zone met gebreken	Kernboring met diameter van 50 of 113 mm in de proefplaat

NBN EN 14488-2

Beproeving van spuitbeton – Druksterkte op jonge leeftijd (2006)

Voorwerp van de norm

De norm specificeert twee methodes voor het ramen van de druksterkte op jonge leeftijd van verhard spuitbeton op de bouwplaats. De keuze van de methode wordt bepaald door het beschouwde weerstandsbereik.

Beschrijving en vergelijking van de meetmethodes

	Methode A Indringing van een naald	Methode B Inslaan van een schroefspijker
Weerstandsbereik	0,2 MPa tot 1,2 MPa	3 MPa tot 16 MPa
Principe	Vereiste kracht om een naald met diameter $3 \pm 0,1$ mm en conische punt in een hoek van $60 \pm 5^\circ$ in het beton te drijven tot een diepte van 15 ± 2 mm gemeten door middel van een penetrometer met een geijkte veer, die een raming van de druksterkte oplevert met een conversiecurve meegeleverd met de apparatuur.	Verhouding tussen de uitgeoefende kracht voor het uittrekken van de ingeslagen spijker tot op een gekende diepte (≥ 20 mm) en de indringingsdiepte, die een raming van de druksterkte oplevert met een conversiecurve meegeleverd met de apparatuur. De spijker is op het uitspringende gedeelte voorzien van schroefdraad.
Monsters	Betonlaag met een dikte van ≥ 100 mm. De proef kan op alle plaatsen zonder voorbereiding worden uitgevoerd.	
Aantal metingen	10 metingen, zo snel mogelijk (< 1 min voor weerstanden $< 0,5$ MPa) op representatief oppervlak	10 metingen, met afstand $> 80 \pm 10$ mm tussen de spijkers
Resultaat	Gemiddelde weerstandskracht van de 10 metingen $\rightarrow$ overeenkomstige druksterkte (conversiecurve)	Gemiddelde uittrekkkracht van de 10 metingen $\rightarrow$ kracht-lengteverhouding $\rightarrow$ druksterkte (conversiecurve)

Opmerkingen

De norm geeft voorbeelden van ijkcurves voor beide methodes.

Het blijkt dat sommige curves omringd zijn door een betrouwbaarheidsgrens, wat betekent dat men bijvoorbeeld voor een waarde van de indringingskracht een waarde van de druksterkte verkrijgt en een betrouwbaarheidsinterval rondom de waarde.

De curves verschillen volgens de grootte van de toeslagmaterialen die in het beton zijn gebruikt.

Vergelijking met de technische goedkeuringsleidraad van B.Utgb nr. G0019 – Spuitbetons

Dit soort metingen op jonge leeftijd komt in de leidraad G0019 niet aan bod. Wel wordt ingegaan op de eerste meting van de druksterkte na 7 dagen op een kernmonster genomen in de proefplaat, volgens norm NBN B15-220 (inmiddels vervangen door de Europese normen NBN EN 12504-1 'Beproeving van beton in constructies – Deel 1: Boorkernen, monsterneming, onderzoek en bepaling van de druksterkte' en NBN EN 12390-3 'Beproeving van verhard beton – Deel 3: Druksterkte'). De meting van de bindingstijd wordt vermeld maar zonder aanduiding van beproevingsmethode en criterium; deze dienen met de houder van de goedkeuring te worden bepaald

Principe

Toepassing van een buigmoment op een liggervormig proefstuk dat is gezaagd uit een proefplaat (EN 14488-1) met behulp van spanning op de bovenste en onderste rollen, registratie van de spanningen op de 1e piek alsook de uiterste en restspanning op de curve spanning/doorbuiging, berekening van de overeenkomstige buigsterkten.

Aantal monsters

Niet gepreciseerd.

Afmetingen van de monsters

Prisma's van 75 mm (hoogte) x 125 mm (breedte) x ≥ 500 mm (lengte).

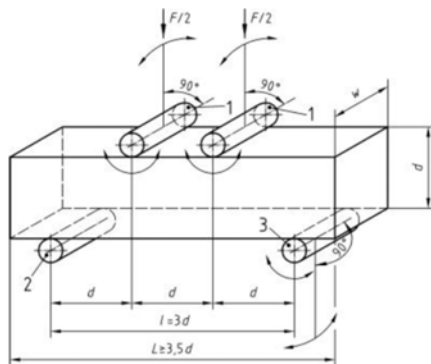
Elk proefstuk moet voldoen aan de eisen van de norm EN 12390-1, zoniet moeten zij worden bijgewerkt (onregelmatigheden in het oppervlak wegslijpen, wegzagen of -slijpen van hellingsgraden).

De beproeving

De machine moet in overeenstemming zijn met de norm EN 12390-4 en moet ervoor zorgen dat de doorbuiging tijdens de proef kan worden gecontroleerd. Zij moet gegevens elektronisch opslaan of de vastgestelde waarden in curvevorm afdrukken.

De proef wordt na 28 dagen uitgevoerd. De gezaagde prisma's moeten gedurende minstens 3 dagen onder water worden bewaard bij een temperatuur van $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, tot maximaal 3 uur voordat de proeven worden uitgevoerd.

De spanning wordt toegepast via twee ondersteunende rollen en twee bovenste rollen; de toegepaste spanning wordt gelijkmatig verdeeld over de rollen. De rollen zijn minstens 10 mm langer dan het proefstuk breed is en hebben een diameter van 20 tot 40 mm. De hele configuratie voor de toepassing van de spanning wordt gedetailleerd weergegeven op figuur 1. De onderzijde (onder spanning) is de malzijde van het monster.



Legende

1. Belastingsrol (kan draaien en in helling worden gebracht)
 2. Steunrol
 3. Steunrol (kan draaien en in helling worden gebracht)
- F De hierboven gedefinieerde belasting (P_{fp} of P_{ult}), in newtons
- l Draagwijdte
- w Gemiddelde breedte van het proefstuk
- d Hoogte van het proefstuk
- L Lengte van het proefstuk

Figuur 1: Opstelling voor de toepassing van spanning op het proefstuk

Het proefstuk wordt in het midden van de draagwijdte en bij een constante buigsnelheid van $(0,25 \pm 0,05)$ mm/minuut onder spanning gebracht tot een buiging van 0,5 mm wordt bereikt; vervolgens wordt een snelheid van 1,0 mm/minuut gebruikt.

Berekening van de resultaten (figuur 2)

Buigsterkte op de 1e piek:

- de initiële rechte bepalen van de curve belasting/buiging (gegevens $\leq 50\%$ maximale belasting)
- een evenwijdige trekken met deze rechte, met een afwijking van 0,1 mm naar rechts
- in het gedeelte van de curve dat zich links van deze rechte bevindt: de belasting op de 1e piek P_{fp} opnemen en de overeenkomstige buigsterkte f_{fp} op de 1e piek berekenen.

Uiterste buigsterkte:

- de maximale geregistreeerde belasting P_{ult} opnemen en uiterste buigsterkte f_{ult} berekenen.

Formule voor de berekening van de buigsterkte op basis van de toegepaste spanning:

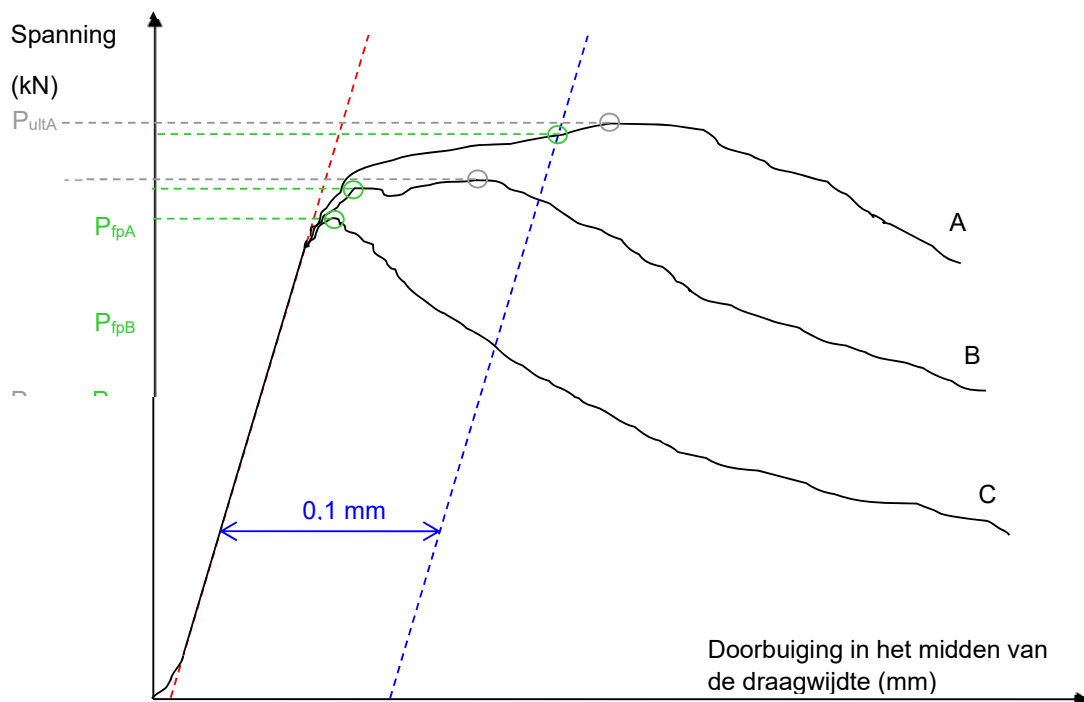
$$f = \frac{P \cdot l}{w \cdot d^2} \quad (1)$$

f treksterkte [Mpa]

P spanning (P_{fp} of P_{ult}) [N]

w gemiddelde breedte van het proefstuk in het breukvlak (nominale waarde 125 mm)

d gemiddelde hoogte van het proefstuk in het breukvlak (nominale waarde 75 mm)



Figuur 2: Voorbeeld van de berekening van de resultaten met de curve belasting/buiging.

Reststerkte:

- de minimale belasting van de curve belasting/buiging aflezen
 - o P_{r1} : tussen 0,5 en 1 mm (klasse lichte vervorming D_1)
 - o P_{r2} : tussen 0,5 en 2 mm (klasse normale vervorming D_2)
 - o P_{r4} : tussen 0,5 en 4 mm (klasse sterke vervorming D_3)
- Reststerkten fr_1 , fr_2 en fr_4 berekenen met behulp van formule (1).

Vergelijking met technische-goedkeuringsrichtlijn “G0019 – Sproei beton” van de BUIgb

De meting van de buigsterkte van vezelversterkt beton wordt niet als dusdanig vermeld in goedkeuringsleidraad G0019. De proeven voor vezelversterkt beton moeten door het Uitvoerend Bureau nader worden bepaald. Daarom wordt in leidraad G0019 aangeraden bijvoorbeeld het document EFNARC “European specification for Sprayed concrete” te raadplegen. Daarin worden de volgende proeven voorgeschreven:

- Buigsterkte: hetzij volgens de EFNARC-methode identiek aan de onderhavige norm en met de meting van de buigsterkte op de 1e piek, hetzij volgens de norm EN 12359 “Testing concrete – Determination of flexural strength of test specimens”.
- Reststerkteklasse, gemeten op basis van de vorm van de curve spanning/vervorming: op dezelfde manier als in de onderhavige norm (0,5 - 1 - 2 - 4 mm), onderverdeeld in 5 categorieën.

Voorwerp van de norm

Methode voor de bepaling van de hechtsterkte tussen spuitbeton en zijn ondergrond aan de hand van een directe trekproef in het laboratorium. De hechtsterkte kan gedefinieerd worden als het vermogen om een trekkracht van de ene laag aan de andere door te geven en wordt berekend door de ultieme trekkracht te delen door de sectie die onderworpen wordt aan de spanning.

Afmetingen van de monsters

Proefstuk verkregen door boring in het spuitbeton en een deel van zijn ondergrond (EN 12504-1).

Diameter $d = 50$ tot 100 mm, $\geq 4 D_{\max}$ granulaten, ≤ 4 keer de laagdikte.

De aanvangshoogte van het proefstuk is $> 2d$. Dit wordt overdwars gesneden zodat zijn lengte gelijk wordt aan $2d$ en het hechtingsvlak zich nabij het midden van het monster bevindt. De afstand tussen het hechtingsvlak en elk van de uiteinden bedraagt hierbij ten minste $0,5d$.

De vlakheidseisen worden vermeld in de EN 12390-1.

Aantal monsters

Niet gespecificeerd.

Principe

Er worden stalen plaatjes gekleefd op de uiteinden van het proefstuk, dat blootgesteld wordt aan een stijgende spanning tot er een breuk optreedt.

De bekomen waarden worden beoordeeld naargelang de aard van de breuk:

- Breuk in de verlijmde zone → de werkelijk gemeten hechting
- Breuk niet beperkt tot het hechtingsvlak → hechting $>$ de verkregen ultieme spanning.

De proef

Het toestel dat gebruikt wordt voor de trekproef (EN 10002-1) moet de spanning tot op $\pm 2\%$ nauwkeurig kunnen meten en moet toelaten de spanningsstijging te regelen in het bereik van $(0,05 \pm 0,01)$ MPa/s. De stalen plaatjes die bevestigd werden op de

uiteinden van het proefstuk hebben een diameter die gelijk is aan deze van het proefstuk en een dikte van $\geq 0,4$ diameter.

De proef wordt uitgevoerd wanneer de laag spuitbeton 28 dagen oud is. De voorafgaandelijke behandeling van de proefstukken gebeurt onder water.

De trekkracht wordt constant uitgeoefend aan een snelheid van $(0,05 \pm 0,01)$ MPa/s.

De maximale trekkracht wordt geregistreerd, waarna men overgaat tot een inschatting van de proportie van het breukoppervlak in het hechtingsvlak (tot op 10% nauwkeurig).

Berekening van de resultaten

$$\frac{\text{maximale trekkracht}}{\text{oppervlakte van de sectie}}$$

= hechting indien meer dan 80% van de breuk zich in het hechtingsvlak bevindt

= zo niet, ondergrens van de hechting

Vergelijking met de technische goedkeuringsleidraad BUTGB nr. G0019 – Bétons de gunitage

	NBN EN 14488-4	Technische goedkeuringsleidraad BUTGB G0019
Nemen van de proefstukken	Monsternamen uit het spuitbeton en een deel van de ondergrond	Categorie M2*: monsternamen uit een vloerplaat met gerectificeerde bovenzijde om 1 cm van de nominale laag te kunnen verwijderen, en met gerectificeerde binnenzijde voor verwijdering van de ondergrond het bekomen van een hoogte van 5 cm. Categorie M3**: 6 monsters uit een vloerplaat, zodanig gezaagd en gerectificeerd dat ze aan weerszijden van het hechtingsvlak een hoogte van 40 mm vertonen.
Afmetingen van de proefstukken	$d = 50$ tot 100 mm, $\geq 4 D_{\max} \leq 4 \times$ de laagdikte $h = 2d$, hechtingsvlak nabij het midden van het proefstuk	M2* : $d = 50$ mm, $h = 50$ mm M3** : $d = 50$ mm, $h = 80$ mm (hechtingsvlak in het midden)
Aantal proefstukken	Niet gespecificeerd	6
Proef	Volgens de huidige norm (NBN EN 14488-4)	M2*: volgens NBN B 15-211 'Proeven op beton - Rechtstreekse trek' M3**: volgens EN 1542 'Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingsmethoden - Bepaling van de hechtsterkte door middel van de afbreekproef'

* M2 = spuitbeton dat bestemd is om de permanente belastingen op te vangen, zonder interactie met de ondergrond.

** M3 = spuitbeton dat bestemd is om te fungeren als beschermings- of afwerkingslaag, voor het herstellen van oppervlakkige gebreken of schade van een bestaande woning en dat geen enkele rol speelt voor de mechanische weerstand van de constructie

Voorwerp van de norm

Methode ter beoordeling van de reactie van het belastings- en doorbuigingsgedrag van een plaatvormig proefstuk met het oog op de bepaling van de energieabsorptiecapaciteit tot aan een gespecificeerde doorbuiging.

Principe

Meting van de doorbuiging in het midden van een vezelversterkt plaatvormig proefstuk (EN 14488-1) dat onderworpen wordt aan een belasting door middel van een harde blok staal die in het midden geplaatst wordt, totdat een doorbuiging van ten minste 30 mm in het midden van de plaat bereikt wordt. Aan de hand van de belastings-/doorbuigingscurve kan de geabsorbeerde energie/doorbuigingscurve opgesteld worden.

Afmetingen van de monsters

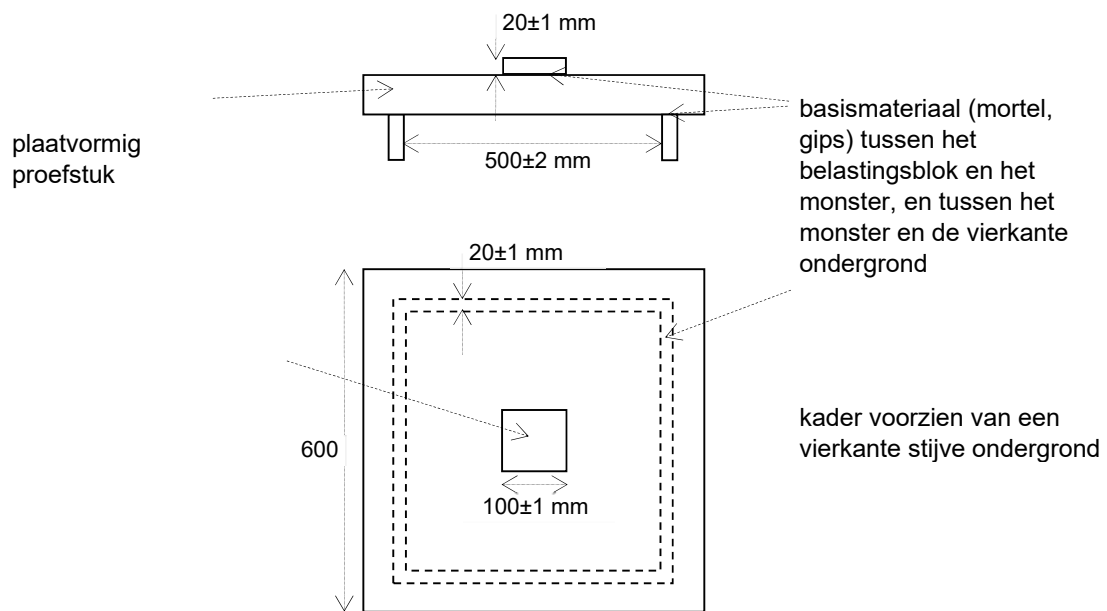
Vierkant van 600 mm x 600 mm x 100±5 mm geprojecteerd in een vorm (EN 14488-1).

De proef

Het toestel is conform met de EN 12390-4 en moet in staat zijn de proef aan een constante snelheid uit te voeren en de verplaatsing te controleren. Daarnaast moet het uitgerust zijn met een gegevensregistreerapparaat of X-Y-schrijver omvatten. De doorbuiging in het midden van de plaat wordt gemeten met behulp van een elektronische transducent.

De proef wordt uitgevoerd na 28 dagen, nadat de monsters gedurende ten minste 3 dagen geconditioneerd werden in een omgeving bij 20±2°C en ≥95% RV (EN 12390-2).

De belasting wordt aangebracht door middel van de in afbeelding 1 voorgestelde proefinstallatie, op de gespoten zijde vormgegoten onderzijde, met een constante verplaatsingssnelheid van (1±0,1) mm/min tot 30 mm.



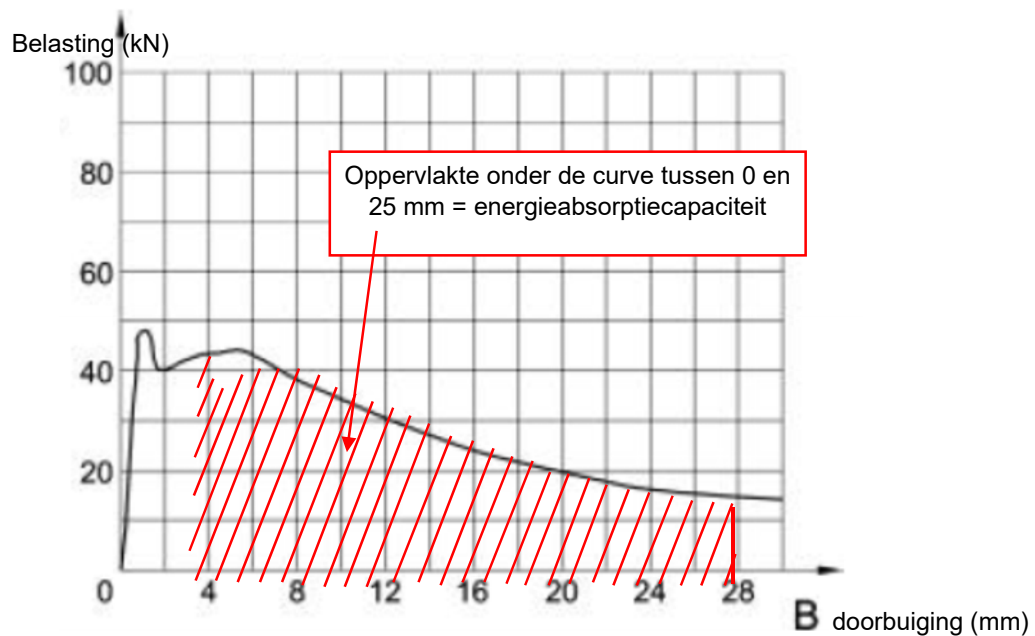
Figuur 1: Belastingsinstallatie

De resultaten

Aan de hand van de gegevens die geregistreerd werden tijdens de proef kan de belastings-/doorbuigingscurve getekend worden.

De energieabsorptiecapaciteit wordt voorgesteld door de oppervlakte onder de belastings-/doorbuigingscurve, tussen 0 en 25 mm, en wordt uitgedrukt in Joules.

$$1J = 1N \cdot m$$



Afbeelding 2: berekening van de energieabsorptiecapaciteit

Vergelijking met de technische goedkeuringsleidraad BUIgb nr G0019 – Sproeijsbetons

De meting van de energieabsorptiecapaciteit van vezelversterkt beton wordt niet als dusdanig vermeld in de technische goedkeuringsleidraad nr. G0019. De proeven in verband met de aanwezigheid van vezels worden bepaald door het uitvoerende bureau. Hiervoor raadt de G0019 aan bijvoorbeeld het document EFNARC 'European specification for Sprayed concrete' te raadplegen omdat in de bijlage daarvan de meting van de energieabsorptiecapaciteit beschreven wordt. Deze proefmethode is identiek aan degene die in de huidige norm beschreven wordt

Voorwerp van de norm

Meetmethoden voor de dikte van spuitbeton op een ondergrond (beton, steen, volle grond, ...), die ook een idee geven van de evenwijdigheid tussen het beton en de ondergrond.

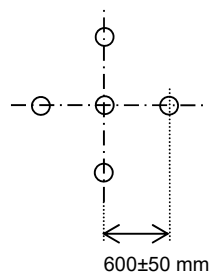
Principe

Vers beton: de meting gebeurt door een dieptemeter in het spuitbeton te drijven.

Verhard beton: de meting gebeurt door de lengte van de geboorde gaten of van de genomen proefstukken tot aan de ondergrond te bepalen.

De proef

De meting moet gebeuren in vijf punten die zich op een onderlinge afstand van (600 ± 50) mm bevinden op twee rechten die elkaar snijden met een rechte hoek (afbeelding 1). Er kan gebruik gemaakt worden van een kaliberplaat voor de plaatsbepaling en de markering. Met behulp van een klopboormachine of een kernboor worden de 5 gaten geboord of de 5 proefstukken genomen.



Figuur 1: Kaliberplaat

Vers beton: de proef gebeurt door de dieptemeter in het spuitbeton te drijven tot aan de ondergrond en de gemiddelde diepte te meten in verhouding tot een regel die op het oppervlak (zonder oneffenheden) geplaatst wordt.

Verhard beton: de proef gebeurt op dezelfde wijze, door de diepte van het geboorde gat of de lengte van het genomen proefstuk te meten.

De resultaten

Dikte van spuitbeton = het gemiddelde van de 5 metingen van de diepte van de gaten of de lengte van de proefstukken.

Opmerkingen

De norm bepaalt niet in welke zone de proef uitgevoerd moet worden, noch de eisen die aan de verkregen resultaten gesteld worden.

Indien men kiest voor het nemen van proefstukken in de plaats van boringen, kan men gelijktijdig monsters nemen voor de andere metingen (druk- en hechtsterkte).

Vergelijking met de technische goedkeuringsleidraad BUtgb nr. G0019 – Spuitbetons

De goedkeuringsleidraad nr. G0019 specificeert geen methode ter bepaling van de dikte van spuitbeton op een ondergrond

Voorwerp van de norm

Methode ter bepaling van het gehalte aan staalvezels in vers of verhard spuitbeton en van het gehalte aan polymeervezels in vers spuitbeton.

Principe

De vezels worden uit het monster gehaald, gewogen en vergeleken met het betonvolume.

De proef

De verse of verharde monsters kunnen ontnomen zijn uit het materiaal ter plaatse of uit een proefplaat.

Verhard beton – Methode A

Het volume V_d van elk proefstuk wordt bepaald door berekening op basis van de gemeten werkelijke afmetingen of door onderwaterweging (EN 12390-7). Vervolgens wordt het proefstuk vernalen (met een pers of een ander toestel) zodat de vezels eruit gehaald kunnen worden (eventueel met een magneet). Alle cementresten worden mechanisch verwijderd. Tenslotte worden de vezels tot op 0,1 g nauwkeurig gewogen (m_f).

Vers beton – Methode B

Het volume V_d van elk proefstuk wordt bepaald door onderwaterweging (EN 12350-6). De vezels worden verwijderd door een spoeling met water (met een zeef of een andere filter). Voor synthetische vezels wordt het monster in alcohol ondergedompeld en wordt ermee geschud totdat de vezels boven komen te drijven. Vervolgens worden de vezels gereinigd, gedroogd en gewogen (m_f). Dit gebeurt tot op 0,1 g nauwkeurig voor staalvezels en tot op 0,01 g nauwkeurig voor polymeervezels.

De resultaten

$$C_f = \frac{m_f \cdot 1000}{V_d}$$

C_f het vezelgehalte (kg/m^3)

m_f de massa van de vezels uit het monster (g)

V_d het volume van het monster (m^3)

Opmerkingen

Er is voornamelijk geen informatie beschikbaar omtrent de betrouwbaarheid van deze proef.

Vergelijking met de technische goedkeuringsleidraad B.Utg. nr. G0019 – Sproeiement

De gids voorziet slechts een meting van het vezelgehalte van geprefabriceerd en droog vervoerd beton (niet voor geprefabriceerd beton dat vochtig vervoerd wordt en ook niet voor verhard beton). In de bijlage wordt er een vrijblijvende proefprocedure voorgesteld. Deze bestaat erin 500 g van de droge mengeling onder water te zeven met behulp van een zeef met een maaswijdte van $\pm 0,1$, de zeefresten (granulaten en vezels) te drogen en vervolgens de vezels van de granulaten te scheiden (manueel, door zuiging, met een elektronisch toestel, ...) en ze te wegen. Het vezelgehalte wordt uitgedrukt in %.



Beproeving van metselmortels

Principe

De granulometrische analyse door zeefontleding laat toe om een mortel te karakteriseren in functie van zijn doorgaand en achterblijvend percentage na iedere referentiezeef. Deze norm is niet van toepassing op mortels die vezels bevatten die niet op voorhand gemakkelijk verwijderd kunnen worden.

Een reeks van zeven met toenemende zeefopening worden op elkaar gestapeld op een bak die dienst doet als basis. Het monster wordt geplaatst op de bovenste zeef en de stapel van zeven wordt geschud totdat er geen wijziging van de achterblijvende massa op iedere zeef waar te nemen is.

Monstername

De minimale droge massa van het gereduceerde monster is:

200 g voor een $d_{max} \leq 4$ mm

600 g voor een $d_{max} > 4$ mm

d_{max} = maximale dimensie van de granulaten aanwezig in het monster, in mm.

Voor de mortels die een fractie 0/0.125 mm bevatten is het aan te raden om alvorens de mortel te reduceren deze lichtjes te bevochtigen om de scheiding van de elementen en/of het verlies van materiaal te vermijden.

Referentiezeven

8 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0.5 mm	0.25 mm	0.125 mm	0.063 mm
------	------	------	------	--------	---------	----------	----------

Proefomschrijving

De «vochtige» zeefmethode wordt toegepast op mortels die courant gebruikte granulaten bevatten.

- Breng het monster in suspensie in een waterrecipiënt en giet het mengsel op de stapel van zeven.
- Voer de zieving uit met behulp van een waterstraal en controleer bij iedere zeef of het doorgaande water helder is, wat wijst op een goede ijking van ieder niveau.
- Giet iedere fractie (m_r) om in een beker voor de droging tot constante massa bij $105 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Een massa wordt als constant beschouwd als het massaverschil tussen 2 wegingen met 2u tijdsinterval niet groter is dan 0.2 g.

De « droge » zeefmethode wordt gebruikt voor lichte mortels.

- Droog het gereduceerde monster tot constante massa bij $105 \pm 5^\circ\text{C}$ of bij $60 \pm 5^\circ\text{C}$ als het organische elementen bevat.
- Giet voorzichtig het gereduceerde monster in de stapel van zeven die in dalende volgorde zijn gerangschikt.
- Schud of tril de zeefstapel zo goed mogelijk.
- Bepaal de massa van iedere achtergebleven fractie (m_r) na vooreerst te controleren dat minder dan 0.2% van de totale monstermassa binnen een minuut zou blijven doorgaan.

Voor beide methoden, moet nagegaan worden of m_r na iedere zeef volgende waarde niet overschrijdt:

$$m_{r,\max} = \frac{A\sqrt{d}}{200}$$

met

A oppervlakte van de zeef (mm^2)

d afmeting van de zeefopening (mm)

Berekening en uitdrukking van de resultaten

De individuele fracties worden uitgedrukt in percentage van de totale massa van het monster. Het totale percentage aan materiaal dat door iedere zeef passeert wordt ook uitgedrukt.

De hoeveelheid aan fijne deeltjes wordt berekend door het verschil te nemen van de totale massa van het monster en de som van alle massa's achtergebleven op iedere zeef.

Principe

Deze norm beschrijft methoden voor de totale monsterneming van verse mortel evenals een methode voor de monsterneming voor de proeven uitgaande van deze totale monsterneming. Ze beschrijft ook een werkwijze voor het maken van proefmortels op basis van droge bestanddelen en water.

Totale monsterneming voor proeven of voor individuele proef

- De hoeveelheid moet minimaal 10 kg zijn.
- Het globale monster wordt samengesteld door uniform verdeelde eenheidsafnames te nemen en vervolgens zorgvuldig te mengen. Minstens drie afnames worden uitgevoerd.
- Het globale monster wordt gereduceerd door een voldoende aantal porties willekeurig uit de mengeling te nemen. Deze worden geplaatst in vaten afgedekt met een deksel. De bewerking mag niet meer dan 3 minuten in beslag nemen.
- Iedere globale monsterneming voor de proeven moet van een etiket voorzien worden en goed verpakt worden.
- De temperatuur moet op $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ gehouden worden, zonder verlies van water.

Bereiding van mortels uitgaande van de droge bestanddelen en water of uitgaande van voorgemengde mengsels en binders.

- De hoeveelheid mortel moet begrepen zijn tussen de volgende bereiken:

Aanmaak van verse mortel	Mixer conform aan EN 196-1	Schoepenmenger
Vaste bestanddelen (kg)	1,8 – 3,0	30 – 50
Volume (dm ³)	0,5 – 2,5	25 – 75

- De consistentie van de verse mortel wordt bepaald volgens EN 1015-3. Tenzij anders gespecificeerd, moet een vloeimaat in functie van de schijnbare dichtheid van de verse mortel bereikt worden:

Schijnbare dichtheid van de verse mortel (kg/m ³)	Vloeimaat (mm)
> 1200	175 ± 10
> 600 à ≤ 1200	160 ± 10
> 300 à 600	140 ± 10
≤ 300	120 ± 10

- De aanmaak wordt uitgevoerd volgens de voorschriften van de mortelfabrikant. Zoniet moet men de aanmaakmethoden volgen gebruikmakend van een mixer conform aan EN 196-1 of een schoepenmenger:
 - o Giet het water in de menger

- o Voeg de vaste bestanddelen van de droge mortel toe; menger staat in een lage snelheid
- o Beëindigen met een menging aan dezelfde snelheid gedurende 75 s (mixer conform aan EN 196-1) of 120 tot 180 s (schoepenmenger – lichte mortels of mortels met een hoog kalkgehalte)

Principe

De consistentie wordt bepaald door het meten van de gemiddelde diameter van de verse mortel, geplaatst op de plaat van een schoktafel met behulp van een mal en onderheven aan een gegeven aantal verticale schokken door de schoktafel op te heffen en vrij te laten vallen van op een bepaalde hoogte.

Aantal monsternemingen

Twee monsternemingen



Enkele bijzonderheden

- Aanmaak van de mortels volgens NBN EN 1015-2 (minimaal volume van 1,5 l).
- De mal wordt in twee lagen gevuld. Elke laag wordt verdicht door minstens 10 korte schokken met een stamper. Het vrije oppervlak van de schijf moet proper en droog zijn.

- Na 15 s wachten wordt de mal langzaam en verticaal opgetild. 15 schokken worden uitgevoerd aan een constante frequentie van ongeveer 1 schok per seconde.
- De diameter in twee loodrechte richtingen wordt gemeten en uitgedrukt tot op 1 mm nauwkeurig.
- In de volgende tabel zijn de voornaamste verschillen tussen deze norm en de oude norm NBN B14-207 (1983) aangegeven:

	NBN EN 1015-3 (1999)	NBN B14-207 (1983)
Massa van de tafel	Tussen 4,2 en 4,5 kg	Tussen 3,2 en 3,35 kg
Uitdrukking van het resultaat	Gemiddelde van 2 waarden op 1 mm nauwkeurig	Gemiddel van 2 waarden gedeeld door de initiële diameter (100 mm)

NBN EN 1015-6

Bepaling van de schijnbare Dichtheid + add1 (2007) van verse mortel

Principe

De schijnbare dichtheid van een verse mortel wordt bepaald als zijnde de verhouding tussen de massa en het volume dat het inneemt wanneer het wordt gegoten, of wordt gegoten en verdicht, volgens een voorgeschreven manier in een maatbeker met een gegeven volume.



Bemonstering

Twee monsternemingen.

Formules

$$\rho_m = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

met:

- ρ_m de schijnbare dichtheid van de verse mortel [kg/m³]
 m_1 de massa van de recipiënt [g]
 m_2 de massa van de recipiënt gevuld met mortel [g]
 V het volume van de recipiënt [liters]

Enkele bijzonderheden

- Bereiding van de mortel volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat, in functie van de schijnbare dichtheid van de verse mortel, moet bereikt worden.
- De werkwijze hangt af van de vloeimaat:

Gebruiksconsistentie	Vloeimaat	Werkwijze
Stijve mortel	< 140 mm	volgens 7.2.1
Plastische mortel	tussen 140 en 200 mm	volgens 7.2.1 of 7.2.2
Vloeibare mortel	> 200 mm	volgens 7.2.3

- o 7.2.1 «De vibratiemethode»: De recipiënt wordt gevuld en geplaatst op een vibratietafel totdat geen enkele verzakking meer wordt vastgesteld.
- o 7.2.2 «De schokmethode»: De recipiënt wordt tot halve hoogte gevuld. De mortel wordt verdicht door de recipiënt gedurende ongeveer 30 min te kantelen en 10

keer op een harde ondergrond te laten vallen (5 keer als luchtadditieven aanwezig). Na het vullen van de recipiënt tot aan de rand, wordt de mortel op dezelfde manier verdicht.

o 7.2.3 «De vulmethode»: De recipiënt wordt gevuld door het gieten van de mortel tot aan de rand en het vervolgens af te strijken.

- De massa's van de lege (m_1) en gevulde (m_2) recipiënt worden gewogen tot op 1 g nauwkeurig en de dichtheden worden berekend.
- Het resultaat is het gemiddelde van de 2 metingen en uitgedrukt op 10 kg/m^3 nauwkeurig.
- De voornaamste verschillen tussen deze norm en de oude norm NBN B14-203 zijn opgenomen in volgende tabel:

	NBN EN 1015-6 (1998) – Add1 (2007)	NBN B14-203 (1972)
Consistentie van de mortel	Cf. hierboven punt 1 van de bijzonderheden	Niet bepaald
Recipiënt	• Diameter = 125 mm • Volume = 1 l (te bepalen tot op 0.1% nauwkeurig)	• Diameter = 85 +/- 1 mm • Volume = 500 cm³ (te bepalen tot op 0.2% nauwkeurig)
Werkwijze	Cf. hierboven punt 2 van de bijzonderheden	Vullen in 3 lagen, 60 schokken na iedere laag
Uitdrukking van het resultaat	In kg/m ³ , op 10 kg/m^3 nauwkeurig	In g/cm ³ , op 0.01 g/cm ³ nauwkeurig

Principe

Twee methoden worden beschreven voor het meten van het luchtgehalte van verse mortels. Volgens de eerste methode (gehalte < 20%) wordt water gegegoten op het oppervlak van de mortel en met behulp van een aangelegde luchtdruk wordt water in de mortel gezogen waarbij de lucht aanwezig in de poriën wordt verdreven. Het waterniveau daalt en weerspiegelt het volume lucht onttrokken aan de mortel. Volgens de tweede methode (gehalte ≥ 20%), wordt het volume aan lucht verwijderd met behulp van een alcohol oplossing.

Bemonstering

Twee monsternemingen

Bereiding van de mortel

Bereiding van de mortel volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat, in functie van de schijnbare dichtheid van de verse mortel, moet bereikt worden.

Werkwijzen

Methode op basis van druk «Voor mortels met een luchtgehalte < 20%»

- De recipiënt wordt in $4 \pm$ gelijke lagen gevuld met de verse mortel en iedere laag wordt verdicht door 10 schokken met een stamper.
- Het oppervlak van de mortel wordt afgestreken en de horizontale wanden van de recipiënt worden proper gemaakt.
- De luchtklep, gelegen tussen de luchtkamer en de proefbeker, wordt afgesloten en de luchtspace onder de deksel wordt met water gevuld. Het water stroomt via een kraan toe en lucht wordt via een andere kraan verdreven totdat het water uit de tweede kraan overloopt.
- Lucht wordt in de luchtkamer geïnjecteerd totdat de geijkte meetnaald is gestabiliseerd.
- De twee kranen worden gesloten en de luchtklep geopend.
- Wanneer het evenwicht wordt bereikt, wordt het luchtgehalte genoteerd tot op 0.1% nauwkeurig.
- Het gemiddelde van de 2 metingen wordt berekend op 0.5% nauwkeurig.

Methode op basis van alcohol «Voor mortels met een luchtgehalte ≥ 20%»

- Een maatcilinder wordt gevuld met 200 ml mortel met behulp van een trechter en lichtjes aangestampd. Het volume aan mortel $V_{m,i}$ wordt genoteerd tot op een mm nauwkeurig.

- De alcoholoplossing (60% ethanol en 40% water) wordt voorzichtig in de cilinder gegoten tot 500 ml. De maatcilinder wordt afgesloten met een rubberen stop en 20 keer geschud om een goede suspensie te bekomen.
- Gedurende 5 minuten laat men het mengsel rusten waarna het eindvolume $V_{m,f}$ wordt hersteld.
- Het schudden en de rustperiodes wordt herhaald totdat het eindvolume constant blijft tot op ± 1 ml.
- Het luchtgehalte wordt berekend (op 0.1% nauwkeurig):

$$L = \frac{(500 - V_{m,f})}{V_{m,i}} * 100\%$$

met:

L luchtgehalte [%]

$V_{m,i}$ initieel volume van de mortel [ml]

$V_{m,f}$ finaal volume van de mortel+alcohol [ml]

Het gemiddelde van de 2 metingen wordt uitgedrukt tot op 0.5% nauwkeurig.

Principe

De verwerkbaarheidstijd van verse mortel, die vooreerst op een bepaalde vloeimaat is gebracht, wordt gemeten door de tijd, in minuten, te bepalen na welke het een zekere limietwaarde van de stijfheid of verwerkbaarheid bereikt, tijdens een vastgelegde proefmethode.

Aantal proeven

Twee monsters

Bereiding van de mortel

De mortel wordt aangemaakt volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat afhankelijk van de schijnbare dichtheid van de verse mortel, moet bereikt worden.

Werkwijzen

Methode A – Verwerkbaarheid van een mortel voor algemeen gebruik.

- Vullen van de mallen met verse mortel
- Afstrijken van het oppervlak en bewaren in een vochtige kamer bij $20 \pm 2^\circ\text{C}$ en $\text{RV} \geq 95\%$ (of in een polyethyleen zak)
- Een mal wordt op een weegschaal geplaatst en de balans wordt getarreed. Daarna wordt de penetratiestaaf neergelaten in de mortel totdat het schijfje het oppervlak raakt. De vastgestelde waarde wordt door 3 gedeeld om de penetratieweerstand in N/mm^2 te bekomen.
- De eerste meting wordt 30 min voor de aangegeven verwerkbaarheidstijd uitgevoerd. De metingen worden iedere 15 min verder gezet totdat de weerstand een waarde van 0.5 N/mm^2 overschrijdt.
- Het tijdstip (op 1 min nauwkeurig) waarop de penetratieweerstand gelijk is aan 0.5 N/mm^2 wordt bepaald door interpolatie.

Methode B – Verwerkbaarheid van een dunvoegmortel

- Bepaling van de spreidingsmaat met 15 min tussentijd totdat de waarde 30 mm verschilt van de initiële vloeimaat (= 10 min na het aanmaken).
- De tijd wordt bepaald tot op 1 min nauwkeurig door interpolatie van de bekomen resultaten.
- De verwerkbaarheidstijd is het gemiddelde van de individuele waarden.

Methode C – Verbeteringstijd van een dunvoegmortel

- Kubussen van 50x50x50 mm³ worden versneden uit de legzijde van metselwerkelementen en als volgt bewaard :
 - In de oven: constante massa (< 0.2 % met 2 u interval); temperatuur is afhankelijk van het type metselwerk
 - In de lucht: 20 ± 2°C en 65 ± 5% RV gedurende 2 dagen
- Proef:
 - Breng een dunne laag mortel aan met een truweel op het legvlak van de volle metselwerken die als ondergrond dienst doen en veeg het onmiddellijk af.
 - Breng opnieuw een mortellaag van 2 à 3 mm aan op hetzelfde voorbehandelde oppervlak.
 - Plaats het legvlak van de kubus op de mortel en oefen gedurende 30 s een kracht uit van 1.2 kg als het metselwerk een dichtheid van ≥ 1000 kg/m³ heeft of 0.5 kg als het metselwerk een kleinere dichtheid heeft.
 - Trek de kubus loodrecht af van het legvlak en maak een schatting van de zone van de mortel dat hecht aan het kubusoppervlak, uitgedrukt in % op 10% nauwkeurig.
 - De stappen 3 en 4 worden iedere minuut herhaald met een nieuwe kubus totdat 50% hechting van mortel aan de kubus is bereikt.

De verbeteringstijd is het gemiddelde van de individuele resultaten, op 1 min nauwkeurig.

Principe

De droge volumemassa van een proefstuk uit verharde mortel wordt bepaald door het quotiënt van zijn massa, in ovengedroogde toestand, gedeeld door het volume dat het inneemt bij onderdompeling in water in verzadigde toestand.



Bemonstering

3 prismavormige proefstukken met afmetingen 160 x 40 x 40 mm³

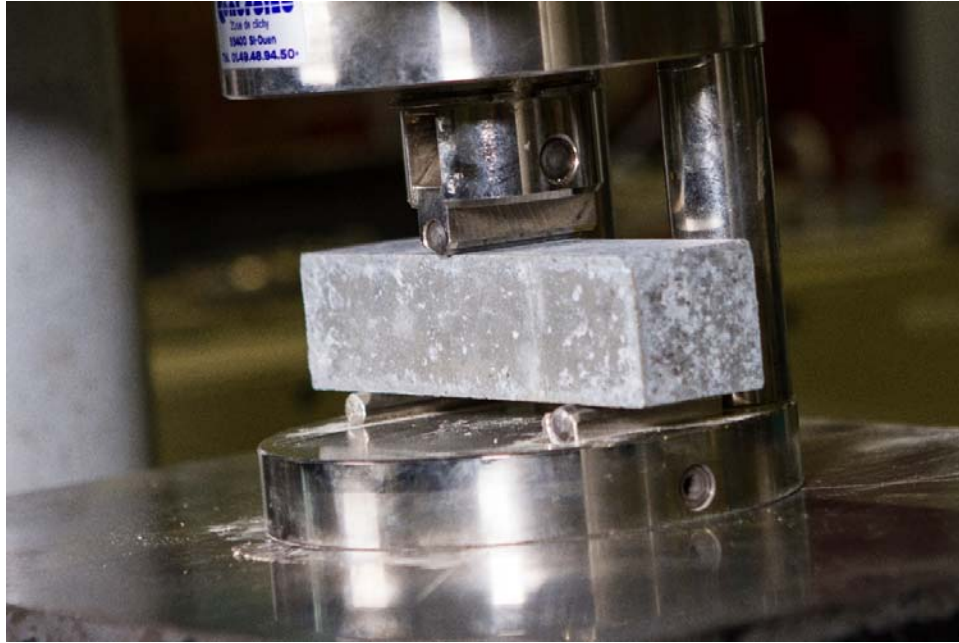
Enkele bijzonderheden

- Aanmaak van de mortels volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat moet worden bereikt, afhankelijk van de schijnbare dichtheid van de verse mortel.
- De bereiding en bewaring van de proefstukken hangen af van het soort mortel en zijn conform aan NBN EN 1015-11.
- De droge massa $m_{s,droog}$ wordt gemeten op een monster gedroogd bij $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ tot constante massa. Voor monsters die organische bestanddelen bevatten, bijvoorbeeld granulaten van geëxpandeerd polystyreen, vindt de droging plaats bij $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Het volume wordt bepaald door volumetrische verplaatsing na verzadiging van het monster met water. De verzadigde toestand wordt bereikt wanneer twee opeenvolgende wegingen, met een tussentijd van 15 min tijdens de onderdompeling, geen 0.2% in massa verschillen.
- De droge volumemassa wordt berekend voor ieder proefstuk als de verhouding van de droge massa tot het volume. Het gemiddelde van de individuele waarden wordt berekend en uitgedrukt tot op 10 kg/m³ nauwkeurig.
- In de volgende tabel zijn de voornaamste verschillen tussen deze norm en de oude norm NBN B14-218 (1971) aangegeven:

	NBN EN 1015-10 + ADD1	NBN B14-218
Consistentie	Cf. hierboven punt 1 van de bijzonderheden	Niet bepaald
Proefstukken	4 x 4 x 16 cm ³ prisma of andere afmetingen indien kleinste afmeting > 40 mm	Prisma 4 x 4 x 16 cm ³ Monster genomen op de site : 100 cm ³ < V < 500 cm ³
Uitharding	Cf. hierboven punt 2 van de bijzonderheden	Niet bepaald
Massa	Droog monster bij 70°C of 60°C ± 5°C (cf. punt 3 hierboven van de bijzonderheden)	- In de toestand van ontvangst - Vochtig monster - Droog monster (105 ± 5° C)
Volume	Door hydrostatische weging	Door meting van de afmetingen of door hydrostatische weging
Uitdrukking van het resultaat	In kg/m ³ tot op 10 kg/m ² nauwkeurig	In g/cm ³ tot op 0,01 g/cm ³ nauwkeurig

Principe

De buigsterkte van een mortel wordt bepaald door het belasten op drie punten van prismavormige proefstukken totdat deze breken.



De druksterkte van de mortel wordt bepaald op de twee delen die overblijven van de buigsterkteproef.



Bemonstering

Drie mortelprisma's met afmetingen 160 mm x 40 mm x 40 mm.

Bereiding van de mortel

Aanmaak van de mortel volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat, afhankelijk van de schijnbare dichtheid van de verse mortel, moet bereikt worden.

Bereiding en conditionering van de proefstukken

De bereiding en de uitharding hangen af van het morteltype:

- Mortels met hydraulische bindmiddelen en mortels op basis van luchtkalk/cement met een kalkmassa $\leq 50\%$ van de totale bindmiddelmasa:
 - De mal wordt gevuld in 2 +/- gelijke lagen en iedere laag wordt verdicht door 25 schokken met een stamper.
 - Het overschot aan mortel wordt verwijderd met een afstrijkmes om een vlak oppervlak te bekomen gelijk met de bovenrand van de mal.
 - Bewaring: zie tabel hieronder
- Mortels op basis van luchtkalk en op basis van luchtkalk/cement met kalkmassa $> 50\%$ van de totale bindmiddelmasa:
 - De onderdelen van de mal worden geassembleerd op een glazen plaat waarop 2 lagen droge katoengaas liggen.
 - De mal wordt gevuld in 2 +/- gelijke lagen en iedere laag wordt verdicht met 25 schokken met een stamper.
 - Het overschot aan mortel wordt verwijderd met een afstrijkmes om een vlak oppervlak te bekomen gelijk met de bovenrand van de mal.
 - Op het morteloppervlak worden 2 lagen droog katoengaas gelegd en vervolgens 6 lagen absorberend filterpapier.
 - Het absorberende filterpapier wordt afgedekt met een glazen plaat en de mal wordt omgedraaid.
 - De glazenplaat wordt voorzichtig weggenomen van de bovenkant van de omgekeerde mal; 6 lagen filterpapier worden op het gaas gelegd waarna de glazen plaat wordt teruggelegd.
 - De mal wordt terug rechtop geplaatst en op een vaste tafel geïnstalleerd. Een kracht van +/- 5 kg wordt uitgeoefend.
 - Na 3 u worden de belasting en de glazen plaat weggenomen, het filterpapier en het gaas van de bovenzijde verwijderd en de glazen plaat terug gelegd. De mal wordt omgedraaid en de glazen plaat van de nieuwe bovenzijde wordt weggenomen. Het filterpapier en katoengaas worden verwijderd.



- Bewaring: zie tabel hieronder

Morteltype	Bewaartijd bij een temperatuur van 20° C ± 2° C, in dagen		
	Relatieve vochtigheid		
	95% ± 5% of in een polyethyleen zak		65% ± 5%
	In de mal	Na verwijdering van de mal	Na verwijdering van de mal
Mortels van luchtkalk	5	2	21
Mortels van luchtkalk/cement waarvoor de cementmassa ≤ 50% van de totale bindmiddelmassa	5	2	21
Mortels van cement en luchtkalk/cement waarvoor de luchtkalkmassa ≤ 50% van de totale bindmiddelmassa	2	5	21
Mortels met andere hydraulische bindmiddelen	2	5	21
Vertraagde mortels	5	2	21

Werkwijze

Buigproef:

De prisma's worden in de pers geplaatst met een zijvlak op de steunpunten. Een verticale kracht wordt uitgeoefend aan een snelheid begrepen tussen 10 en 50 N/s opdat de breuk plaats vindt tussen de 30 en 90 s.

Drukproef:

De halve prisma's verkregen na de buigproef worden vervolgens getest op hun druksterkte. Een kracht wordt uitgeoefend aan een snelheid begrepen tussen 50 en 500 N/s opdat de breuk plaats vindt tussen de 30 en 90 s.

Uitdrukking van de resultaten

$$f = 1,5 \frac{Fl}{bd^2}$$

met

- f de buigsterkte [N/mm²]
- b en d de breedte en de dikte [mm]
- F de maximale toegepaste buigbelasting [N]
- L de afstand tussen de steunpunten [mm]

De buigsterkte wordt berekend tot op 0.05 N/mm² nauwkeurig en het gemiddelde van de drie resultaten wordt genoteerd tot op 0.1 N/mm² nauwkeurig.

$$R = \frac{F_c}{A}$$

Met

R de druksterkte [N/mm²]
F_c de maximale toegepaste drukbelasting [N]
A de dwarsdoorsnede [mm²]

De druksterkte wordt berekend tot op 0.05 N/mm² nauwkeurig en het gemiddelde van de zes resultaten wordt genoteerd tot op 0.1 N/mm² nauwkeurig.

Opmerking

Enkele verschillen ten opzichte van de oude norm NBN B14-209 zijn opgenomen in de volgende tabel:

	NBN EN 1015-11 + ADD1	NBN B14-209
Consistentie	Afhankelijk van de dichtheid van de verse mortel	Verwerkbaarheid > 1.3 (NBN B14-204) (in geval van gebruiksklare mortels) 1.3 ≤ verwerkbaarheid ≤ 1.8 (in geval van droge voorgedoseerde mortels)
Bereiding	Geen mengsnelheid vermeld. In 2 lagen in een mal gieten – verdichten door 25 schokken met een stamper per laag Afstrijken	Mengsnelheid opgegeven. In 2 lagen in een mal gieten – verdichten door middel van 60 schokken met de schoktafel per laag Afstrijken
Uitharding	Cf. hierboven	- Mortels met hydraulisch bindmiddel: bewaring onder water of onder een hermetisch afgesloten plastieken hoes bij 20 ± 5°C tot aan de proef. - Mortels op basis van luchtbindmiddel: bewaring bij 20 ± 5°C en RV > 95 %
Proefopstelling	± overeenkomstig klasse 2 volgens EN 12392-4 of NBN X07-001	Klasse 1 volgens NBN X07-001
Snelheid toename buigbelasting	Snelheid tussen 10 en 50 N/s	Snelheid : 50 ± 10 N/s
Snelheid toename drukbelasting	Snelheid tussen 50 en 500 N/s met breuk tussen 30 à 90 s	Snelheid: 2400 ± 200 N/s

Principe

De hechtsterkte wordt gemeten als de maximale belasting bepaald door een directe trekbelasting uit te voeren loodrecht op het oppervlak van de pleistermortel aangebracht op een ondergrond. De trekkracht wordt uitgeoefend op een pastille die op het proefoppervlak wordt gekleefd. De hechtsterkte is de verhouding van de breukbelasting tot het overeenkomstige oppervlak.

Bemonstering



Pleister aangebracht op een ondergrond. Vijf cilindrische pastilles (Ø 50 mm) worden verdeeld over de pleister.

Bereiding van de mortel

Aanmaak van de mortels volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat moet worden bereikt afhankelijk van de schijnbare dichtheid van de verse mortel.

Bereiding en conditionering van de proefstukken

De verse mortel wordt aangebracht op een (in lucht gedroogd) oppervlak. De ondergrond wordt in verticale positie gehouden. De totale dikte moet 10 ± 1 mm bedragen.

<i>Bewaring :</i>	7 dagen in een polyethyleen zak, bij 20 (± 3/- 2°C)	20 dagen in lucht bij 20 (± 3/- 2°C) en 65 ± 5%RV	Insnijding (± 2 mm in de ondergrond) en kleven van 5 metalen cilindrische pastilles (Ø 50 mm, dikte ≥ 10 mm)	24 u bij 20 (± 3/- 2°C) en 65 ± 5%RV.
-------------------	---	---	--	---------------------------------------

Werkwijze

Hechtproef na 28 dagen. Een kracht wordt uitgeoefend zonder schokken en aan een uniforme snelheid opdat de breuk plaatsvindt tussen 20 en 60 s.

Verwachte hechtsterkte (N/mm ²)	Snelheid (N/(mm ² .s))	Snelheid (N/s) (pastille Ø 50 mm)
< 0.2	0.003 – 0.010	6 – 20
0.2 - < 0.5	0.011 – 0.025	22 - 49
0.5 – 1.0	0.026 – 0.050	51 - 98
> 1.0	0.050 – 0.100	98 - 196

Uitdrukking van de resultaten

$$f_u = \frac{F_u}{A}$$

met

f_u de hechtsterkte [N/mm²]

F_u de breukbelasting [N]

A het oppervlak van cilindrisch proefstuk [mm²]

De hechtsterkten worden berekend op 0.05 N/mm² nauwkeurig. Het gemiddelde van de 5 waarden wordt uitgedrukt op 0.1 N/mm² nauwkeurig.

Principe

De capillaire waterabsorptiecoëfficiënt wordt gemeten op mortelprisma's in voorgeschreven condities en bij atmosferische druk. Na droging tot constante massa wordt de gebroken kant van het proefstuk in 5 tot 10 mm water geplaatst gedurende een zekere tijd. De massatoename wordt bepaald.

Proefstukken

Drie prismavormige proefstukken met afmetingen 160 mm x 40 mm x 40 mm.

Bereiding van de mortel

De mortel wordt aangemaakt volgens NBN EN 1015-2. Een zekere vloeimaat afhankelijk van de schijnbare dichtheid van de verse mortel moet bereikt worden.

Bereiding en conditionering van proefstukken

De proefstukken worden aangemaakt volgens EN 1015-11 in een mal waarin op voorhand op de bodem een bepaald absorberend filterpapier is gelegd. Op dezelfde manier wordt een absorberend filterpapier gelegd op de bovenzijde van de prisma's na het afstrijken van de verse mortel.

De uitharding hangt af van het morteltype zoals aangegeven in EN 1015-11.

Aan het einde van de uithardingsduur wordt een afdichtingsmateriaal aangebracht op de vier lange zijanten en elk proefstuk wordt in twee gebroken (prisma's van 4x4x8 cm³).

De proefstukken worden gedroogd bij $60 \pm 5^\circ\text{C}$ tot constante massa ($\leq 0.2\%$ met 24u interval). De droge massa, M_0 , van elk proefstuk wordt gemeten.

Werkwijze

De proefstukken worden met de gebroken kant op latjes in een bak met water geplaatst. De bak wordt voorzien van een afdekking om verdamping te vermijden en van een automatisch watertoevoersysteem om het vereiste waterniveau van 5 tot 10 mm te respecteren.



Uitdrukking van de resultaten

Voor mortels voor algemeen gebruik :

De massa's van de proefstukken worden bepaald na 10 min (M1) en na 90 min (M2) onderdompeling.

$$C = 0.1 (M2-M1) \text{ op } \pm 0.05 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{min}^{0.5}) \text{ nauwkeurig}$$

De gemiddelde waterabsorptiecoëfficiënt, C_m , wordt berekend op $0.1 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{min}^{0.5})$ nauwkeurig.

Voor herstelmortels:

De massa van de proefstukken onderdompeling worden bepaald na 24 u (M3). Elk proefstuk wordt vervolgens overlangs gebroken om de hoogte van de waterpenetratie in het midden van het proefstuk (parallel met zijn lengte van 80 mm) te meten met een nauwkeurigheid van 1 mm.

$$C = 0.625 (M3-M0) \text{ op } \pm 0.05 \text{ kg/m}^2 \text{ nauwkeurig}$$

De gemiddelde waterabsorptiecoëfficiënt, C_m , wordt berekend op 0.05 kg/m^2 nauwkeurig.

Principe

De proefstukken worden vastgemaakt op cirkelvormige proefbekers waarin de waterdampdruk constant wordt gehouden op de nodige niveaus door middel van verzadigde zoutoplossingen. De bekens worden in een omgeving geplaatst met gecontroleerde temperatuur en met een waterdampdruk verschillend van deze in de bekens. De snelheid van vochttransport wordt bepaald door het massaverschil van de bekens te bepalen in stationaire toestand.

Bemonstering

Vijf proefstukken voor ieder verschil in relatieve vochtigheid.



Formules

$$\Lambda = \frac{1}{A \Delta_p / \left(\frac{\Delta G}{\Delta t} \right) - R_A} \quad W_{vp} = \Lambda t$$

Met

Λ	de waterdamppermeantie, in kg/(m ² s Pa)
W_{vp}	de waterdampdoorlaatbaarheid, in kg/(m s Pa)
$\frac{\Delta G}{\Delta t}$	de waterdampflux, in kg/s
t	de gemiddelde dikte, in m
A	het oppervlak van de proefbeker, in m ²
R_A	de diffusieweerstand van waterdamp in luchtspatie, in (Pa m ² s)/kg
Δ_p	het verschil in waterdampdruk tussen omgevingslucht en de zoutoplossing, in Pa

Bereiding van de mortel

De mortel wordt aangemaakt volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat, afhankelijk van de schijnbare dichtheid van de verse mortel, moet bereikt worden.

Bereiding van de proefstukken

De mortel wordt aangebracht op een ondergrond van geautoclaveerd cellenbeton. Twee lagen katoengas worden voor het aanbrengen van de mortel op de ondergrond gelegd.

De uitharding hangt af van het morteltype: zie tabel hieronder

Morteltype	Bewaartijd in dagen bij $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$	
	$95 \pm 5\%$ RV of in een polyethyleen zak	$50 \pm 5\%$ RV
	Mortel + ondergrond	Mortel en ondergrond gescheiden
Vertraagde mortels	5	23
Mortels van luchtkalk	5	23
Mortels van luchtkalk/cement waarvoor de cementmassa $\leq 50\%$ van de totale bindmiddelmassa.	5	23
Mortels van cement en luchtkalk/cement waarvoor de luchtkalkmassa $\leq 50\%$ van de totale bindmiddelmassa	2	26
Mortels van andere hydraulische bindmiddelen	2	26

Aan het einde van de uithardingsperiode worden de cirkelvormige proefstukken uitgesneden met een diameter aangepast aan de afmetingen van de proefbekers. De dikte wordt gemeten op 3 plaatsen en het gemiddelde « t » wordt berekend.

Werkwijze

- De proefstukken worden in de proefbekers geplaatst en de randen worden vastgemaakt met behulp van een gepaste afdichtingsvoeg.
- De waterdampdruk wordt gecontroleerd door gebruik te maken van een zoutoplossing:
 - kaliumnitraat (KNO_3) in geval van hoge relatieve vochtigheid ($93.2\% \text{ RV} - 20^{\circ}\text{C}$),
 - lithiumchloride (LiCl) in geval van lage relatieve vochtigheid ($12.4\% \text{ RV} - 20^{\circ}\text{C}$).
- De beker wordt gevuld tot een luchtspatie van $10 \pm 5 \text{ mm}$ onder het proefstuk overblijft.
- De proefbekers worden in een klimaatkamer ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ et $50 \pm 5\% \text{ RV}$) geplaatst en op regelmatige tijdstippen gewogen.

Een grafiek van de massa van de beker in functie van de tijd wordt opgesteld. Als 3 punten op één rechte lijn liggen betekent dit dat de hoeveelheid waterdamp doorheen het proefstuk per tijdseenheid constant is.

Uitdrukking van de resultaten

De waterdamppermeantie Λ wordt berekend voor ieder proefstuk, evenals het gemiddelde van de 5 proefstukken. De waterdampdoorlaatbaarheid W_{vp} wordt uitgedrukt in kg/(m s Pa) tot op 2 cijfers nauwkeurig.

Principe

De pleistermortels worden éénlaags aangebracht op de door de fabrikant gespecificeerde ondergronden. De proefstukken van verharde pleister worden getest na cycli van thermische en thermisch/hygrometrische conditionering.

De proefstukken worden onderworpen aan volgende 2 proeven:

- a) bepaling van de waterdoorlaatbaarheid door het uitoefenen van een specifieke hydraulische belasting op het pleisteroppervlak,
- b) bepaling van de hechting door een trekproef volgens NBN EN 1015-12.



Bereiding van de mortel

Aanmaak van de mortels volgens NBN EN 1015-2. Een bepaalde vloeimaat, afhankelijk van de schijnbare dichtheid van de verse mortel, moet bereikt worden.

Bereiding van de proefstukken

De proef wordt gerealiseerd op minstens twee verschillende ondergronden overeenkomend met de uiterste omstandigheden. De capillaire waterabsorptie van de ondergronden is gekend.

- Sterke ondergrond : maquette uit beton (minstens 300 x 300 x 40 mm³)
- Zwakke ondergrond : metselwerk (muurtje van minimum 400 x 400 mm² opgebouwd uit minstens een volledig element en twee halve elementen)

De ondergronden worden vertikaal geplaatst. De mortel wordt op de 2 maquettes van ieder type ondergrond aangebracht in een laag van 10 ± 1 mm op de ene en 20 ± 1 mm op de andere.

Conditionering van de proefstukken

Uitharding	minstens 28 dagen	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV (een thermokoppel in het midden van elk proefstuk vastmaken)
4 cycli warmte / vorst	8 u $\pm$ 15 min	$60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ oppervlaktetemperatuur (met behulp van IR straling)
	30 $\pm$ 2 min	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV
	15 u $\pm$ 15 min	$-15 \pm 1^{\circ}\text{C}$
	30 $\pm$ 2 min	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV
Bewaring	minstens 48 u	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV
4 cycli bevochtiging / vorst	8 u $\pm$ 15 min	Gedeeltelijke onderdompeling (5 mm) van de pleister in water bij $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
	30 $\pm$ 2 min	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV
	15 u $\pm$ 15 min	$-15 \pm 1^{\circ}\text{C}$
	30 $\pm$ 2 min	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV

De eventuele schade die zich tijdens iedere cycli optreedt, wordt genoteerd.

Werkwijze

Waterpermeabiliteit proef

- Bewaring gedurende 48 u bij $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV.
- Installeren van de kegel met het afdichtingsmateriaal en laten drogen.
- Bepalen van de hoeveelheid water (ml) nodig om het niveau constant te houden gedurende 48u.

Hechtproef

- 4 dagen bewaren bij $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en $65 \pm 5\%$ RV.
- Proef volgens EN 1015-12.



Uitdrukking van de resultaten

De waterpermeabiliteit wordt uitgedrukt in $\text{ml}/(\text{cm}^2 \cdot 48\text{u})$, op $0.1 \text{ ml}/(\text{cm}^2 \cdot 48\text{u})$ nauwkeurig.

De hechting wordt uitgedrukt op $0.1 \text{ N}/\text{mm}^2$ nauwkeurig.



Beproevingsmethoden voor metselwerk

Principe

De proefstukken worden, indien nodig na voorbereiding, op de plaat van een drukproefmachine geplaatst en gecentreerd. Er wordt een gelijkmatig verdeelde belasting op uitgeoefend en continu verhoogd, tot aan de breuk.



Aantal proefstukken

Het minimumaantal proefstukken bedraagt 6, en 10 indien een resultaat verkregen tijdens de proef met 6 proefstukken niet in overeenstemming is.

Afmetingen van de proefstukken

Niet bepaald (behalve $h > 100$ mm voor een gezaagd proefstuk).

Formule

$$f_c = \frac{F}{A_c} \text{ uitgedrukt op } 0,1 \text{ N/mm}^2 \text{ nauwkeurig}$$

met

- F de bereikte maximumbelasting (in N)
Ac de oppervlakte onderworpen aan de belasting (in mm²) die overeenstemt met de bruto-oppervlakte van de volle metselstenen of met de netto-oppervlakte van de metselstenen met indrukken die, bij verwerking, met mortel moeten worden gevuld, wanneer die ten minste 35% van de bruto-oppervlakte uitmaken.

Enkele bijzonderheden

- De methoden voor de monsterneming, voorbereiding van het oppervlak en bewaring van de proefstukken moeten in overeenstemming zijn met het geëigende deel van de NBN EN 771 in functie van de beschouwde soort metselwerk. De bijlage B verklaart deze punt.
- In het geval van grote metselstenen moeten er representatieve stukken uit worden gesneden (bijvoorbeeld kubussen), zoals aangegeven in de norm NBN EN 771-3.

- De (informatieve) bijlage geeft de manier van omrekening van de aangegeven druksterkte in genormaliseerde druksterkte aan.
- Enkele verschillen met de vorige norm NBN B 24-201:

	NBN B 24-201	NBN EN 772-1
Vlakheid en parallelisme van de drukzijden	– vlak zijn tot 0,05 mm – parallel zijn tot 3°	– vlak zijn tot 0,1 mm / 100 mm – parallel zijn tot 1 mm / 100 mm
Vorbereiding	– altijd egaliseren (cement- of polyestermortel met welbepaalde samenstelling)	– slijpen tot aan de eisen voldaan is (ongeacht h) – egaliseren met cementmortel met de sterkte > min (30 N/mm² ; f_m) (enkel van toepassing indien h ≥ 100mm)
Bewaarvoorwaarden	– vochtige kamer (5 dagen, T=(20±2)°C, RV≥90%)	– drogen in lucht (14 dagen of tot aan constante massa, t_d≥15°C, RV≤65%) – onderdompelen in water (≥ 15h aan (20±5)°C en 15' tot 20' uitlekken)
Afmetingen	– Indien L > 400 mm : in 2 snijden – Indien L < 400 mm en h/b < 0,55 : 2 blokken op elkaar metselen	– Indien te groot, versnijden : • zelfde w/h als oorspronkelijke blok • h > 100 mm • L ≥ h
Proefmachine	– Klasse 2 volgens NBN X 07-001 • tolerantie ± 2% van de opgegeven waarde • max.fout op zero ± 0,4% van het veld • herhaalbaarheid max. : 2% van de opgegeven waarde – hardheid van de platen > 60 Rockwell C – vlakheid van de platen 0,1 mm / 100 mm onder belasting	– gemiddelde max.fout op de krachten : ± 2% van de opgegeven waarde – max.fout op zero: ± 0,4% van het veld – herhaalbaarheid max. : 2% van de opgegeven waarde – Vickershardheid van de platen > 600 HV – vlakheid van de platen 0,1 mm / 250 mm. – ruwheid ≤ 3,2 µm Ra
Belastingssnelheid	– van 0,2 tot 1 N/(mm²s) – niets veranderen aan de werking van de machine wanneer zich de breuk voordoet – proefduur ≥ 15 s	– van 0,05 tot 1 N/(mm²s) – snelheid in het midden van de proef aanpassen opdat de proef ongeveer 1 minuut zou duren
Conversies	– bij de berekening van het metselwerk volgens NBN B 24-301, wordt een correctiefactor « c » toegepast op de karakteristieke waarde	– de bekomen waarde op de ondergedompelde proefstukken wordt vermenigvuldigd met 1,2 – de (gemiddelde) genormaliseerde druksterkte wordt berekend via een vormfactor « δ »

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar

NBN EN 772-13

Bepalen van de schijnbare en absolute droge volumemassa (2000)

Principe

De (absolute of schijnbare) droge volumemassa wordt bepaald als zijnde de verhouding tussen de massa van het in de geventileerde droogstof (70 ± 5)°C tot constante massa gedroogde element en zijn (absolute of schijnbare) volume.

Aantal proefstukken

Het minimumaantal proefstukken bedraagt 6, en 10 indien een resultaat verkregen tijdens de proef met 6 proefstukken niet in overeenstemming is.



Afmetingen van de proefstukken

Niet bepaald.

Formules

Absolute droge volumemassa

$$\rho_{n,u} = \frac{m_{dry,u}}{V_{n,u}} \times 10^6$$

uitgedrukt op 5 kg/m³ ($m_{vol.} \leq 1000$ kg/m³) of 10 kg/m³ ($m_{vol.} > 1000$ kg/m³) nauwkeurig

$m_{dry,u}$ de massa van het in de droogstof gedroogde element [g]

$V_{n,u}$ het absolute volume van het element [mm³]

Schijnbare droge volumemassa

$$\rho_{g,u} = \frac{m_{dry,u}}{V_{g,u}} \times 10^6$$

uitgedrukt op 5 kg/m³ (m_{vol.} ≤ 1000 kg/m³) of 10 kg/m³ ((m_{vol.} > 1000 kg/m³) nauwkeurig

m_{dry,u} de massa van het in de droogstoof gedroogde element [g]

V_{g,u} het schijnbare volume van het element [mm³]

Enkele bijzonderheden

- De methoden voor de monsterneming moeten in overeenstemming zijn met de NBN EN 771 in functie van de beschouwde soort metselwerk. Voor de metselstenen van granulaatbeton, gaat het om de NBN EN 771-3.
- De droge volumemassa kan worden bepaald hetzij op volle elementen, hetzij op representatieve stukken daarvan (door 3 representatieve volle stukken te nemen, dat wil zeggen die geen enkele ingesloten of blootgestelde holte bevatten).
- Enkele verschillen met de vorige norm NBN B 24-206:

	NBN B 24-206	NBN EN 772-13
Droging	- t = (105 ± 5)°C - tot constante massa (Δm/m < 0,1%)	- t = (75 ± 5)°C - tot constante massa (Δm/m_{24h} < 0,2%)
Bepaling V	- l, b & h: NBN B 24-205 - V = l x b x h tot op 0,1% nauwkeurig	- l, b, h & holten: NBN EN 772-16 - V_{n,u} = l x b x h – V_h - V_{g,u} = l x b x h – V_h, gevuld met mortel

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar.

Principe

Met deze proef kunnen de maatschommelingen van betonmetselsteen worden bepaald onder twee specifieke extreme vochttoestanden:

- Zwelling na onderdompeling in water gedurende 4 dagen vanaf de beginvoorwaarden
- Krimp na droging in een geventileerde droogstoof aan 33°C gedurende 21 dagen vanaf de beginvoorwaarden.

Aantal proefstukken

Het minimumaantal proefstukken bedraagt 6, en 12 indien een resultaat verkregen tijdens de proef met 6 proefstukken niet in overeenstemming is.

Afmetingen van de proefstukken

Niet bepaald.

Formules

- Zwelling door vochtigheid

$$\frac{\Delta l_{gi}}{l} = \frac{l_{1i} - l_{0i}}{l_{0i}} \times 10^3 \text{ [mm/m]}$$

Δl_{gi} gemiddelde waarde uitgedrukt op 1×10^{-5} nauwkeurig
 l_{0i} de beginafstand tussen de meetblokjes (proefstuk i) [mm]
 l_{1i} de afstand tussen de meetblokjes na onderdompeling in water (proefstuk i) [mm]

- Krimp door droging

$$\frac{\Delta l_{ri}}{l} = \frac{l_{0i} - l_{2i}}{l_{0i}} \times 10^3 \text{ [mm/m]}$$

Δl_{ri} gemiddelde waarde uitgedrukt op 1×10^{-5} nauwkeurig
 l_{0i} de beginafstand tussen de meetblokjes (proefstuk i) [mm]
 l_{2i} de afstand tussen de meetblokjes na droging in de droogstoof (proefstuk i) [mm]

- Totale amplitude van de maatschommeling

$$\frac{\Delta l_c}{l} = \frac{\Delta l_g}{l} + \frac{\Delta l_r}{l} \text{ (uitgedrukt op } 1 \times 10^{-5} \text{ nauwkeurig)}$$

- Vochtgehalte

$$w_s = \frac{m_{0,s} - m_{dry,s}}{m_{dry,s}} \times 100 \%$$

w_s gemiddelde waarde uitgedrukt op 1% nauwkeurig

$m_{0,s}$ de beginmassa van het proefstuk [g]

$m_{dry,s}$ de massa van het proefstuk na droging in de droogstoof [g]

Enkele bijzonderheden

- De methoden voor de monsterneming moeten in overeenstemming zijn met de NBN EN 771 in functie van de beschouwde soort metselwerk. Voor de metselstenen van granulaatbeton, gaat het om de NBN EN 771-3.
- Enkele verschillen met de vorige norm NBN B 24-208:

	NBN B 24-208	NBN EN 772-14
Meetbasis	- > 100 mm op zijvlakken/uiteinden	- op stelvlak - lengte afh. van afmetingen blok
Bewaring	- niet bepaald	- 14 dagen in dichte zak - 14 dagen in laboratorium o $t \geq 15^\circ\text{C}$ o $RV \leq 65\%$
Onderdompeling	- $t = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$ - tot const. lengte ($\Delta l/l_{24h} < 4 \times 10^{-5}$) - ε_1 bepalen	- 3 blokken - 4 dagen - $t = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$ - l_{1i} bepalen
Droging	- $t = (25 \pm 1)^\circ\text{C}$ - $RV = (45 \pm 2)\%$ - tot const. lengte ($\Delta l/l_{24h} < 4 \times 10^{-5}$) - afkoelen tot 20°C - ε_1 bepalen	- 3 blokken - 21 dagen - $t = (33 \pm 3)^\circ\text{C}$ - 6 uur laten afkoelen aan 20°C - l_{2i} bepalen
Totale maatschommeling	- $\varepsilon_r = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ uitgedrukt op 2×10^{-5} nauwkeurig	- $\Delta l/l$ uitgedrukt op 1×10^{-5} nauwkeurig

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen enkele waarde van r (herhaalbaarheid) en R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- Bij het NBN is geen Nederlandse versie van de norm beschikbaar.

NBN EN 1052-1

Bepaling van de druksterkte (1998)

Principe

De karakteristieke druksterkte f_k van metselwerk wordt bepaald aan de hand van de gemeten sterkte op proefstukken (muurtjes) die uniform op druk belast worden loodrecht op de horizontale voegen.

Monsterneming

Minimum 3 proefstukken gebruiken (assemblage van metselwerkelementen vervaardigd met mortel) met afmetingen die overeenkomen met deze uit de volgende tabel.

Afmeting vooraanzicht van het element		Afmeting van het proefstuk in metselwerk			
l_u mm	H_u mm	Lengte l_s	Hoogte h_s		Dikte t_s
≤ 300	≤ 150	$(2 \times l_u)$	$\geq 5 h_u$	$\geq 3 t_s$ en $\leq 15 t_s$ en $\geq l_s$	
	> 150		$\geq 3 h_u$		
> 300	≤ 150	$\geq (1,5 \times l_u)$	$\geq 5 h_u$		
	> 150		$\geq 3 h_u$		$\geq t_u$

met

- l_u lengte van het metselwerkelement (mm)
- h_u hoogte van het metselwerkelement (mm)
- l_s lengte van het proefstuk (mm)
- t_u dikte van het metselwerkelement (mm)
- h_s hoogte van het proefstuk (mm)
- t_s dikte van het proefstuk (mm)

Als volgens de eisen van de tabel, de hoogte h_s 1000 mm overschrijdt, is het toegestaan de afmetingen te verkleinen onder de in de norm vermelde voorwaarden.

Opmerking:

Alle metselwerkelementen voor individuele proeven en voor de realisatie van een proefstuk in metselwerk moeten uit dezelfde partij komen.

Vorbereiding van de muurtjes in metselwerk

Ze moeten opgericht worden op een vlak horizontaal oppervlak.

De nodige voorzorgsmaatregelen nemen i.v.m. de droging van de proefstukken tijdens de eerste drie dagen die volgen op de vervaardiging. Zorg ervoor dat de zijden van het proefstuk waarop de druk wordt toegepast, vlak zijn, parallel met elkaar en loodrecht op de hoofdas van het proefstuk staan.

Beschrijving van de proef

De proefstukken van een welbepaalde leeftijd, bijvoorbeeld 28 dagen, aan de proef onderwerpen.

De druksterkte van de mortel bepalen overeenkomstig NBN EN 1015-11 op de leeftijd waarop de proefstukken aan de proef worden onderworpen.

Het proefstuk in het midden van het testtoestel plaatsen.

Een gelijkmatige druk toepassen op de onderste en bovenste delen van het proefstuk, geleidelijk aan de druk verhogen, opdat de breuk plaatsvindt tussen 15 en 30 min.

Wanneer de elasticiteitsmodulus moet worden bepaald, het muurtje uitrusten met een meettoestel voor hoogtevariaties, de druk in minstens 3 gelijke stappen toepassen tot de helft van de maximumbelasting is bereikt.

De belasting moet constant worden gehouden 2 ± 1 min bij elke stap om de hoogteverschillen te kunnen bepalen.

Vervolgens de belasting aan een constante snelheid verhogen tot het proefstuk breekt.



Berekening en uitdrukking van de resultaten

Optekening:

- van de afmetingen van de dwarse doorsnede van het proefstuk waarop de belasting wordt
- toegepast met een nauwkeurigheid van ± 1 mm
- van de maximumbelasting $F_{i,max}$ in Newton, op 1 kN nauwkeurig
- van de belasting waarbij er zichtbare scheuren optreden
- van de duurtijd tussen het begin van het toepassen van de belasting en het ogenblik waarop de maximumbelasting is bereikt
- als de elasticiteitsmodulus bepaald moet worden, zullen de waarden gemeten worden op $\pm 25 \times 10^{-6}$ nauwkeurig en op 4 verschillende punten

- van de druksterkte van een metselwerkelement
- van de omstandigheden van het aanmaken, het luchtgehalte, uitspreidingswaarden en de
- druksterkte (op het ogenblik van de proeven op de proefstukken in metselwerk) van de
- mortel
- de conditioneringswijze van de elementen vóór de plaatsing, de leeftijd van de elementen
- in niet-geautoclaveerd beton en het vochtgehalte in massa van de elementen in
- kalkzandsteen en in geautoclaveerd beton moeten in het verslag worden genoteerd

Berekeningen:

- Berekende weerstand voor elk proefstuk op 0,1 N/mm² nauwkeurig

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A_i} \text{ N/mm}^2$$

- Elasticiteitsmodulus berekend aan de hand van de gemiddelde vervorming van alle vier de meetposities (overeenstemmend met 1/3 van de toegepaste maximumbelasting)

$$E_i = \frac{F_{i,max}}{3x\varepsilon_i x A_i} \text{ N/mm}$$

Indien nodig de gemiddelde elasticiteitsmodulus E berekenen op 100 N/mm² nauwkeurig.

- De gemiddelde druksterkte (f) berekenen van de proefstukken in metselwerk op 0,1 N/mm² nauwkeurig. Wanneer de proefwaarden verschillen van de gespecificeerde waarden, zullen de proefresultaten gecorrigeerd worden.
- De karakteristieke sterkte f_k berekenen aan de hand van de gemiddelde druksterkte op 0,1 N/mm² nauwkeurig met de hoogste van de volgende waarden:

Bij 3 proefstukken: de kleinste van de twee waarden $f_k = \frac{f}{1,2}$ of f_k=f_{i,min} in N/mm².

Bij 5 proefstukken of meer: de grootste waarde van 'de kleinste van de twee waarden f_k= $\frac{f}{1,2}$ of f_k=f_{i,min}' en 'de waarde die overeenstemt met een fractiel van 5% gebaseerd op een vertrouwensniveau van 95% in N/mm².



Principe

De karakteristieke parallelle (f_{xk1}) en loodrechte (f_{xk2}) buigsterkte van metselwerk wordt afgeleid van de breuksterkte van kleine proefstukken beproefd onder een belasting op vier punten. De bereikte maximumbelasting wordt genoteerd. De karakteristieke waarde berekend aan de hand van de maximum spanningen die het proefstuk verdraagt, wordt beschouwd als de buigsterkte van het metselwerk.

Monsterneming

Minstens 5 proefstukken gebruiken met afmetingen die overeenkomen met deze uit de volgende

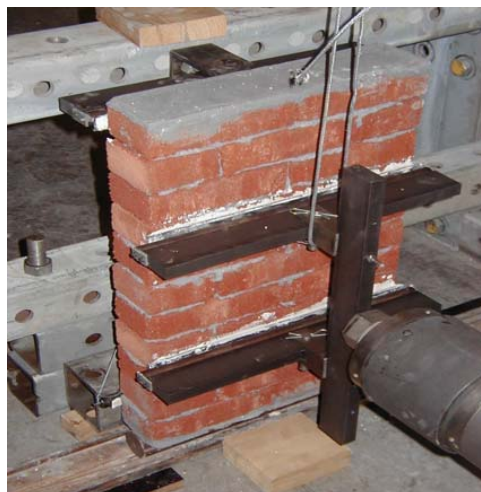
tabel, voor elk van de 2 belaste hoofdassen.

Dikte van het muurtje gelijk aan t_u . De ruimte tussen de inwendige en uitwendige steunen mag niet kleiner zijn dan t_u .

Richting	h_u	b	Extra voorwaarde
Buigsterkte in een breukvlak evenwijdig aan de horizontale voegen	Alle afmetingen	≥ 400 en $\geq 1.5 l_u$	minimum 2 horizontale voegen op een steenlaag l_2
Buigsterkte in een breukvlak loodrecht op de horizontale voegen	≤ 250	≥ 240 en $\geq 3 h_u$	minimum 1 stootvoeg op elke rij van een steenlaag l_2
	> 250	≥ 1000	minimum 1 horizontale en 1 stootvoeg op elke rij van een steenlaag l_2

Met

- b hoogte of breedte van het proefstuk in metselwerk loodrecht op het draagvlak (mm)
- l_u lengte van het metselwerkelement (mm)
- h_u hoogte van het metselwerkelement (mm)
- t_u dikte van het metselwerkelement (mm)
- l_s lengte van het proefstuk in de richting van het draagvlak (mm)
- l_2 spreiding van de interne steunen (mm)



Parallelle buigsterkte (f_{xk1})

Vorbereiding van het muurtje in metselwerk

Assemblage van metselwerkelementen geplaatst volgens een bepaald steenverband en vervaardigd met mortel.

De gebruikte mortel wordt minder dan een uur op voorhand vermengd.

Onmiddellijk na de vervaardiging elk proefstuk voordrukken door de belasting gelijkmatig te verdelen om een verticale spanning te verkrijgen tussen $2.5 \cdot 10^{-3} \text{ N/mm}^2$ en $5.0 \cdot 10^{-3} \text{ N/mm}^2$, de proefstukken bewaren en de belasting aanhouden tot de proef. De proefstukken beschermen tegen uitdroging als de mortel niet op basis van kalk is gemaakt.

Beschrijving van de proef

De proefstukken van (28 ± 1) dagen aan de proef onderwerpen. De proefstukken in verticale positie beproeven onder een belasting op 4 punten; de afstand tussen de uitwendige steunen en de rand van het proefstuk moet $\geq 50 \text{ mm}$ zijn.

De afstand tussen de inwendige steunen moet tussen 0,4 en 0,6 keer de tussenafstand van de uitwendige steunen liggen. In de mate van het mogelijke de inwendige steunen op gelijke afstand van 2 opeenvolgende mortelvoegen plaatsen, parallel aan deze steunen.

Ervoor zorgen dat de basis van het proefstuk niet onderworpen wordt aan wrijving, bijvoorbeeld door het op 2 ingevette folies van polytetrafluoretheen te plaatsen.



Loodrechte buigesterkte (f_{xk2})

Belasting uitoefenen: de buigspanning opvoeren aan een snelheid tussen 0.03 en 0.3 N/mm²/min.

Depuis 2016, en variante, le corps d'épreuve peut être soumis à essai en position horizontale. Sinds 2016 kan, als variant, kan het proefstuk in horizontale positie getest worden.

Berekening en uitdrukking van de resultaten

Meting

Resultaten verwerpen waarbij de breuk zich niet voordoet tussen de inwendige steunen.

De proeven opnieuw uitvoeren tot er 5 breuken tussen de inwendige steunen worden verkregen.

De buigsterkte van elk proefstuk berekenen, op 0,01 N/mm² nauwkeurig, met behulp van de volgende formule:

$$f_{xi} = \frac{3F_{i,max} (l_1 - l_2)}{2bt_u^2} \text{ N/mm}^2$$

De gemiddelde buigsterkte (f_{moy}) berekenen op 0.01 N/mm² nauwkeurig.

Evaluatie van resultaten

De karakteristieke buigsterkte berekenen op 0.01 N/mm² nauwkeurig aan de hand van a) of b) :

- a) $f_{xk} = f_{moy} / 1.5$ voor 5 proefstukken
- b) $f_{x1}, f_{x2}, f_{x3}, \dots, f_{xn}$ voor meer dan 5 proefstukken

De waarden $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ berekenen aan de hand van $y_n = \log_{10} f_{xn}$ en

y_{moy} aan de hand van $y_{moy} = \sum y_n / n$

$Y_c = y_{moy} - k \cdot s$

	n	k
met:	6	2.18
s standaardafwijking van de logaritmische waarden	7	2.08
k is een functie van n gegeven in de table hiernaast	8	2.01
n het aantal proefstukken	9	1.96
	10	1.92

De karakteristieke buigsterkte moet gelijk genomen worden aan $f_{xk} = \text{antilog}_{10}(y_c)$ N/mm² op 0.01 N/mm² nauwkeurig.

Principe

De initiële afschuifsterkte van het metselwerk wordt afgeleid uit de sterkte van de metselwerkmuurtjes die tot op breuk werden belast met of zonder voorspanning loodrecht op de legvoegen van de muurtjes.

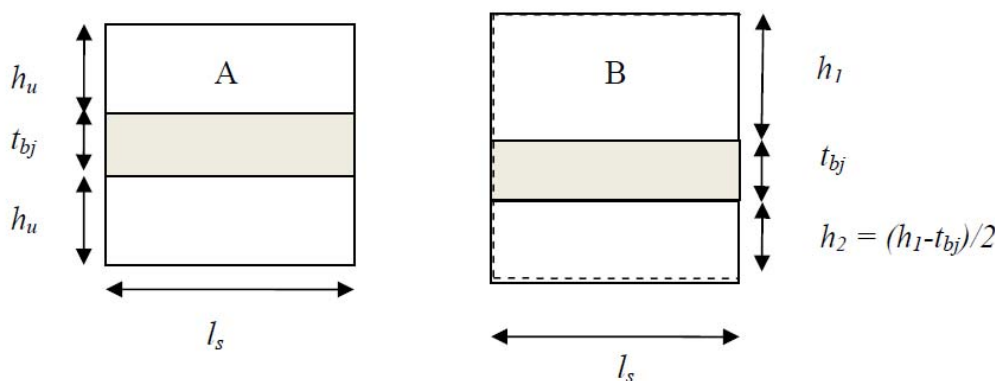
De proefstukken worden onderworpen aan een afschuifproef onder belasting op 4 punten. 4 verschillende breukwijzen worden verondersteld een geldig resultaat op te leveren.

Monsterneming

Minstens 3 proefstukken gebruiken met afmetingen die overeenkomen met de afmetingen uit de volgende tabel, voor elke voorspanningswaarde (methode A) en 6 proefstukken in het geval zonder voorspanning (methode B).

Indien $h_u > 200$ mm zijn de afmetingen die van type B.

Grootte van het element	Type en afmetingen van de proefstukken	
l_u (mm)	Type	Afmetingen (mm)
≤ 300	A ($h_u \leq 200$ mm)	$l_s = l_u$
> 300	A ($h_u \leq 200$ mm)	$l_s = 300$
≤ 300	B ($h_u > 200$ mm)	$h_1 = 200$ $l_s = l_u$
> 300	B ($h_u > 200$ mm)	$h_1 = 200$ $l_s = 300$



Waarbij

- l_u lengte van het metselwerkelement (mm)
- h_u hoogte van het metselwerkelement (mm)
- l_s lengte van het proefstuk (mm)
- h_1 en h_2 zaaghoogte van de elementen (mm)
- t_{bj} dikte van de legvoegen (mm)
- mogelijke verzagingen

Opmerking

Alle metselwerkelementen voor individuele proeven en voor de realisatie van een proefstuk in metselwerk moeten uit dezelfde partij komen.

Voorbereiding van het muurtje in metselwerk

- Mortel gebruiken die minder dan een uur op voorhand is vermengd.
- De legzijden van de metselwerkelementen moeten gereinigd en stofvrij zijn en het onderste
- element moet op een schoon effen oppervlak rusten.
- De mortelvoeg moet 8 à 15 mm breed zijn voor metselwerk met gewone voegen of 1 à 3 mm
- voor metselwerk met mortel voor dunne voegen.
- De uitlijning en het waterpasniveau van het metselwerkelement moeten worden gecontroleerd
- met behulp van een luchtbelwaterpas.
- Onmiddellijk na de vervaardiging elk proefstuk gelijkmatig belasten met een verticale
- drukspanning tussen $2.0 \cdot 10^{-3} \text{ N/mm}^2$ en $5.0 \cdot 10^{-3} \text{ N/mm}^2$, de proefstukken bewaren en de belasting aanhouden tot de uitvoering van de proef.
- De proefstukken beschermen tegen uitdroging als de mortel niet op basis van kalk is gemaakt.

Beschrijving van de proef

De proefstukken van 28 ± 1 dagen aan de proef onderwerpen.

De uiteinden van de proefstukken in de proefmachine leggen met behulp van stalen platen van minimaal 12 mm dikte en zo nodig met behulp van een passende oppervlaktebewerking om een degelijk contact mogelijk te maken. De diameter van de belastingsrollen moet ongeveer 12 mm bedragen en hun minimale lengte t_u .

De as van de rollen moet op $l_s/15$ (mm) van de as van de voeg liggen. De belasting aanbrengen door middel van een scharnier in het midden van de bovenste stalen plaat.

Minstens 3 proefstukken aan de proef onderwerpen voor elk van de 3 voorspanbelastingen en 6 proefstukken wanneer er geen voorspanning is.



De voorspanbelastingen gebruiken om spanningen van $0,2 \text{ N/mm}^2$, van $0,6 \text{ N/mm}^2$ en van $1,0 \text{ N/mm}^2$ te verkrijgen voor elementen waarvan de druksterkte $> 10 \text{ N/mm}^2$ en spanningen van $0,1 \text{ N/mm}^2$, $0,3 \text{ N/mm}^2$ en $0,5 \text{ N/mm}^2$ voor een sterkte $< 10 \text{ N/mm}^2$.

De voorspanbelasting moet worden aangehouden binnen de limieten van $\pm 2\%$ van de initiële waarde.

De stijfheid van de gebruikte balken voor het aanbrengen van de voorspanbelasting moet voldoende zijn om een gelijkvormige verdeling van de belasting mogelijk te maken.

De schuifspanning aanbrengen met een snelheid tussen 0,1 en 0,4 N/mm² per minuut.

Berekening en uitdrukking van de resultaten

Meting:

- Het oppervlak A_i van de dwarsdoorsnede van de proefstukken, evenwijdig met de
- schuifkracht, met een precisie van 1%
- De maximale belasting $F_{i,max}$
- De eventuele voorspanbelasting F_{pi}
- De breukwijze

Berekeningen:

De gemiddelde afschuifsterkte en de (eventuele) voordrukspanning van elk proefstuk berekenen tot op 0,01 N/mm² nauwkeurig

$$f_{voi} = \frac{F_{i,max}}{2A_i} \text{ N/mm}^2$$

(afschuifsterkte van een individueel proefstuk)

$$f_{pi} = \frac{F_{pi}}{A_i} \text{ N/mm}^2$$

(voordrukspanning van een individueel proefstuk)

Reproductie

Indien de breukwijze niet voldoet, voorziet de norm aangepaste alternatieven.

Evaluatie van de resultaten

Procedure A

Een grafiek maken van de individuele afschuifsterkte f_{voi} in functie van de eventuele voordrukspanning f_{pi} . De rechte bepalen op basis van de lineaire regressie van de punten. De initiële gemiddelde afschuifsterkte f_{vo} noteren voor een voorspanning nul tot op 0,01 N/mm² nauwkeurig. Dit resultaat wordt verkregen waar de rechte de y-as snijdt. Tevens de interne wrijvingshoek noteren tot op een graad nauwkeurig, afgeleid van de helling van de rechte. De karakteristieke sterkte van de initiële afschuifsterkte bedraagt f_{vok} waarbij f_{vok} gelijk is aan $0,8 f_{vo}$ en de karakteristieke interne wrijvingshoek wordt gegeven door $\tan \alpha_k = 0,8 \tan \alpha$.

Procedure B

De gemiddelde initiële afschuifsterkte berekenen tot op 0,01 N/mm² nauwkeurig volgens:

- $F_{vok} = 0,8 \times f_{vo}$ of indien de kleinste individuele waarde $< 0,8 \times f_{vo}$ deze laatste nemen

Ofwel

- Elke individuele afschuifsterkte $f_{vo1}, f_{vo2}, \dots, f_{von}$ berekenen en er $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ uit afleiden volgens de formule $Y_i = \log_{10} f_{vo1}$

$$Y_{\text{moy}} = \frac{\sum Y_{1-n}}{n} \quad \text{afleiden}$$

Vervolgens $Y_c = Y_{\text{moy}} - K s$
 $F_{vok} = \text{inv log}_{10} (Y_c) \text{ N/mm}^2$

Met

s standaardafwijking van de logaritmische waarden

k is een functie van n gegeven in de tabel hiernaast

n het aantal proefstukken

n	k
6	2.18
7	2.08
8	2.01
9	1.96
10	1.92

Principe

De breuksterkte van een metselwerkvoeg wordt afgeleid uit de sterkte van kleine metselwerk proefstukken die worden belast tot breuk.

Het proefstuk wordt stevig vastgezet en er wordt een klem op het bovenste element geplaatst. Op de klem wordt een buigmoment uitgeoefend met behulp van een hefboom totdat het bovenste element van de rest wordt afgerukt. De karakteristieke waarde berekend aan de hand van de maximumbelastingen die de proefstukken verdragen, wordt beschouwd als de breuksterkte van de voeg van het metselwerk.

Monsterneming

Proefstukken maken om minstens 10 legvoegen te verkrijgen voor de proef.

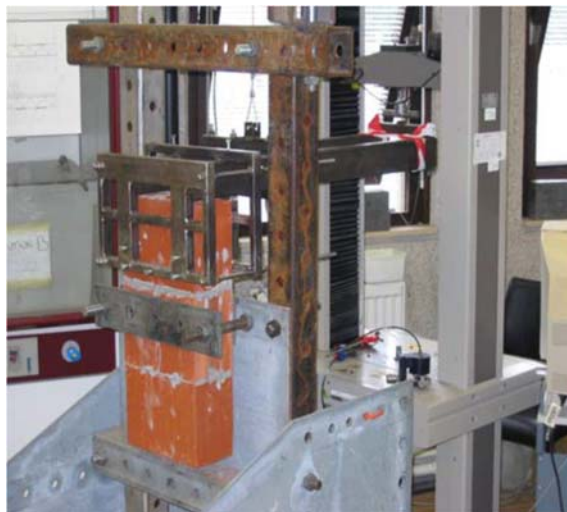
De proefstukken zullen zodanig worden gemaakt dat ze gemakkelijk hanteerbaar zijn en vlot in de proefapparatuur kunnen worden geplaatst.

Opm.: Mogelijk moeten sommige metsелеlementen worden doorgezaagd.

Voorbereiding van de proefstukken in metselwerk

De legvlakken van de metsелеlementen moeten gereinigd en stofvrij zijn. Leg het onderste element op een schoon effen oppervlak. Leg de volgende elementen zo dat de dikte van de voegmortel overeenkomt met de specificatiewaarde.

De gebruikte mortel wordt minder dan een uur op voorhand vermengd. Onmiddellijk na de vervaardiging elk proefstuk gelijkmatig belasten met een verticale drukspanning tussen $2.0 \cdot 10^{-3}$ N/mm² en $5.0 \cdot 10^{-3}$ N/mm², de proefstukken bewaren en de belasting aanhouden tot de uitvoering van de proef. De proefstukken beschermen tegen uitdroging als de mortel niet op basis van kalk is gemaakt. De uitlijning en het waterpasniveau van het metselwerkelement moeten worden gecontroleerd met behulp van een winkelhaak en een luchtbelwaterpas.



Beschrijving van de proef

De proefstukken op basis van hydraulisch cement van (28 ± 1) dagen oud aan een proef onderwerpen, waarbij de mortels op basis van kalk mogelijk een verschillende behandeling en een verschillende bewaringsperiode kunnen vereisen.

Door aanspannen het prismatische proefstuk stevig in het steunkader vastzetten zodanig dat, voor zover mogelijk, het draaien van het 2de element van boven af wordt belet waarbij een ruimte van 10 à 15 mm wordt gelaten tussen de te beproeven voeg en de klem.

De klem kan bekleed zijn met een dunne laag rekbaar materiaal, zoals fineer, met het oog op een gelijkvormige bevestiging.

Indien de mortelvoeg zodanig is aangebracht dat de totale voegbreedte kleiner is dan de elementbreedte, dient de proef te worden opgesteld met deze zijde onderworpen aan de trekkracht.

Ondersteun de klem om het buigmoment bij het aanbrengen van de belasting in evenwicht te houden.

Het bovenste element door aanspannen opnieuw vastzetten met behulp van dunne lagen rekbaar materiaal, zoals fineer, voor een gelijkvormige bevestiging en afstelling van de klem om het horizontaal in de hefboomarm te plaatsen.

De belasting geleidelijk aan aanbrengen zodanig dat de breuk na een tussentijd van 2 à 5 minuten optreedt.

Het gewicht van het bovenste element evenals van alle eventuele eraan vastklevende mortel (w) tot op $\pm 1\%$ nauwkeurig meten, de aangebrachte belasting (F_1) tot op $\pm 1\%$ nauwkeurig en de afmetingen van het proefstuk tot op ± 1 mm nauwkeurig.

Berekening en uitdrukking van de resultaten

Herhaling van de proeven

Indien de breuk optreedt door afschuiving of scheurvorming in de elementen, zijn 2 oplossingen mogelijk

- Ofwel kunnen bijkomende proefstukken aan een proef worden onderworpen totdat 10 keer breuk van de voeg wordt verkregen
- Ofwel kan het resultaat worden gebruikt als ondergrens van de breuksterkte van deze specifieke voeg door dit echter in het proefverslag te identificeren als zijnde geen hechtsterkte van de voeg.

Berekeningen

Voor elke geldige breuk de breuksterkte berekenen tot op $0,01 \text{ N/mm}^2$ nauwkeurig, aan de hand van de volgende formules.

$$f_{wi} = \frac{F_1 e_1 + F_2 e_2 - \frac{2}{3} d (F_1 + F_2 + W / 4)}{Z}$$

waarbij $Z = \frac{bd^2}{6}$

en

b gemiddelde dikte van de beproefde voeg (mm)

d gemiddelde hoogte van het proefstuk (mm)

e_1 afstand tussen punt waar belasting wordt aangebracht en zijde van het proefstuk op trek belast

e_2 afstand tussen het zwaartepunt van de hefboom *en de bovenste klem aan de zijde op trek belast (mm)*

F_1 aangebrachte belasting (N)

Opmerking:

F2e2 wordt niet in aanmerking genomen indien een tegengewicht wordt gebruikt.

Evaluatie van de resultaten

De gemiddelde breuksterkte f_w berekenen tot op 0,01 N/mm² nauwkeurig.

Voor elke individuele breuksterkte $f_{w1}, f_{w2}, f_{w3}, \dots, f_{wn}$ de waarden $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ *berekenen* *waarbij*

$$y_{moy} = \frac{\sum y_{1-n}}{n}$$

$y = \log_{10} f_{wn}$ en

met

s standaardafwijking van de logaritmische waarden

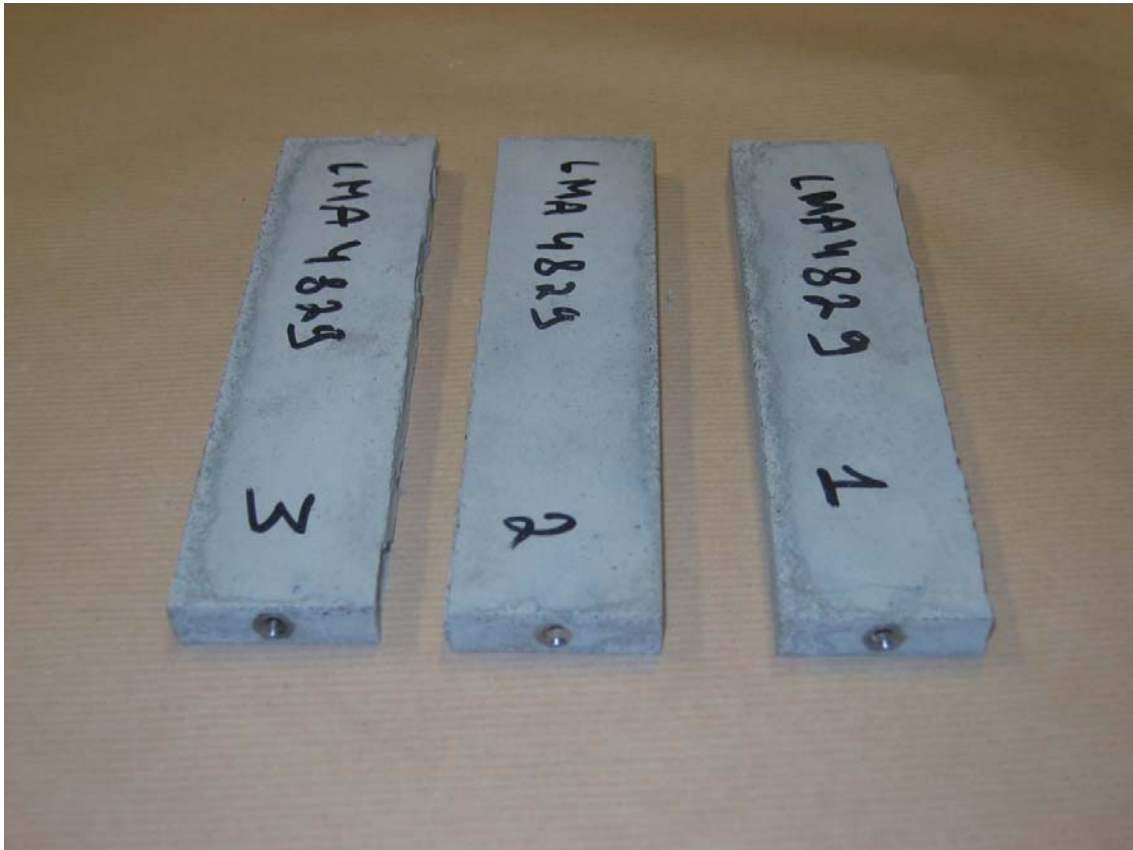
k is een functie van n gegeven in de tabel hieronder

n het aantal proefstukken

n	k
10	1.92
11	1.89
12	1.89
13	1.85
14	1.83
15	1.82
20	1.77
40	1.70

De karakteristieke buigsterkte moet gelijk genomen worden aan:

$F_{wk} = \text{inv log}_{10}(y_c) \text{ N/mm}^2$ tot op 0,01 N/mm² nauwkeurig



Beproevingsmethoden voor voegmortel

Toepassingsdomein

Deze Europese norm detailleert de proefmethode voor het evalueren van de scheikundige weerstand van voegmortels en -lijmen voor tegelwerk in vooraf bepaalde gebruiksvoorwaarden.

Ze is toepasbaar op reactieharsgebonden lijmen en mortels voor de plaatsing binnen en buiten, op vloeren of wanden.

Principe

Cylindervormige proefstukken worden gedurende 28 dagen (of meer indien nodig) onderworpen aan verschillende agressieve oplossingen en temperaturen, met evaluatie van hun scheikundige weerstand op basis van de verandering van diameter, drukweerstand en massa.

Proefstukken

Een minimum van 3 proefstukken is nodig voor elke meting, temperatuur, scheikundig product en proefinterval.

De aan te maken cilindervormige proefstukken zijn (25 ± 1) mm hoog en hebben een diameter van (25 ± 1) mm. Boven- en ondervlak moeten loodrecht staan op de langsas van de cilinder, dienen bovendien glad te zijn en zonder resten van ontkistingsproducten.

De proefstukken worden gedurende 7 dagen (inclusief de dag van aanmaak) bewaard in standaardomstandigheden van $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ en $(50 \pm 5)\%$ relatieve vochtigheid. Na 7 dagen wordt de proef uitgevoerd.

Proefmethode

- Na de bewaartermijn wordt de diameter van alle proefstukken gemeten tot op 0,03 mm nauwkeurig. Twee loodrecht op elkaar staande diameters worden gemeten voor elk proefstuk en het rekenkundig gemiddelde daarvan wordt genoteerd. Na meting worden de proefstukken gewogen op 0,001 en de waarden worden genoteerd. Voor onderdompeling wordt kort de kleur en het uitzicht van elk proefstuk beschreven, alsook de helderheid van het scheikundig product.
- De gewogen proefstukken worden in een recipiënt op hun gebogen zijde gelegd, waarbij onderling contact tussen de cilinders wordt vermeden.

- Per proefstuk wordt (100 ± 5) ml scheikundig product toegevoegd, waarna het recipiënt hermetisch wordt afgesloten bij de vereiste constante temperatuur. Het scheikundige product wordt zo dikwijls als nodig vervangen om de oorspronkelijke concentratie en scheikundige samenstelling te behouden.
- Na 28 dagen onderdompeling wordt het proefstuk weggenomen en de eventuele scheikundige verweringsen worden visueel geëvalueerd. De proefstukken worden gereinigd door 3 snelle spoelingen met proper en koud lopend water, afgewisseld met deppen met een absorberend papier. Na de laatste droogdepping wordt het proefstuk ter droging gedurende 30 minuten op zijn gebogen zijde gelegd. Vervolgens worden de proefstukken gewogen tot op 0,001g nauwkeurig en de diameter wordt gemeten. Iedere beschadiging van het oppervlak, verkleuring en/of afzetting op het proefstuk wordt genoteerd.
- Voor elke reeks proefstukken wordt de drukweerstand bepaald:
 - o Onmiddellijk na conditionering
 - o Na de periode van onderdompeling voor elk scheikundig product en voor elke temperatuur
 - o Na bewaring in lucht gedurende de totale duurtijd van de proef voor elke temperatuur.
- Elk proefstuk wordt in de drukpers geplaatst waarbij contact tussen de vlakke zijden wordt verzekerd. Loodrecht op deze vlakke zijden wordt een kracht uitgeoefend met een constante verplaatsing van $(5,5 \pm 0,5)$ mm/min. De maximale kracht bij het verbrijzelen van het proefstuk wordt genoteerd.



Evaluatie van de resultaten

Verandering in massa

Het percentage massaverlies van het proefstuk tijdens de onderdompeling en voor elke proeftermijn wordt berekend tot op 0,01% nauwkeurig:

$$\Delta W = \left[\frac{W - C}{C} \right] \cdot 100$$

waarbij:

ΔW is de verandering in massa, in percent;

W is de massa van het proefstuk na onderdompeling, in gram;

C is de massa van het proefstuk na oorspronkelijke bewaring, in gram.

Minstens 3 waarden worden gebruikt om het gemiddelde te berekenen. Een positief resultaat duidt op een massatoename, een negatief resultaat betekent een massaverlies.

Verandering in diameter

Het percentage verandering van diameter van het proefstuk tijdens de onderdompeling voor elke proeftermijn wordt berekend tot op 0,01% nauwkeurig, en dit door het meten van de diameter na 7 dagen bewaring bij 100%.

De verandering in diameter wordt gegeven door:

$$\Delta D = \left[\frac{D_2 - D_1}{D_1} \right] \cdot 100$$

waarbij:

ΔD is de verandering in diameter, in percent;

D_2 is de diameter van het proefstuk na de onderdompeling, in mm;

D_1 is de diameter van het proefstuk na oorspronkelijke bewaring, in mm.

Minstens 3 waarden worden gebruikt om het gemiddelde te berekenen. Een positief resultaat duidt op een toename van de diameter, een negatief resultaat betekent een afname van de diameter.

Verandering in drukweerstand

Het percentage verandering in drukweerstand van het proefstuk tijdens de onderdompeling voor elke proeftermijn wordt berekend tot op 0,01% nauwkeurig, met als referentie drukweerstand de verkregen sterkte na een bewaring gedurende 7 dagen in standaardomstandigheden zijnde 100%.

De doorsnede van het proefstuk wordt berekend vertrekkende van de gemeten diameter in punt 8.1 van de norm.

De verandering in drukweerstand wordt gegeven door:

$$\Delta S = \left[\frac{S_2 - S_1}{S_1} \right] \cdot 100$$

Waarbij :

S_1 is de maximale last gedeeld door de doorsnede van het proefstuk na de bewaringsperiode, in MPa;

S_2 is de maximale last gedeeld door de doorsnede van het proefstuk na de proeftermijn, in MPa.

Een positief resultaat duidt op een toename van de drukweerstand, een negatief resultaat betekent een afname van de drukweerstand

Toepassingsdomein

Meetmethode voor de bepaling van de slijtbestandheid van voegmortels voor binnen- en/of buitengebruik.

Principe



Twee vierkante plaatjes van 100X100X10 mm worden vervaardigd met de te testen voegmortel, ontkist en gedurende 27 dagen bewaard in standaardomstandigheden om daarna aan een Capon slijtproef te worden onderworpen. Hierbij wordt het proefstuk beproefd door 50 omwentelingen van de slijtschijf onder het vallen van een abrasief poeder en dit voor twee loodrecht op elkaar staande richtingen.

Het meten van de indrukken laten toe het weggesleten volume aan materiaal te berekenen. Het uiteindelijke resultaat is het gemiddelde van 4 indrukken.

Werkwijze

Aanmaak van de mortel

De verhoudingen en de rusttijden zijn conform aan de technische informatie van de fabrikant.

Het mengen wordt omschreven als volgt in het geval van een mortel op basis van cement:

- 2 kg poeder wordt toegevoegd aan het water in een menger en gedurende 30s wordt gemengd aan lage snelheid ((140 ± 5) tr/min voor de omwenteling, (62 ± 5) tr/min voor de planetaire beweging)
- Het schroefblad wordt weggenomen, de randen geschraapt in de daaropvolgende minuut
- Het schroefblad wordt teruggezet en er wordt gemengd gedurende 1 minuut
- Indien een rusttijd wordt voorgeschreven, dient deze gerespecteerd. Voor gebruik wordt opnieuw gemengd gedurende 15s.

In het geval van mortels op basis van reactieve harsen, de instructies van de fabrikant volgen.

Aanmaak van de proefstukken

2 mallen worden geplaatst op een polyethyleenfolie. De mortel wordt in de mallen gegoten en daarna afgestroken. De mortel in de mallen wordt vervolgens gedurende 2h afgedekt met een glazen plaat.

Bewaring van de proefstukken

De proefstukken worden ontmald en vervolgens gedurende 27 dagen bewaard in volgende omstandigheden : 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid.

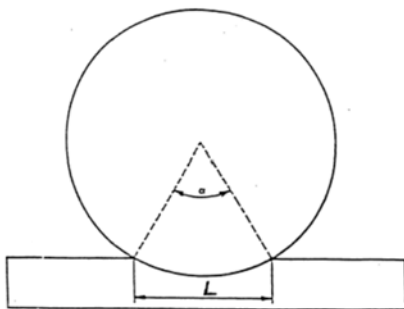
Slijtproef

Het debiet aan abrasief poeder (korund) wordt aan de proef geregeld op 200 ± 10 g per 100 omwentelingen met een uniforme verdeling op de schijf. Daarna wordt de gladde kant van het proefstuk rakend aan de draaiende schijf geplaatst.

Een proef bestaat uit twee keer 50 omwentelingen waarbij een indruk wordt verkregen in twee loodrecht op elkaar staande richtingen. De koordlengte L van de indruk wordt gemeten tot op 0,5 mm nauwkeurig. Het tweede proefstuk wordt op dezelfde manier getest.



Schema en berekeningen



De slijtbestandheid wordt weergegeven in volume V aan weggenomen materiaal, uitgedrukt in mm³.

Dit volume wordt berekend uitgaande van de koordlengte van de indruk, met behulp van volgende formule:

$$V = \left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180} - \sin \alpha \right) \left(\frac{h \cdot d^2}{8} \right)$$

met

$$\sin \left(\frac{\alpha}{2} \right) = \frac{L}{d}$$

d is de diameter van de slijtschijf, in mm;

h is de dikte van de slijtschijf, in mm;

α is de hoek bepaald door de uiteinden van de koorde en het middelpunt van de slijtschijf;

L is de lengte van de koorde, in mm

De Caponproef wordt gebruikt voor het bepalen van de slijtbestandheid van verschillende materialen. Een vergelijking van de verschillende normen toont volgende verschillen in proefparameters:

Norm	Materiaal	Schijf [mm]	Ijking			Ijking en proef		Proef
			Omwentelingen [r]	Criterium [mm]	Materiaal	Debiet korund	Snelheid	Omwentelingen [r]
14157	Natuursteen	70	75r	20+/-0,5	Marmer	> 2,5 l/min	75r in 60+/-3s	75r
14617-4	prEN (EN)	Agglomeraattegels	10	75r	20+/-0,5	Marmer	100gr/100r	75r in 60+/-3s
	EN (EN)		10	300r	32+/-0,5	Oostenrijks graniet	100gr/100r	300r in 60+/-3s
	EN (FR)		10	300r	32+/-0,5	Oostenrijks graniet	100gr/100r	300r in 60+/-3s
10545-6	Keramische tegels	10	150r	24+/-0,5	Glas	(100+/-10)gr/100r	75r in 60s	150r
12808-2	Voegmortel	10	150r	(24+/-0,5)	(Glas)	(100+/-10)gr/100r	(75r in 60s)	50r

Toepassingsdomein

Meetmethode voor de bepaling van de buig- en druksterkte van voegmortels voor binnen- en/of buitengebruik. Voor cementgebonden voegmortels worden buig- en drukweerstand eveneens bepaald voor en na vorst-dooicycli.



Principe

Drie mortelprisma's met afmetingen 40x40x160 mm worden aangemaakt, ontmaald na 24h en gedurende 27 dagen bewaard in standaardomstandigheden, waarna ze achtereenvolgens een buig- en een drukproef ondergaan.

Werkwijze

Aanmaak van de mortel

De verhoudingen en de rusttijden zijn conform aan de technische informatie van de fabrikant.

Het mengen wordt omschreven als volgt in het geval van een mortel op basis van cement:

- 2 kg poeder wordt toegevoegd aan het water in een menger en gedurende 30s wordt gemengd aan lage snelheid ((140 ± 5) tr/min voor de omwenteling, (62 ± 5) tr/min voor de planetaire beweging)
- Het schroefblad wordt weggenomen, de randen geschraapt in de daaropvolgende minuut
- Het schroefblad wordt teruggezet en er wordt gemengd gedurende 1 minuut
- Indien een rusttijd wordt voorgeschreven, dient deze gerespecteerd. Voor gebruik wordt opnieuw gemengd gedurende 15s.

In het geval van mortels op basis van reactieve harsen, de instructies van de fabrikant volgen.

Aanmaak van de proefstukken

Een mal wordt aangebracht op de schoktafel, waarna ze tot de helft gevuld wordt met mortel. Het geheel wordt onderworpen aan 60 schokken. Een tweede laag mortel wordt aangebracht en het geheel wordt opnieuw aan 60 schokken onderworpen.

De mortel wordt afgestreken, afgedekt met een glazen plaat en vervolgens gedurende 24h bewaard bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid.

Bewaring van de proefstukken

Na 24h worden de proefstukken ontmaald en vervolgens gedurende 27 dagen bewaard bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid.

Buigproef

Het proefstuk wordt in de pers geplaatst met een zijvlak op de steunpunten en de langsas loodrecht op de steunpunten.

Een verticale kracht wordt opgelegd volgens de procedure beschreven in paragraaf 9.1 van de norm EN 196-1 (1994) " Beproevingsmethoden voor cement - Deel 1: Bepaling van de sterkte".

Drukproef

De halve prisma's, verkregen na de buigproef, worden vervolgens getest op hun druksterkte volgens de methode beschreven in paragraaf 9.3 van de norm EN 196-1 (1994).

Voor cementgebonden mortels worden buig- en druksterkte eveneens bepaald voor en na vorst-dooicycli.

Na het ontmallen van de proefstukken, worden ze gedurende 6 dagen in standaardomstandigheden bewaard, waarna ze vervolgens gedurende 21 dagen ondergedompeld in water blijven, alvorens te worden onderworpen aan 25 vorst-dooicycli.

Elke cyclus gaat al volgt:

- Het water waarin de proefstukken zich bevinden, wordt weggepompt en de temperatuur wordt afgekoeld tot $(-15 \pm 3) ^\circ\text{C}$ in $2 \text{ h} \pm 20 \text{ min}$;
- Temperatuurplateau op $(-15 \pm 3) ^\circ\text{C}$ gedurende $2 \text{ h} \pm 20 \text{ min}$;
- Onderdompeling van de proefstukken in water van $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ en daarna gedurende $2 \text{ h} \pm 20 \text{ min}$ de temperatuur constant houden op $(15 \pm 3) ^\circ\text{C}$.



Na de laatste cyclus worden de proefstukken gedurende 3 dagen bewaard in standaardomstandigheden. Vervolgens wordt eventuele schade vastgesteld en de buig- en druksterkte worden bepaald.

Uitdrukking van de resultaten

Buigweerstand

De buigweerstand (R_f) in N/mm² wordt berekend met volgende formule:

$$R_f = \frac{3 \cdot F_f \cdot L}{b^3}$$

waarbij

b is de zijde van de vierkante doorsnede van het parallellepipedum, in mm;

F_f is de kracht bij breuk, aangebracht in het midden van het parallellepipedum, in N;

L is de afstand tussen de steunpunten, in mm.

Het gemiddelde van drie resultaten wordt berekend tot op 0,1 N/mm² nauwkeurig.

Drukweerstand

De drukweerstand (R_c) in N/mm² wordt berekend met volgende formule:

$$R_c = \frac{F_c}{1600}$$

waarbij

F_c is de maximale kracht bij breuk in N;

1600 is gelijk aan 40 mm x 40 mm oftewel het oppervlak van de persplaten of van de hulpplaten in mm².

Het gemiddelde van de 6 resultaten worden berekend tot op 0,1 N/mm² nauwkeurig.

Toepassingsdomein

Meetmethode voor de bepaling van de krimp van voegmortels voor binnen- en/of buitengebruik.

Principe

Drie mortelprisma's met afmetingen 10x40x160 mm worden aangemaakt, ontmaald en gemeten na 24h, vervolgens gedurende 27 dagen bewaard in standaard-omstandigheden en opnieuw gemeten.

Werkwijze

Aanmaak van de mortel

De verhoudingen en de rusttijden zijn conform aan de technische informatie van de fabrikant.

Het mengen wordt omschreven als volgt in het geval van een mortel op basis van cement:

- 2 kg poeder wordt toegevoegd aan het water in een menger en gedurende 30s wordt gemengd aan lage snelheid ((140 ± 5) tr/min voor de omwenteling, (62 ± 5) tr/min voor de planetaire beweging)
- Het schroefblad wordt weggenomen, de randen geschraapt in de daaropvolgende minuut
- Het schroefblad wordt teruggezet en er wordt gemengd gedurende 1 minuut
- Indien een rusttijd wordt voorgeschreven, dient deze gerespecteerd. Voor gebruik wordt opnieuw gemengd gedurende 15s.

In het geval van mortels op basis van reactieve harsen, de instructies van de fabrikant volgen.

Aanmaak van de proefstukken

Een mal wordt aangebracht op de schoktafel, waarna ze tot de helft gevuld wordt met mortel. Het geheel wordt onderworpen aan 60 schokken. Een tweede laag mortel wordt aangebracht en het geheel wordt opnieuw aan 60 schokken onderworpen. De mortel wordt afgestreken, afgedekt met een glazen plaat en vervolgens gedurende 24h bewaard bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid. De drie proefstukken worden ontmaald en hun initiële lengtes gemeten na 24h.



Bewaring van de proefstukken

Na 24h worden de proefstukken ontmaald en vervolgens gedurende 27 dagen bewaard bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid. De uiteindelijke lengtes van de 3 proefstukken worden bepaald 27 dagen $\pm$ 12h na de eerste metingen.

Uitdrukking van de resultaten

De lineaire krimp, uitgedrukt in mm/m, is het gemiddelde van 3 gemeten waarden ten overstaan van de oorspronkelijke waarden.

Toepassingsdomein

Methode voor het bepalen van de wateropslorping door capillariteit van voegmortels voor binnen- en/of buitengebruik.

Principe

Drie mortelprisma's met afmetingen $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ worden aangemaakt, ontmald na 24h en gedurende 27 dagen bewaard.

Werkwijze

Aanmaak van de mortel

De verhoudingen en de rusttijden zijn conform aan de technische informatie van de fabrikant.

Het mengen wordt omschreven als volgt in het geval van een mortel op basis van cement:

- 2 kg poeder wordt toegevoegd aan het water in een menger en gedurende 30s wordt gemengd aan lage snelheid ($(140 \pm 5) \text{ tr/min}$ voor de omwenteling, $(62 \pm 5) \text{ tr/min}$ voor de planetaire beweging)
- Het schroefblad wordt weggenomen, de randen geschraapt in de daaropvolgende minuut
- Het schroefblad wordt teruggezet en er wordt gemengd gedurende 1 minuut
- Indien een rusttijd wordt voorgeschreven, dient deze gerespecteerd. Voor gebruik wordt opnieuw gemengd gedurende 15s.

In het geval van mortels op basis van reactieve harsen, de instructies van de fabrikant volgen.

Aanmaak van de proefstukken

In een mal worden scheidingsplaatjes aangebracht met afmetingen $4 \times 4 \times 0,1 \text{ cm}^3$ om op die manier 3 prisma's te bekomen met afmetingen $4 \times 4 \times 8 \text{ cm}^3$.

De mal wordt aangebracht op de schoktafel, waarna ze tot de helft gevuld wordt met mortel. Het geheel wordt onderworpen aan 60 schokken. Een tweede laag mortel wordt aangebracht en het geheel wordt opnieuw aan 60 schokken onderworpen.

De mortel wordt afgestreken, afgedekt met een glazen plaat en vervolgens gedurende 24h bewaard bij $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ en $50 \pm 5 \text{ \%}$ relatieve vochtigheid. Na 24h worden de 6 proefstukjes voorzichtig ontmald.

Bewaring van de proefstukken

De proefstukken worden na het ontmallen gedurende 27 dagen bewaard bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid. Na 21 dagen worden de langszijden waterafstotend gemaakt.

Capillariteitsproef

Na 28 dagen wordt elk proefstuk tot op 0,1 g nauwkeurig gewogen, alvorens ze verticaal in een bak te zetten met een vrij oppervlak naar beneden en zodanig dat het proefstuk met dit oppervlak in het water staat tot een hoogte van 5 à 10 mm. Hierbij moet worden opgelet dat de prisma's elkaar niet raken. Het waterniveau in de bak wordt gedurende de hele proef constant gehouden.



Na 30 min worden de proefstukken afgeveegd, gewogen en opnieuw in de bak gezet. Na nog eens 210 min wordt deze handeling nogmaals uitgevoerd.

Uitdrukking van de resultaten

De wateropsorping (W_{mt} in g) na 30 min en 240 min wordt voor elk proefstuk berekend volgens volgende formule:

$$W_{mt} = m_t - m_d$$

waarbij

m_d is de droge massa van het proefstuk, in g;

m_t is de massa van het proefstuk na onderdompeling, in g.

Het gemiddelde van minstens drie proefstukken wordt berekend



Dekvloeren

Voorwerp van de norm

Aan deze norm moet worden voldaan door dekvloermortels bestemd voor de bouw van binnenvloeren als voorwaarde voor de CE-markering, die noodzakelijk is om op de markt te mogen worden gebracht sinds 1 augustus 2004. De eisen hebben betrekking zowel op vers als op verhard mortel.

Classificatie en eisen

De volgende tabel geeft de te testen karakteristieken naargelang van het gebruikte type bindmiddel:

Bind- middel	Druksterkte	Buigtreksterkte	Slijtweerstand volgens Böhme	Slijtweerstand volgens BCA	Slijtweerstand bij rollend wiel	Oppervlakte- hardheid	Weerstand tegen indrukking	Weerstand tegen rollend wiel met	Bindingstijd	Krimpen en zwellen	Consistentie	pH	Elasticiteits- modulus	Impactsterkte	Hechtsterkte
Cement	N	N	N ^a (een van de 3)			O	-	O	O	O	O	O	O	O ^a	O
CaSO ₄	N	N	O	O	O	O	-	O	O	O	O	N	O	-	O
Magnesiet	N	N	O	O	O	N ^a	-	O	-	O	O	O	O	-	O
Bitumen	-	-	O	O	O	-	N	O	-	-	-	-	-	-	-
Hars	O	O	-	N ^a (een van de 2)		O	-	O	-	O	O	-	O	N ^a	N
N normatiefO optioneel indien van toepassing- = niet relevant															
^a uitsluitend voor dekvloermortel die blootgesteld zal worden aan slijtage															

1. Druksterkte (EN 13892-2)

Klasse	C5	C7	C12		C16	C20	C25	C30	C35	C40	C50	C60	C70	C80
Druksterkte [N/mm ²]	5	7	12		16	20	25	30	35	40	50	60	70	80

Opmerking: De letter C staat voor Compression (=druk)

2. Buigtreksterkte (cement, CaSO₄, magnesiet, hars > 5 mm: EN 13892-2; hars ≤ 5 mm: ISO 178)

Klasse	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F10	F15	F20	F30	F40	F50
Buigtreksterkte [N/mm ²]	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20	30	40	50

Opmerking: De letter F staat voor Flexion (=buiging)

3. **Slijtweerstand** (dekvloermortel die blootgesteld zal worden aan slijtage; cement: EN 13982-3 of –4 of 5; hars: en 13892-4 of –5)

Böhme (EN 13892-3)

Klasse	A22	A15	A12	A9	A6	A3	A1,5
Hoeveelheid afschuring [cm³/50cm²]	22	15	12	9	6	3	1,5

Opmerking: De letter A staat voor Abrasion (=afschuring)

BCA (EN 13892-4)

Klasse	AR6	AR4	AR2	AR1	AR0,5
Max. slijtagediepte [µm]	600	400	200	100	50

Opmerking:

De letters AR staan voor Abrasion Resistance (=weerstand tegen afschuring)

Weerstand tegen rollend wiel (EN 13892-5)

Klasse	RWA300	RWA100	RWA20	RWA10	RWA1
Hoeveelheid afschuring [cm³]	300	100	20	10	1

Opmerking: De letters RWA staan voor Rolling Wheel Abrasion (=afschuring door rollend wiel)

4. **Oppervlaktehardheid** (EN 13892-6, voor magnesiet bestemd voor slijtvlakken, en optioneel voor de andere bekledingen met fijne granulaten < 4 mm)

Klasse	SH30	SH40	SH50	SH70	SH100	SH150	SH200
Oppervlaktehardheid [N/mm²]	30	40	50	70	100	150	200

Opmerking: De letters SH staan voor Surface Hardness (=oppervlaktehardheid)

5. **Indrukweerstand** (bitumen: EN 12697-20 op kubussen of -21 op platen)

Op kubussen, toegepaste belasting 525 N, indrukking in [0,1 mm] (EN 12697-20)

Klassen Beproevoingsomstandigheden	ICH10	IC10	IC15	IC40	IC100
(22±1)°C; 100 mm²; 5 h	≤ 10	≤ 10	≤ 15	-	-
(40±1)°C; 100 mm²; 2 h	≤ 20	≤ 40	≤ 60	-	-
(40±1)°C; 500 mm²; 0,5 h	-	-	-	15-40	40-100

Opmerking: De letters I, C en H staan voor Indentation, Cube en Heated screed (materiaal voor verwarmde dekvloer)

Op platen, toegepaste belasting 525 N, indrukking in [0,1 mm] (EN 12697-21)

Klassen Beproevoingsomstandigheden	IP10	IP12	IP30	IP70
(40±1)°C; 100 mm²; 31 min	≤ 10	≤ 12	10 - 30	≤ 70

Opmerking: De letters I en P staan voor Indentation en Plaque (=indrukking en plaat)

Op platen, toegepaste belasting 317 N, indrukking in [0,1 mm] (EN 12697-21)

Klassen	IP I	IP II	IP III	IP IV
Beproevoingsomstandigheden				
45°C; 31,7 mm²; 1 min	≤ 11	-	-	-
35°C; 31,7 mm²; 1 min	-	≤ 9	≤ 8	≤ 30

Opmerking: De letters I en P staan voor Indentation en Plaque (=indrukking en plaat)

6. Weerstand tegen rollende belasting met vloerbekleding (EN 13892-7)

Klasse	RWFC150	RWFC250	RWFC350	RWFC450	RWFC550
Belasting rollend wiel [N]	150	250	350	450	550

Opmerking: De letters RWFC staan voor Rolling Wheel Floor Covering (=rollend wiel met vloerbedekking)

7. Verhardingstijd (EN 13454-2, kan worden aangegeven voor cement of CaSO₄)

8. Krimp en zwelling (kunnen worden aangegeven voor andere bindmiddelen dan bitumen, EN 13454-2 indien de dikte > 10 mm en EN 13872 indien de dikte van het materiaal ≤ 10 mm) [mm/m]

9. Consistentie (kan worden aangegeven voor andere bindmiddelen dan bitumen, EN 13454-2 indien de consistentie > 300 mm en EN 12706 indien de consistentie > 300 mm) [mm]

10. pH (EN 13454-2, moet ≥ 7 voor CaSO₄ en kan worden aangegeven voor cement en magnesia)

11. Elasticiteitsmodulus bij buiging (EN ISO 178, kan worden aangegeven voor andere bindmiddelen dan bitumen)

Klasse	E1	E2	E5	E10	E15	E20	Daarboven met meervouden van 5
Elasticiteitsmodulus bij buiging [kN/mm²]	1	2	5	10	15	20	25, 30 enz.

Opmerking: De letter E staat voor Elasticité (=elasticiteit)

12. Hechtsterkte (EN 13892-8, moet worden aangegeven voor hars, en kan worden aangegeven voor cement, CaSO₄ en magnesiet)

Klasse	B0,2	B0,5	B1,0	B1,5	B2,0
Hechtsterkte [N/mm ²]	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0

Opmerking: De letter B staat voor Bond (=hechting)

13. Impactsterkte (ISO 6272, moet worden aangegeven voor hars indien het gaat om een slijtvlak, en kan worden aangegeven voor cement; ze wordt aangegeven met de letters IR, voor Impact Resistance) [Nm]

14. Speciale karakteristieken (moeten worden aangegeven indien vereist door de regelgeving of wanneer de fabrikant ervoor opteert bijkomende prestaties op te geven)

- Elektrische weerstand (EN 1801, ER Electrical Resistance) [ohm]
- Chemische weerstand (EN 13529, CR Chemical Resistance)
- Brandreactie (EN 13501-1)
- Emissie van corrosieve stoffen of corrosiviteit van de dekvloermortels (aangifte)
- Dampdoorlaatbaarheid (EN 12086)
- Warmteweerstand (de waarden van de EN 12524 gebruiken of het product testen volgens EN 12664)
- Waterdoorlaatbaarheid (EN 1062-3)
- Contactgeluidsisolatie (EN ISO 140-6, op het geassembleerde systeem en niet op het materiaal alleen)
- Geluidsabsorptie (product getest volgens EN 12354-6 en aangebracht volgens EN ISO 354 en 354/A1)
- Andere karakteristieken (met de beproevingsmethode waarmee ze werden bepaald)

Beoordeling van de conformiteit

De conformiteit van het product moet worden beoordeeld met de eisen van deze norm op basis van

- 1. Initiële proeven (ITT Initial Type Testing):** in het begin van de productie van een nieuw product en voordat dit op de markt wordt gebracht, moeten de in de eerste tabel als normatief (N) aangegeven proeven alsmede alle proeven waarvoor de fabrikant een waarde of klasse wil aangeven, worden uitgevoerd om zeker te zijn dat de eerder genoemde eigenschappen aan de normen voldoen en wel degelijk overeenstemmen met de aangegeven waarden. Deze werkwijze moet tevens worden toegepast bij een verandering in de specificaties, de grondstoffen of het fabricageprocédé.

2. **Beheersing van de productie (FPC Factory Process Control):** er moet een beheersingsplan voor de productie worden opgesteld en gedocumenteerd in het Kwaliteitshandboek. Dit bestaat uit interne controleprocedures van de productie om ervoor te zorgen dat de op de markt gebrachte producten in overeenstemming zijn met de norm en hun classificatie. Een FPC-systeem conform met de norm ISO 9001 en dat rekening houdt met de eisen van deze norm is voldoende.

De interne controle bestaat uit

- Regelmatige controles, verificaties en proeven en het gebruik van de resultaten voor het controleren van de apparatuur, de grondstoffen en het fabricageprocédé
- Regelmatige controles, verificaties en proeven van het afgewerkte product

Alle controleresultaten moeten in het Kwaliteitshandboek worden geregistreerd.

Er moet een bemonsteringsplan worden opgesteld met de vereiste beproevingsfrequenties, rekening houdend met de aard van het product, de bijzondere beproevingsprocedure, de draagwijdte van het beproevingsresultaat en de globale registratie van de resultaten van vorige proeven.

De volgende elementen dienen in het Kwaliteitshandboek te worden opgenomen:

Controle van de processen

- *Inkomend materiaal:* aanvaardingscriteria en gebruikte procedures voor de controle ervan
- *Productieproces:* frequenties van proeven en inspecties, waarden van de eisen voor apparatuur en werkzaamheden, verwerkingsprocedures voor nonconformiteiten, resultaten van ijkproeven van de apparatuur

Materiaal voor dekvloer

- *Proeven op het materiaal:* bemonsteringsplan, resultaten van de proeven
- *Alternatieve proeven:* andere methodes dan de in deze norm genoemde kunnen worden gebruikt voor zover wordt bewezen dat de resultaten ervan equivalent zijn met de referentiemethode. De methode en zijn aanvaardingslimieten moeten worden vermeld
- *Beproevingapparatuur:* ijkplan

Traceerbaarheid: traceerbaarheids- en controlesysteem van het inkomend materiaal, controlesysteem van de voorraden (producten met een beperkte levensduur), verwerkingsmethode van de niet-conforme producten

Etikettering: alleen de producten die conform zijn met de eisen van deze norm mogen het etiket van conformiteit met EN 13813 dragen

Registers

- voor de ijking en verificatie van de beproevingsapparatuur
- voor de controle van de grondstoffen
- van het fabricageprocédé (identificatie en massa van de partijen)
- van de beproevingsresultaten op het product

Aanduiding

De aanduiding omvat:

- Het type dekvloer: CTcement
CACaSO₄
MAmagnesiet
ASbitumen
SRsynthetisch hars
- De klassen voor elke normatieve (en desgewenst optionele) eis (cf. tabellen)

Voorbeelden:

EN 13813 CT-C20-F4:

Dekvloer op basis van cement (CT), druksterkte (C) 20 N/mm² en buigtreksterkte (F) 4 N/mm²

EN 13813 MA -C50-F10-SH150

Dekvloer op basis van magnesiet (MA), druksterkte 50 N/mm², buigtreksterkte 10 N/mm², oppervlaktehardheid (SH) 150 N/mm²

EN13813 AS-IC10

Dekvloer op basis van bitumen (AS), weerstand tegen indrukking (IC) ≤ 10 N/mm²

EN 13813 SR-B2,0-AR1-IR4

Dekvloer op basis van synthetisch hars (SR), hechtsterkte (B) 0,2 N /mm², max. slijddiepte BCA (AR) 100 µm, slagsterkte (IR) 4 Nm

Markering, etikettering en verpakking

De volgende elementen moeten op de verpakking of de leveringsbon vermeld staan:

- Aanduiding

- Naam van het product
- Hoeveelheid
- Fabricagedatum en levensduur in opslag
- Referentie van de partij of productienummer
- Maximale diameter van het toeslagmateriaal of voorzien diktebereik
- Instructies voor mengselbereiding en verwerking
- Eisen voor veiligheid en gezondheid
- Naam en adres van de fabrikant of leverancier

Conformiteitscriteria en beoordelingsmethode

De conformiteit moet worden beoordeeld op basis van continue statistische analyse of op individuele resultaten.

- Statistische analyse: door variabelen of attributen
- Analyse van de individuele resultaten: alle resultaten moeten conform zijn of in gunstige zin van de aangegeven klasse afwijken

Bijzonderheden

De proefstukken moeten worden klaargemaakt en verpakt volgens de norm EN 13892-1.

De leeftijd waarop de prestaties moeten worden bereikt is eveneens in de norm EN 13892-1 vermeld.

Wanneer de fabrikant kan bewijzen dat de vereiste eigenschapsklassen op een jongere leeftijd worden bereikt, kan die leeftijd in de aanduiding worden opgenomen voor zover alle opgegeven waarden op die leeftijd worden bereikt.

De eigenschappen van de ter plaatse en in het labo gemeten dekvloeren kunnen niet altijd direct worden vergeleken, door de mogelijke variaties van mengsel, verdichting en nabehandeling.

Vergelijking met de TV 189 'Dekvloeren' van het WTCB

	EN 13813	TV 189 - WTCB
Druksterkte	Volgens EN 13892-2 op in het labo vervaardigde (verdichting met schudtafel) proefstukken 4x4x16 cm ³ , achtereenvolgens gebruikt voor de buig- en druksterkteproef op 28 dagen. Nabehandeling (voor een dekvloer op basis van cement): 2 dagen in de mal bij 95±5%RV en 20±2°C, 5 dagen uit de mal bij 95±5%RV en 20±2°C, dan 21 dagen bij 65±5%RV en 20±2°C.	Op proefstukken genomen in de referentiebetonplaten van 40x40x6 cm ³ (2 per werkweek zoals aanbevolen) waarvan er één wordt bewaard in de omstandigheden van de werkplaats en één bij >90%RV en 18±3°C. De proefstukken zijn cilinders van Ø 50 mm - h 45 mm of kubussen met een ribbe van 50 mm. De proef wordt uitgevoerd op 28 dagen.
Buigtreksterkte	Volgens EN 13892-2 op in het labo vervaardigde proefstukken zoals beschreven voor de druksterkteproef	Op gezaagde proefstukken van maximaal 6 cm hoogte (h), met een breedte groter of gelijk aan h (5 à 6 cm), en met een afstand tussen de steunrollen ≥ 4 h, en een lengte ≥ 4 h + 2x1 cm. Nabehandeling niet gespecificeerd.
Kwaliteit van het oppervlak	Weerstand volgens Böhme (EN 13892-3) of BCA (EN 13892-4) of tegen rollend wiel (EN 13892-5) Oppervlaktehardheid (EN 13892-6) Weerstand tegen indrukking (dekvloeren op basis van bitumen EN 12697-20 of -21) Weerstand tegen rollend wiel met vloerbekleding (EN 13892-7) Hechtsterkte (EN 13892-8) Slagvastheid (ISO 6272)	Dynamische ponsweerstand gemeten op 28 dagen met behulp van een cilindervormige ponsstempel van 500 mm ² doorsnede die op de dekvloer wordt geplaatst, waarop men van op 1 m hoogte een massa van 4 kg laat vallen. De diepte van de ponsindruk wordt gemeten na 4 schokken op dezelfde plaats.

Principe

De termen in relatie met de fabricatie en uitvoering van producten voor dekvloeren en dekvloeren zijn hier gedefinieerd.

De definities zijn volgens verscheidene categorieën verenigd:

- Basisbegrippen: ondergrond, dekvloer, dekvloer van bitumenemulsie, cementgebonden dekvloer, magnesiet-dekvloer, calciumsulfaat dekvloer, harde granulaten slijtlaag, synthetische hars, ...
- Materialen – producten: dekvloermortel, granulaat, hulpstof, bindingsvertrager, wapening, isolatiemateriaal, ...
- Soorten dekvloeren: monoliet, hechtende, niet-hechtende, zwevende, gewapende, ...
- Eigenschappen van het dekvloermateriaal: aardvochtig, gietvloer, zelfstrijkend, water-bindmiddel-factor, consistentie, ...
- Eigenschappen van de geplaatste dekvloer: vlakheid, peil, hellinglaag, slijtweerstand, oppervlaktehardheid, hechtsterkte, poreusheid, barstvorming, uitbloeiing, welven, ...
- Constructiebijzonderheden: voeg, werkvoeg, krimpvoeg, uitzetvoeg, randisolatie, dichtingsysteem, ...
- Bouwelementen: scheidingslaag, afwerklaag, uitvullaag, uitvlaklaag, hechtlaag, ...
- Oppervlaktebewerking: afreien, afspanen, vlakschuren, instrooien, ...
- Varia: eigen gewicht, opgelegde belasting, referentiepeil, boorkern, ...

Bijzonderheden

- De definities zijn gelijktijdig in de drie talen uitgedrukt (Engels – Frans – Nederlands).
- De gedefinieerde termen zijn van toepassing voor alle andere normen van de TC 303 “Dekvloeren in de bouw”.

Voorwerp van de norm

Deze norm specificeert een methode voor de monsterneming van dekvloermortels, de vervaardiging en nabehandeling van de proefstukken bestemd voor verdere proeven. Hij is van toepassing op dekvloeren op basis van cement, calciumsulfaat, magnesium of synthetisch hars (gietasfalt komt niet in aanmerking).



Samenvatting

Er moet een monster worden genomen van minimaal 5 kg met behulp van een bemonsteringsschep met een inhoud van minimaal 1 l. De proefstukken moeten onmiddellijk na de monsterneming worden vervaardigd.

Het mengen moet gebeuren overeenkomstig de aanbevelingen van de fabrikant, met de aangegeven hoeveelheid water of vloeistof (of het gemiddelde van het aangegeven bereik). Het laboratorium, de uitrusting en de gebruikte producten moeten zich op een temperatuur van $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ bevinden.

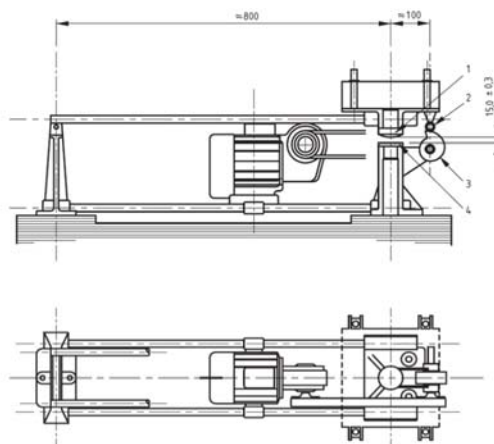
Naargelang van de te vervaardigen hoeveelheid zal een mortelmixer (EN 196-1) (inhoud $\leq 1,5 \text{ dm}^3$ of massa van 1 à 3 kg) of een betonmixer (inhoud $\leq 50 \text{ dm}^3$ of massa van 25 à 50 kg) worden gebruikt. De vaste materialen worden eerst gemengd, dan wordt gedurende 15 s water toegevoegd terwijl langzaam wordt gemixt, vervolgens wordt het mixen voortgezet gedurende ofwel 105 s (45 s en dan reinigen van de randen met de spatel en daarna 60 s) voor de mortelmixer, ofwel tussen 120 en 180

s (totdat homogeen mengsel wordt verkregen) voor de betonmixer. Indien aanbevolen door de fabrikant kan een ander type mixer worden gebruikt.

De mallen moeten van staal of een ander vergelijkbaar materiaal zijn dat niet reageert met de grondstof voor dekvloeren. De afmetingen van de proefstukken verschillen naargelang van de uit te voeren proef. Doorgaans zijn het staafjes: 40 mm x 40 mm x 160 mm, 80 mm x 10 mm x 4 mm... of tegels: 500 mm x 500 mm x d, 300 mm x 300 mm x d,..., met een aantal vereiste proefstukken gaande van 1 tot 6.

Proef	Norm	Maat L - l - d ^a (mm)	Vereist aantal
Buig- en druksterkte	EN 12892-2	160 – 40 – 40	3
	EN ISO 178	80 – 10 – 4	
Slijtweerstand volgens Böhme	EN 13892-3	71 – 71 – d ^a	3
Slijtweerstand volgens BCA	EN 13892-4	500 – 500 – d ^a	1
Slijtweerstand van dekvloeroppervlakken bij belasting door zwenkwielen	EN 13892-5	500 – 500 – d ^a	1 + 1
Oppervlaktehardheid	EN 13892-6	160 – 40 – 40	3
Krimpen/zwellen	EN 13454-2	160 – 40 – 40	3
Slijtweerstand bij rolbelasting van dekvloeren met vloerbedekking	EN 13892-7	350 – 350 – d ^a	3 + 3
Hechtsterkte	EN 13892-8	300 – 300 – d ^a	2
Elasticiteitsmodulus	EN ISO 178	80 – 10 – 4	3
Stootvastheid	EN ISO 6272	300 – 300 – d ^a	1
* Alleen voorziene laagdikte of laagdikte op steuntegel			

De mallen moeten waterdicht zijn en vooraf worden gereinigd en ingesmeerd met olie. Ze moeten in één keer worden gevuld (vloeibare materialen) ofwel in twee gelijke lagen worden verdicht volgens NBN EN 196-1 (met de hieronder afgebeelde schoktafel, 60 schokken na elk van de twee lagen) en dan gelijkgestreken.



De mallen voor de proefstukken van 160 mm x 40 mm x 40 mm moeten aan de volgende eisen voldoen:

- *Dimensionele nauwkeurigheid*: $\pm 0,25\%$ van de beschouwde afmeting (gemiddelde van 4 metingen op symmetrische punten, zonder afwijkingen van meer dan $\pm 0,5\%$ voor elke individuele waarde)
- *Vlakheid*: de oppervlakte van elk binnenvlak moet gelegen zijn tussen twee parallelle vlakken die 0,03 mm van elkaar liggen
- *Haaksheid*: de binnenhoeken moeten $90^\circ \pm \tan^{-1}(0,005)$ zijn
- *Ruwheid*: $\leq 3,2 \mu\text{m Ra}$ voor elk binnenvlak

Indien de proeven worden uitgevoerd op betonnen steunen, moet de treksterkte van het betonoppervlak gelijk zijn aan minstens $1,5 \text{ N/mm}^2$.

De proefstukken moeten worden opgeslagen in klimaatkamers: $(95 \pm 5)\% \text{ RH}$, $(65 \pm 5)\% \text{ RH}$ of $(50 \pm 5)\% \text{ RH}$ en $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ of $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ afhankelijk van de aard van het bindmiddel, eerst in de mal gedurende een bepaald aantal dagen, dan uit de mal eveneens gedurende een bepaald aantal dagen.

Materialen op basis van	Opslagtemperatuur ($^\circ\text{C}$)	Opslagduur (dagen)					
		In de mal			Uit de mal		
		$95 \pm 5 \% \text{ RH}$	$65 \pm 5 \% \text{ RH}$	$50 \pm 5 \% \text{ RH}$	$95 \pm 5 \% \text{ RH}$	$65 \pm 5 \% \text{ RH}$	$50 \pm 5 \% \text{ RH}$
Cement	20 ± 2	2	-	-	5	21	-
Calciumsulfaat	20 ± 2	2	-	-	-	26	-
Magnesium	20 ± 2	-	1	-	-	27	-
Synthetisch hars	23 ± 2	-	-	1	-	-	27

Voorwerp van de norm

Deze norm specificeert een methode voor de bepaling van de buig- en druksterkte van in mallen gegoten proefstukken, vervaardigd met dekvloermortels op basis van cement, calciumsulfaat, magnesium of synthetisch hars.

Principe

De buigsterkte wordt bepaald door de belasting die nodig is om het proefstuk te doen breken bij onderwerping aan een buigbelasting in het middelpunt. De twee door deze breuk verkregen helften worden gebruikt voor de druksterkteproef.

De druksterkte wordt bepaald door de belasting die nodig is om het proefstuk te doen breken bij onderwerping aan een druksterktebelasting die gelijkmatig wordt verdeeld over een deel van het prisma.

Aantal monsters

Drie proefstukken.

Afmetingen van de monsters

Prisma's van 160 mm x 40 mm x 40 mm.

De toleranties op de monsters zijn die van de mallen (cf. NBN EN 13892-1).

De proef

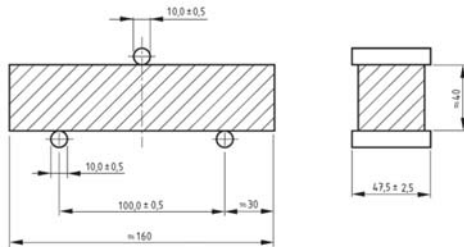
De snelheden van de belastingstoename zijn als volgt:

- Buigsterkteproef: 50 N/s $\pm$ 10 N/s
- Druksterkteproef: 2400 N/s $\pm$ 200 N/s

De machine en de proefbanken zijn dezelfde als die welke worden gebruikt voor de proef ter bepaling van de druksterkte van cement (NBN EN 196-1: Beproevingsmethodes van cement – Deel 1: Bepalen van de mechanische weerstanden). De machine moet zodanig zijn dat de breuk zich voordoet in het deel van het meetbereik waarvan de aangeduide belasting is bepaald op $\pm$ 2% (normaal in de bovenste vier vijfden van het meetbereik) (klasse 2 volgens EN ISO 7500-1).

- Buigsterkteproef:

- 3 rollen met diameter $(10 \pm 0,5)$ mm en lengte tussen 44 en 50 mm
- Afstand tussen de onderste twee rollen $(100 \pm 0,5)$ mm
- Bovenste rol centraal tussen de twee andere geplaatst



- Druksterkteproef:

- 2 steunplaten van wolframcarbide of staal
 - Vickershardheid ≥ 600 HV (EN ISO 6507-1)
 - Lengte 40 mm; breedte $(40 \pm 0,1)$ mm; dikte 10 mm
 - Vlakheidstolerantie voor rakende vlakken 0,01 mm



Formules

$$R_f = \frac{1,5 \cdot F_f \cdot l}{bd^2}$$

- R_f buigsterkte [N/mm²]
 F_f nodige belasting om het proefstuk te doen breken bij de buigsterkteproef [N]
 L afstand tussen de hartlijnen van de steunrollen voor de buigsterkteproef [mm]
 b breedte van het proefstuk onder de middelste rol voor de buigsterkteproef [mm]
 d dikte van het proefstuk onder de middelste rol voor de buigsterkteproef [mm]

$$R_c = F_c / A$$

R_c druksterkteproef [N/mm²]

F_c nodige belasting om het proefstuk te doen breken bij de druksterkteproef [N]

A oppervlak van het proefstuk van de druksterkteproef in contact met de steunplaten (nominaal oppervlak 40 mm x 40 mm = 1600 mm²)

De individuele sterktewaarden zijn afgerond op de dichtstbijzijnde 0,05 N/mm² en de gemiddelde waarden op de dichtstbijzijnde 0,1 N/mm².

Bijzondere kenmerken

De proefstukken moeten 28 dagen na het gieten in de mal worden beproefd. Ze worden vervaardigd volgens de norm EN 13892-1 en opgeslagen overeenkomstig de volgende tabel:

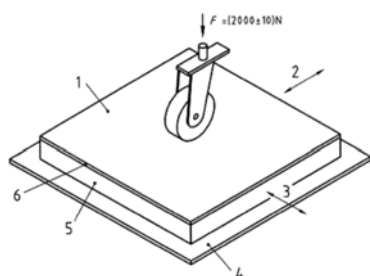
Materialen op basis van	Opslagtemperatuur (°C)	Opslagduur (dagen)					
		In de mal			Uit de mal		
		95 ± 5 % R _H	65 ± 5 % R _H	50 ± 5 % R _H	95 ± 5 % R _H	65 ± 5 % R _H	50 ± 5 % R _H
Cement	20 ± 2	2	-	-	5	21	-
Calciumsulfaat	20 ± 2	2	-	-	-	26	-
Magnesium	20 ± 2	-	1	-	-	27	-
Synthetisch hars	23 ± 2	-	-	1	-	-	27

Voorwerp van de norm

Deze methode maakt het mogelijk de bestandheid te bepalen tegen slijtage door een zwaar belast wiel, op in mallen gegoten proefstukken vervaardigd met dekvloermortels op basis van cement of synthetisch hars in de slijtlaag.

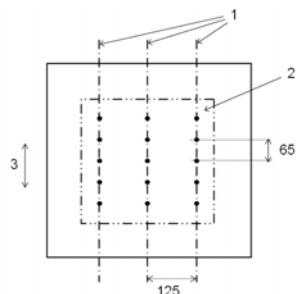
Principe

Herhaaldelijke rijbewegingen met een zwaar belast wieltje op tegels bedekt met een dekvloermortel, in twee richtingen loodrecht op elkaar, met verschillende frequenties, die afschuifbelastingen loodrecht op de dekvloermortel veroorzaken. De steun en het proefstuk verplaatsen zich, terwijl het wieltje in een vaste stand staat. De proef duurt 1000 cycli in de lengterichting, met andere woorden circa 24 uur. Indien vóór dit aantal cycli een beduidende mate van slijtage optreedt, heeft het materiaal de proef niet doorstaan.



- 1 Proefstuk
- 2 Slaglengte (260±2) mm / Frequentie (1.71±1) cycli per minuut
- 3 Slaglengte (390±2) mm / Frequentie (7±0.4) cycli per minuut
- 4 Draagtafel
- 5 Betontegel
- 6 Dekvloer

Er moet een meetbrug van stijf staal worden gebruikt, met 5 posities waarin de dieptemeter kan worden geplaatst. Deze brug wordt evenwijdig met een van de zijden van het proefstuk geplaatst, in drie posities 125 mm uit elkaar, gecentreerd op het proefstuk. Voor elk punt wordt de slijtagediepte gemeten (verschil van de aflezingsen vóór en na de proef), en daarna wordt het gemiddelde berekend.



- 1 Posities van de meetbrug
- 2 Afsgehuurde zone
- 3 Richting van longitudinale beweging

Aantal monsters

3

Afmetingen van de monsters

500 mm x 500 mm x d

$d \geq 50$ mm

voor geringere dikten kan het materiaal op een betonnen steun worden geplaatst (cf. EN 13892-1)

Formules

$$RWA = 0,11 \cdot d$$

RWA slijtweerstand per zwenkwielkje of afgeschuurd volume [cm³]

d gemiddelde slijtagediepte [μ m]

Deze vergelijking veronderstelt dat de afgeschuurde oppervlakte 1100 cm² bedraagt,

De gemiddelde waarde van de drie monsters wordt berekend.

Bijzondere kenmerken

De proefstukken moeten worden vervaardigd volgens de norm EN 13892-1 en worden opgeslagen als volgt:

Materialen op basis van	Opslagtemperatuur (°C)	Opslagduur (dagen)					
		In de mal			Uit de mal		
		95 ± 5 % R _H	65 ± 5 % R _H	50 ± 5 % R _H	95 ± 5 % R _H	65 ± 5 % R _H	50 ± 5 % R _H
Cement	20 ± 2	2	-	-	5	21	-
Calciumsulfaat	20 ± 2	2	-	-	-	26	-
Magnesium	20 ± 2	-	1	-	-	27	-
Synthetisch hars	23 ± 2	-	-	1	-	-	27

Voorwerp van de norm

Methode om de oppervlaktehardheid te bepalen op gegoten mortelproefstukken, vervaardigd uit dekvloermortels op cementbasis, calciumsulfaat, magnesiet of kunsthars, enkel met granulaten ≤ 4 mm.

Principe

Het meten van de permanente indrukkingsdiepte ontstaan door de belasting op een stalen kogel. De oppervlaktehardheid is de belasting op de kogel gedeeld door de oppervlakte van de indrukking.

De kogel wordt op de bovenkant van het onbewerkte proefstuk geplaatst. De initiële belasting ($10 \pm 0,1$ N) wordt zacht op de kogel uitgeoefend, vervolgens wordt de hoofdbelasting (500 ± 5 N) zacht en gedurende 1 minuut uitgeoefend, daarna wordt de belasting teruggebracht naar het niveau van de initiële belasting ($10 \pm 0,1$ N). Na 1 minuut wordt de indrukkingsdiepte gemeten, zonder de waarde die overeenkomt met de initiële belasting.

Aantal Proefstukken

3

Afmetingen van de monsters

160 mm x 40 mm x 40 mm

Opmerking: de proefstukken kunnen vervolgens worden gebruikt voor de buigings- en drukmetingen.

Formules

$$SH = \frac{F}{d \cdot \pi \cdot t}$$

SH oppervlaktehardheid [N/mm^2] = gemiddelde van de metingen op 3 proefstukken

F hoofdbelasting, (500 ± 5) [N]

d diameter van de stalen kogel = 10 [mm]

t indrukkingsdiepte [μm]

F_v initiële belasting, ($10 \pm 0,1$) [N]

Bijzonderheden

- Enkel met granulaten ≤ 4 mm
- De proefstukken moeten worden vervaardigd volgens de norm EN 13892-1 en als volgt worden bewaard:

Materialen op basis van	Opslag-temperatuur (°C)	Opslagtijd (dagen)					
		In de mal			Buiten de mal		
		95 ± 5 % R _H	65 ± 5 % R _H	50 ± 5 % R _H	95 ± 5 % R _H	65 ± 5 % R _H	50 ± 5 % R _H
Cement	20 ± 2	2	-	-	5	21	-
Calciumsulfaat	20 ± 2	2	-	-	-	26	-
Magnesia	20 ± 2	-	1	-	-	27	-
Kunsthars	23 ± 2	-	-	1	-	-	27



Granulaten

Principe

De proef bestaat uit het scheiden, door middel van een reeks zeven, van een materiaal in meerdere granulaire klassen met afnemende dimensies.

De aangenomen procedure is het zeven door spoelen gevolgd door het droog zeven. Wanneer het spoelen de kenmerken van een licht granulaat kan wijzigen, moet droog zeven toegepast worden.

De massa van de weerhouden granen op de verschillende zeven worden gerapporteerd aan de initiële massa van het monster. De gecumuleerde percentages die door elke zeef gaan worden aan de hand van een nummer voorgesteld en indien nodig met behulp van een grafiek.

Monstergrootte

In de norm kan de grootte teruggevonden worden van de geklasseerde monsters volgens de dichtheid van het granulaat en zijn maximale granulaire diameter.

Tabel 1: Massa van de proefnames voor courante granulaten met een volumemassa tot 3000 kg/m³

Granulaire klasse mm	Massa van de minimale proefname M (kg)
90	80
63	40
32	10
16	2,6
8	0,6
≤ 4	0,2

- Voor de andere diameters: interpoleren met behulp van de formule $M = \left(\frac{D}{10}\right)^2$
- Voor de andere volumemassa's: correctie om hetzelfde volume te bekomen

Uitvoering

De proef wordt uitgevoerd in twee fasen op ovendroog materiaal. In een eerste fase wordt het geheel gewassen met water over een 63µm zeef (eventueel beschermd met een 1 of 2 mm zeef). De zeefresten worden opnieuw gedroogd en gewogen om het gehalte aan toeslagstoffen te bepalen.

Dit gedroogde materiaal wordt naderhand boven in de zeefkolom aangebracht en volledig tot constante massa uitgezeefd. Constante massa wordt aanschouwd indien de massa die weerhouden wordt op de zeef na manueel schudden gedurende 1 minuut minder dan 1% wijzigt.



Formule

$$r_i = \frac{R_i}{M_1} \times 100$$

met

r_i Procentuele resten op zeef i (% in massa)

R_i Zeefresten in massa op zeef i, in kg

M_1 droge massa van het monster in het begin van de proef, in kg

Het cumulatieve percentage dat passeert is $100 - \sum (100 \times \frac{R_i}{M_1})$

Het kan berekend worden door een zeef tot 0,063 mm niet inbegrepen.

$$f = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100$$

met

f Percentage toeslagstoffen (<63µm) (% in massa)

M_1 Gedroogde massa van de proefname in kg

M_2 Gedroogde massa van de zeefresten bij een zeef van 63 µm, in kg

P Massa van het zeefsel dat op de bodem blijft, in kg

Enkele bijzonderheden

- Bijlage A bevat een alternatieve proefmethode voor kiezelzand met $D \geq 31,5$ mm.
- De proef kan eveneens uitgevoerd worden indien de granulaten gevoelig zijn aan hogere temperatuur en bijgevolg niet gedroogd kunnen worden bij 110°C. De te volgen methode wordt beschreven in bijlage B.

- Bijlage C bevat een rekenproef voorbeeld.
- Bijlage D bevat een geruit blad voor de grafische voorstelling van de resultaten.
- De norm vermeldt een r-waarde (herhaalbaarheid) of R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.

Principe

De norm NBN EN 1097-1 beschrijft de micro-Deval proefmethode ter bepaling van de weerstand tegen afslijting van een monster granulaten. In de proef wordt een monster met een opgelegde granulometrie (10/14) samen met water en stalen kogels in een draaiende cilinder geplaatst. De granulaten zijn hierdoor onderhevig aan slijt. De micro-Deval coëfficiënt wordt berekend op basis van het percentage granulaten dat na de proef op de zeef van 1,6 mm blijft liggen. Hoe kleiner de micro-Deval waarde, hoe bestendiger het granulaat is tegen afslijting.

Monstergrootte

2 kg granulaat tussen 10 en 14 mm wordt voorzien aan het granulaatlabo. Dit monster zal in fracties ontbonden worden en een nieuw samengesteld monster met voor gedefinieerde zeefcurve zal uit deze fracties gevormd worden. Dit nieuwe labomonster wordt beperkt tot 500 ± 2 g.



Uitvoering

Samen met 5kg aan stalen kogels en 2,5l water wordt het labmonster in een stalen molen gebracht. Deze volledig genormaliseerde molen, die aan de binnenzijde volledig glad is, laat men 12000 omwentelingen maken aan een snelheid 100 toeren per minuut.

Na deze omwentelingen zeeft men het (gedroogde) monster af op een 1,6 mm zeef. De hoeveelheid massa die op deze zeef weerhouden wordt is een maat voor de weerstand tegen afslijting.

Formule

$$M_{DE} = \frac{500 - m}{5}$$

met

M_{DE} De micro-deval waarde

m De zeefrest (in gram) weerhouden op 1,6 mm

Het resultaat wordt tot op 0,1 nauwkeurig uitgedrukt.

Enkele bijzonderheden

- Bijlage A beschrijft de beproeving van spoorwegbalast
- De proef kan eveneens uitgevoerd worden in dorge vorm. Dit wordt beschreven in bijlage B.
- Bijlage C breidt de proef uit tot andere granulometrische klassen. De proef kan eveneens uitgevoerd worden op de granulometrische klassen 4 tot 6,3 mm, 6,3 tot 10 mm, 8 tot 11,2 mm en 11,2 tot 16 mm. Wanneer de micro-Deval proef op dergelijke alternatieve granulometrische klassen wordt uitgevoerd, moet dit omwille van de interpretatie achteraf wel duidelijk vermeld worden in het proefverslag. Granulaten kunnen immers verschillende resultaten geven in functie van de diverse granulometrische klassen.
- Behalve bijlage A is de versie van 2011 niet verschillende van deze van 1996. Bijlage C werd gepubliceerd in 2003 als een aanvulling op de toenmalige norm.

Opmerking

De norm vermeldt waarde van r (herhaalbaarheid) of van R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage D.

Principe

De norm NBN EN 1097-2 beschrijft twee verschillende proefmethoden der bepaling van de weerstand tegen verbrijzeling van een monster granulaten.

De eerst beschreven methode is de Los Angeles test: het betreft de referentiemethode. In deze proef wordt een monster met opgelegde granulometrie (10/14) samen met stalen kogels in een draaiende trommel gebracht. Aan de binnen zijde van deze trommel is in radiale richting een stalen plaat bevestigd. De proef wijkt dus omwille van deze plaat principieel af van de Deval-proef, deweke in NBN EN 1097-1 beschreven is. Net zoals bij de Deval-proef wordt het monster naderhand op 1,6mm afgezeefd.

Een tweede beschreven methode is de impact test. Een monster met opgelegde granulometrie (8/12,5) wordt in een mal geplaatst waarna het automatisch op genormaliseerde wijze 10 hamerslagen van 50kg krijgt. Hierna wordt de fractie kleiner dan 8 mm bepaald. Deze is een maat voor de verbrijzelingsweerstand.

Monstergrootte

Voor de LA-proef wordt minstens 5 kg granulaat van de granulaatklasse tussen 10 en 14 mm voorzien. Dit monster zal in fracties ontbonden worden en een nieuw samengesteld monster met voor gedefinieerde zeefcurve zal uit deze fracties gevormd worden. Dit nieuwe labomonster wordt beperkt tot 500 ± 5 g.

Voor de impact test wordt minstens 5 kg granulaat van de granulaatklasse tussen 8 mm en 10 mm voorzien en 2,5 kg van elk van de klassen 10 tot 11.2 en 2.5 kg 11.2 tot 12.5. Opnieuw wordt het monster ontbonden in zeeffracties waarna proefmonster worden aangemaakt door de zeeffracties te hercombineren. Het proefmonster zal voor 50m% bestaan uit de 8/10mm fractie, voor 25m% uit 10/11.2 mm en voor 25m% uit 11,2/12,5 mm. De totale massa uitgedrukt in kg zal gelijk zijn aan 0,5 maal de reële volumemassa van de granulaten uitgedrukt in ton/m^3 . Per proef zullen drie van dergelijke labomonsters beproefd worden.



Uitvoering

Voor de LA-proef wordt samen met 4690 g tot 4860 g aan stalen kogels het droge labomonster in een trommel gebracht. Deze volledig genormaliseerde trommel, die aan de binnenzijde bovendien voorzien is van een plaat in radiale richting, laat men 500 omwentelingen maken aan een snelheid van 32 ± 1 toeren min^{-1} . Na deze omwentelingen zeeft men het (gedroogde) monster af op een 1,6 mm zeef. De hoeveelheid massa die op deze zeef weerhouden wordt is een maat voor de weerstand tegen afslijting.

Voor de uitvoering van de impact-test wordt het proefmonster in een genormaliseerde mal gebracht en krijgt het 10 slagen van een volledig genormaliseerde hamer. Dit gebeurt door de hamer, met een massa van 50 kg wordt van op 370mm boven het monster in vrije val te brengen. - Merk op dat de vrije val steeds start vanaf 370 mm boven het monster. Aangzien het monster onderhevig is aan de proef, zal de absolute hoogte van de hamer na iedere slag dienen bijgesteld te worden. - Na de hamerslagen wordt het monster afgezeefd over 8; 5; 2; 0,63 en 0,20 mm. De som van de percentages in massa van de zeefdoorvallen zijn een maat voor de weerstand tegen verbrijzeling.

Formule

Los-Angeles

$$LA = \frac{5000 - m}{50}$$

met

LA De Los Angeles waarde

m De zeefrest (in gram) weerhouden op 1,6 mm

Het resultaat wordt afgerond tot op 1 nauwkeurig.

Impact test

$$SZ = \frac{M}{5}$$

SZ De impact waarde [%]

M De som van de percentages in massa van de zeefdoorvallen van elk van de 5 zeven in controle

Het resultaat der gemiddelde wordt tot op 0.1% uitgedrukt

Enkele bijzonderheden

- Sinds de versie uit 2010 is er, voor de gerecycleerd granulaten, een proefoperatie beschreven voor de klasse 16/32mm.
- Bijlage A beschrijft sinds 2010 de aangepaste methodes voor granulaten voor spoorwegbalast.

Opmerking

De norm vermeldt waarde van r (herhaalbaarheid) of van R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage E.

Principe

De norm beschrijft een methode der bepaling van de dichtheid van onverdicht materiaal en het gehalte aan holle ruimte. Hiervoor wordt een vat met gekend volume gevuld met het te beproeven materiaal. Zonder dit materiaal te verdichten wordt het vat tot aan de rand gevuld en afgestreken. De verhouding tussen de massa aan granulaat en het volume van het vat geeft de dichtheid van het onverdicht materiaal.

Monster

Drie proefmonsters conform NBN prEN 932-2 dienen verkregen te worden. Het granulaat moet bij 105 tot 115°C gedroogd worden totdat de massa constant is. De massa van het proefmonster bedraagt 1,2 tot 1,5 maal de massa nodig om het vat te vullen.

Voor lichtgewichtgranulaat dient men het monster na het drogen bij 105 tot 115°C eerst in evenwicht te laten komen met een gestandariseerde omgeving van 23±5°C en 50±10% RV.

Uitvoering

Afhankelijk van het kaliber van het granulaat wordt een minimale inhoud voor het te gebruiken vat vooropgesteld. De massa van dit lege, schoon en droog vat wordt bepaald waarna het vat op een horizontale ondergrond wordt geplaatst en gevuld wordt met het granulaat op een zodanig wijze dat ontmenging wordt vermeden. Na het vullen worden de resten van het granulaat aan de bovenkant van het vat verwijderd en verspreid men het granulaat over dit oppervlak zo gelijkmatig mogelijk. Het oppervlak wordt tevens afgestreken met een liniaal, of indien niet anders kan, met de hand.

De massa van het gevulde vat wordt bepaald en genoteerd.

Per te testen granulaatmonsters dient deze proef op 3 proefmonsters uitgevoerd te worden.

Formule

Dichtheid onverdicht materiaal

met

$$\rho_b = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

ρ_b De dichtheid van onverdicht materiaal [ton/m³]

m_1 De massa van het lege vat [kg]

m_2 De massa van het vat en het proefmonster [kg]

V De inhoud van het vat [L]

De dichtheid van onverdicht materiaal wordt geregistreerd als het gemiddelde van de drie waarden, afgerond tot op twee decimalen na de komma voor normale toeslagmaterialen en op drie decimalen na de komma voor lichtgewichtmaterialen.

Percentage holle ruimten

Tevens wordt in de norm de mogelijkheid geboden het percentage aan holle ruimten te bepalen, mits de ovengedroogde dichtheid van het granulaat conform NBN EN prEN1097-6 gekend is kan hiertoe volgende formule gebruikt worden.

$$v = \frac{\rho_p - \rho_b}{\rho_p}$$

v Het percentage aan holle ruimten [vol%]

ρ_b De dichtheid van het onverdichte materiaal [ton/m³]

ρ_p De ovengedroogde dichtheid van de deeltjes conform NBN EN 1097-6 [ton/m³]

Enkele bijzonderheden

- De norm is van toepassing op natuurlijke en kunstmatige granulaten met een maximum afmeting van 63mm.
- Bijlage A beschrijft de bepaling van de schijnbare bulkdichtheid van vulstoffen in kerosine.

Opmerking

De norm vermeldt waarde van r (herhaalbaarheid) of van R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage C.

Principe

De norm beschrijft een methode ter bepaling van de holle ruimten in droge verdichte vulstof (filler). Hiervoor wordt een recipiënt gevuld met het te beproeven materiaal waarna het volgens een genormaliseerde methode verdicht wordt. Zowel de massa van het monster als de hoogte na verdichting worden afgelezen. Door gebruik te maken van de reële volume massa van de filler (NBN EN 1097-7), wordt het intergranulaire poreusheidspercentage van de filler berekend rechtstreeks uit het percentage aan holle ruimten.

Monster

Het proefmonster dient over een minimale massa te beschikken van minstens 150 g. Dit dient gedroogd te worden bij $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ tot constante massa waarna men het minstens 90 minuten laat afkoelen in een exicator.

Eventuele agglomeraten dienen met een spatel verpulverd te worden en onder het overige fillermateriaal vermengd te worden.

Uitvoering

De reële volume massa van de filler conform NBN EN 1097-7 dient vooraf aan de proef bepaald te zijn.

Het gehele testapparaat (mobiel gedeelte zonder piston) wordt vooraf bij aanvang gewogen. Ook de nul-hoogte van de dieptereceptor vooraf ingesteld rekening houdend met filterpapier in de cilinder.

$10\pm 1\text{g}$ aan filler wordt in de cilinder gebracht en gelijkmatig uitgespreid door zachtjes met het apparaat op/tegen de tafel te tikken. Hierna wordt het filtreerpapier op de filler geplaatst en wordt de piston zachtjes aangedrukt.

De met filler gevulde cilinder wordt vervolgens samen met de piston langs de geleidingsrails opgehouden tot maximale steun. Hierna laat men het geheel vallen. Deze bewerking wordt 100 maal uitgevoerd met intervallen van ongeveer 1 seconden. Bij iedere de slag na het vallen zal de piston de vulstof verdichten.

Na deze 100 cycli wordt de massa van het geheel bepaald en de hoogte van de kolom, gevuld met vulstof, opgemeten. De massa van de gecompacteerte filler wordt berekend door de massa van het geheel te verminderen met de massa van het lege testtoestel.

Bovenstaande beproeving dient steeds drie keer uitgevoerd te worden en steeds moet een verschillend proefmonster gebruikt worden.

Formule

$$v = \left(1 - \frac{4 \cdot 1000 \cdot m_2}{\pi \cdot r^2 \cdot \rho_f \cdot h}\right) \cdot 100\%$$

met

- ρ_f De reële volume massa van de filler conform NBN EN 1097-7 [ton/m³]
- m_2 De massa van de gecompacteerde vulstof [g]
- h De hoogte van de gecompacteerde vulstof [mm]
- α De binnendiameter van de holle cilinder [mm]
- v De intergranulaire poreusheid [vol.%]

Het uiteindelijk resultaat, de holle ruimten van de verdichte filler, wordt genoteerd als het gemiddelde over de drie meetwaarden afgerond tot op 1vol.% nauwkeurig.

Enkele bijzonderheden

De norm vermeldt waarde van r (herhaalbaarheid) of van R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage A.

Principe

De norm beschrijft een methode der bepaling van het totale watergehalte per eenheid droge stof van een aggregaatmonster. Dit water kan zowel afkosmtig zijn uit de porieren van het aggregaat als vanop de oppervlakte van het aggregaat. Dit gebeurt door het monster voor en na droging bij 110°C te wegen. Dit massaverschil in verhouding tot de massa aan ovendroge aggregaten geeft het watergehalte.

Monster

De massa van het monster in kilogram dient minstens 0,2 maal de maximale korrelgrote in millimeter te zijn. Dit echter met een minimum van 0,2 kg.

Uitvoering

Het testmonster met gekende (vochtige) massa wordt uitgespreid op een schaal en ten droge gelegd in een geventileerde oven bij 110±5°C. Dit totdat de massa van de inhoud van de schaal minder dan 0,1% wijzigt per uur, men spreekt over constante massa.

In het geval van fijne aggregaten is het toegelaten het monster tijdens het drogingsproces met behulp van bv een spatel om te roeren teneinde verdamping van water te vergemakkelijken. De spatel dient echter wel steeds in het recipiënt gelaten te worden om zo geen deeltjes te verliezen.

Formule

$$W = \frac{M_1 - M_3}{M_3} \times 100$$

met

W Watergehalte [m%]

M₁ Monstermassa in vochtige toestand [g]

M₃ Monstermassa na droging [g]

Het resultaat wordt uitgedrukt tot op 0,1m%.

Enkele bijzonderheden

- Bijlage A beschrijft de beproeving voor lichtgewichtaggregaten.
- Bijlage B beschrijft de een rekenvoorbeeld

Opmerking

De norm vermeldt waarde van r (herhaalbaarheid) of van R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage C.

Principe

De norm beschrijft een methode ter bepaling van de volumieke massa van granulaten en hun waterabsorptie. De massa van de granulaten wordt bepaald door weging in verzadigde droge toestand en oven droge toestand. Het volume van de granulaten wordt bepaald via een vloeistof verplaatsing. De verhouding van de massa van de granulaten tot hun volume geeft hun dichtheid.

De keuze van de proefmethode hangt af van de granulaire klasse. Indien de granulaten uit meerdere granulaire klassen bestaan, is het nodig om het monster op te splitsen in verschillende klassen: van 0.063 mm tot 4 mm, van 4 mm tot 31.5 mm, van 31.5 mm tot 63 mm vooraleer de proefname voor te bereiden. Het percentage vertegenwoordigd door elke klasse moet opgenomen worden in het proefverslag.

Voor granulaten tussen 31,5 mm en 63 mm dient de “wire-basket” methode toegepast te worden.

Voor granulaten tussen 4 mm en 31,5 mm dient de Pyknometer-methode toegepast te worden en een afgeleide hiervan, maar steunend op dezelfde ideeën dient toegepast te worden indien de granulaten kleiner zijn dan 4 mm maar groter dan 63µm.

Monster

De monsters dienen vooraf gewassen en gedroogd te zijn.

31,5 mm tot 63 mm

De minimale proefname is afhankelijk van de maximale granulatengrootte en bedraagt 15 kg voor $D_{\max}$ 63 mm en 7 kg voor $D_{\max} \leq 45$ mm.

4 mm tot 31,5 mm

De minimale proefname is afhankelijk van de maximale granulatengrootte en bedraagt 5 kg voor $D_{\max}$ 31,5 mm; 2 kg voor $D_{\max}$ 16 mm en 1 kg voor $D_{\max}$ 8 mm.

4 mm tot 0.063 mm

De minimale monstergrootte bedraagt 1 kg.

Voor de andere afmetingen, kan de minimale massa van het monster bepaald worden door interpolatie.

Uitvoering

31,5 mm tot 63 mm

De massa in het water van de lege mand is de massa M_3 . De granulaten worden in een mand geplaatst dewelke ondergedompeld wordt in water. Vijfentwintig maal wordt de mand in en uit het water gehaald teneinde luchtballen te verwijderen van de granulaten.

Men laat gedurende 24 uur de granulaten rusten onder water waarna men de aggregaten onder water weegt (M_2). Hierna wordt het monster uit het water genomen en gedroogd om een doek tot de oppervlakte gedroogd is. Directe warmte en/of zonlicht dient uiteraard steeds vermeden te worden. Opnieuw wordt hun massa bepaald (M_1).

De massa van de oventdroge ($110\pm 5^\circ\text{C}$) granulaten tot een constante massa (M_4)* (* massa bekomen na opeenvolgende wegingen tijdens het drogen, met minstens 1 u tussen, die niet meer dan 0.1% verschillen) word eveneens bepaald.

4 mm tot 31,5 mm

Het monster wordt in een pyknometer onder water gebracht waarna men het gedurende 24 uur laat rusten. Na de absorptie periode wordt de pyknometer tot overlopen gevuld met water en afgesloten. (Hierdoor wordt een constant volume ingesloten.) De buitenzijde van het recipiënt wordt afgedroogd en het geheel wordt met een balans gewogen (M_2). Naderhand wordt het monster uit het recipiënt gehaald en opnieuw wordt dit recipiënt gevuld, dit maal met water waarna het opnieuw gewogen wordt. De massa M_3 wordt bepaald. De massa in de lucht van de verzadigde granulaten en oppervlakkig droog in gram is de massa M_1 . Het monster wordt gewogen na een droogperiode tot 'oppervlakte droog' en na een droging in een oven bij $110\pm 5^\circ\text{C}$.

Minder dan 4mm

Bovenstaande handeling (4/31,5) wordt opnieuw gehanteerd met uitzondering van de droging op een doek tot 'oppervlak droog'. De granulaten worden om ze oppervlakdroog te maken immers uitgespreid op een schaal en onderheven aan een warmte luchtstroom. Om ervoor te zorgen dat het drogen van het oppervlak bereikt is, gebruikt men een mal met de vorm van een afgeknotte kegel. Hiertoe worden de granulaten in een conische vorm geplaatst die met zijn grootste diameter naar beneden gericht is. Na het opheffen van de matrijs zullen de deeltjes zich verspreiden of hun vormbehouden afhankelijk van hun vochttoestand.

Formules

Per proefmethoden worden vier verschillende formules gedefinieerd.

Eén formule geeft de waterabsorptie als een percentage van de droge massa na 24 uur absorptie.

$$WA_{24} = \frac{100x(M_1 - M_4)}{M_4}$$

Drie andere formules geven de granulaten dichtheid in verschillende vorm:

Absolute volumieke massa: verband tussen de massa van het ovendroge monster en het volume dat het bezet in het water inclusief de gesloten poriën maar met uitsluiting van deze toegankelijk voor het water. ρ_a

$$\rho_a = \rho_w \frac{M_4}{M_4 - (M_2 - M_3)}$$

met ρ_w = volume massa van water

Reële volume massa bepaald na droging in de oven: verband tussen de massa van het ovendroge monster en het volume dat het bezet in water inclusief de gesloten poriën en deze toegankelijk voor het water.

$$\rho_{rd} = \rho_w \frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)}$$

met ρ_w = volume massa van water

Verzadigde reële volume massa droog oppervlak: verband tussen de massa van een granulaatmonster, inclusief de massa van het water aanwezig in de watertoegankelijke poriën en het volume dat het bezet in water inclusief de gesloten poriën en deze toegankelijk voor het water.

$$\rho_{ssd} = \rho_w \frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$$

De dichtheden worden allen uitgedrukt tot op 0,01 Mg/m³ terwijl de waterabsorptie genoteerd wordt tot op 0,1 % .

Enkel bijzonderheid

De norm vermeldt waarde van r (herhaalbaarheid) of van R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage E.

Principe

De methode met de pyknometer is een gebruikelijke methode die toelaat het volume te bepalen van de monsters met een onregelmatige vorm, zoals de granulaten. Wanneer de massa van het monster gekend is, kan de volume massa berekend worden.

Het principe is gebaseerd op het vervangen van een bepaalde hoeveelheid vloeistof van de gekende volume massa door de proefname. Een pyknometer met gekend volume die de monstername bevat wordt gevuld met vloeistof. Het volume van deze vloeistof wordt berekend door het quotiënt van de massa van de bijkomende vloeistof door de volume massa van de vloeistof. Het volume van de proefname wordt vervolgens berekend door het aftrekken van dit volume met het volume van de pyknometer.

Monster

Drie afzonderlijke monsters van minstens 50 g dienen bij 110°C gedroogd te worden tot constante massa. Na afkoeling worden agglomeraten verpulverd met een spatel en vermengd onder het overige specimen. Dit monster wordt voor beproeving gezeefd over een 0,125 mm zeef. Enkel de zeefdoorval wordt verder benut.

Uitvoering

De droge en gezuiverde pyknometer wordt vooreerst gewogen (m_0) waarna 10 ± 1 g monster ingebracht wordt en de pyknometer wordt gevuld en opnieuw gewogen (m_1). De gekozen vloeistof wordt toegevoegd tot dat het monster onder staat. Dit geheel laat men minstens 30 minuten rusten onder vacuum in een droger.

Naderhand wordt het geheel in een waterbad bij $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ gebracht en volledig gevuld met de gekozen vloeistof. Na één uur wordt de pyknometer gesloten, afgedroogd aan de buitenzijde en gewogen (m_2).

Formule

$$\rho_f = \frac{m_1 - m_0}{V - \frac{m_2 - m_1}{\rho_l}} \times 100$$

met

- pf De reële volume massa van de vulstof bij 25°C in ton/m³
- pl De volume massa van de vloeistof bij 25°C in ton/m³
- m0 De massa van de lege pyknometer met proefname [g]
- m1 De massa van de pyknometer met stop en filler [g]
- m2 De massa van de gesloten en volledig gevulde pyknometer met filler en vloeistof [g]
- V Het volume van de pyknometer

Het resultaat wordt uitgedrukt als het gemiddelde van drie metingen tot op 0,01 ton/m³ nauwkeurig.

Enkele bijzonderheden

- Bijlage A beschrijft de beproeving voor de bepaling van het volume van de pyknometer.
- Bijlage B beschrijft de beproeving voor het bepalen van de dichtheid van een willekeurige vloeistof

Opmerking

De norm vermeldt waarde van r (herhaalbaarheid) of van R (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage C.

Principe

De beproeving gebeurt in twee verschillende stadia. In een eerste fase wordt het te beproeven granulaat gepolijst op genormaliseerde wijze. In een tweede fase wordt daarna gemeten welk effect deze polijsting had op de wrijvingscoëfficiënt.

Monster

Minstens 2 kg dient voorhanden te zijn. Het monster wordt fractioneel gezeefd totdat alle materiaal doorheen een vierkante 10 mm zeef valt en weerhouden wordt op een 7,2 x 40 mm² zeef. De steentjes van dit monster worden in één laag geschikt in een, speciaal voor dit doel ontworpen, mal waarna met fijn zand de kleine overblijvende holtes gevuld worden. Na het vullen van de matrijs wordt het monster gefixeerd met hars. Het resultaat is een vormgegeven en stijve gebogen plaat met aan de buitenzijde (de bolle kant) de te beproeven steentjes.

Uitvoering

Fase 1: Versneldepolijsting van het monster

Het monster wordt bevestigd in een wiel dat met constante snelheid wordt geroteerd. Tegen dit wiel wordt onder constante druk (met behulp van een gewicht) een tweede wiel uit rubber gemonteerd. Tevens wordt water en slijpsteen(poeder) gevoed aan het geheel. Deze actie wordt twee maal uitgevoerd (een maal met grove slijpsteenkorrels, éénmaal met fijnere slijpsteen, waarbij eveneens het rubberwiel verschillend is). Tussentijds wordt het monster verwijderd en gewassen om alle restanten van de grove slijpsteen te verwijderen. Deze twee cycli resulteren in een gepolijst beproevingsoppervlak.

Fase 2: Beproeving van de wrijvingscoëfficiënt

Alvorens de wrijvingscoëfficiënt van het monster te bepalen wordt deze proef uitgevoerd op een referentiesteen. Deze steen met welgekende wrijvingscoëfficiënt wordt gebruikt ter controle van het meetsysteem.

De meting op het proefstuk en de referentiesteen gebeurt steeds in bevochtigde toestand en gebeurt door een slinger met een genormaliseerd rubber over de steen te laten slingeren/glijden. De kinetische energie van der slinger wordt tijdens het glijdingsproces deels gedispergeerd. Hierdoor zal de slinger, eenmaal aan de andere zijde van het proefstuk, minder kinetische energie omzetten in potentiële. Deze resterende potentiële energie wordt opgemeten door de ultieme hoogte of hoek van de slinger te noteren. Dit laatste wordt opgemeten in de vorm van een dimensieloos getal "S" dat des te lager is naarmate de slinger hoger eindigt.

Formule

$$PSV = S + 52,5 - C$$

met

PSV De “Polished Stone Value”, de polijstwaarde

S Potentiele energie na wrijving van de monsters (een gemiddelde over 3 proefmonsters)

C Potentiele energie na wrijving van de referentiestenen (een gemiddelde over 3 referentiestenen)

Enkele bijzonderheden

- Bijlage A beschrijft de bepaling van de AAV-waarde “*aggregate abrasion value*”.
- Bijlage B beschrijft een controle op de slijpsteen
- Bijlage C beschrijft de ijking van de polijstmachine
- Bijlage D beschrijft de ijking van de wrijvingsmeter

Opmerking

De norm vermeldt waarde van *r* (herhaalbaarheid) of van *R* (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid in bijlage E.

NBN EN 1097-10

Bepaling van de waterzuighoogte (2014)

Nota: Opstijgend vocht doorheen de granulaatlaag onder de vloerplaat kan vochtproblemen veroorzaken in een gebouw. Indien de laag dikker is dan de waterzuighoogte van het gebruikte granulaat wordt de laag beschouwd als een capillaire barrière.

Principe

Men brengt een monster van droog granulaat in een verticale buis en plaatst dit in direct contact met vrij water, zodat het granulaat het water kan opzuigen. Wanneer een evenwicht bereikt wordt, wordt de zuighoogte bepaald door de variatie van het vochtgehalte in het monster.

Vermits de zuighoogte beïnvloed kan worden door de relatieve vochtigheid en de droge schijnbare volumieke massa van het granulaat, worden het hygroscopische vochtgehalte en de droge schijnbare volumieke massa tegelijkertijd aan de proef opgemeten.

Monster

De grootte van het monster is afhankelijk van de maximale korrelgrootte van het granulaat. In de norm vindt men een tabel terug met de minimale testvolumes in functie van de maximale korrelgrootte.

Maximale korrelgrootte D mm	Minimaal volume voor het monster l	
	Bepaling van het maximale hygroscopische vochtgehalte	Bepaling van de schijnbare droge volumieke massa en de waterzuighoogte
8	0,25	3,0
10	0,25	3,0
16	0,25	3,5
20	0,5	3,5
32	1,0	5,0

Uitvoering

De minimale afmetingen van het gebruikte materieel zijn ook afhankelijk van de korrelgrootte van het granulaat.

Maximale korrelgrootte D mm	Minimale inwendige diameter van de buis mm	Minimale inwendige oppervlakte van de bodem van de vocht- container m ²
8	125	0,04
10	125	0,04
16	140	0,04
20	140	0,05
32	170	0,08

Bepaling van het maximale hygroscopische vochtgehalte

Een glazen recipiënt (150 ml) met een verzadigde kaliumsulfaatoplossing wordt in het midden van de vocht-container geplaatst. Het monster wordt gelijkmatig verdeeld over het resterend oppervlak van de container waarna de container afgesloten wordt.

Na een testduur gelijk aan die van de bepaling van de waterzuighoogte wordt het monster uit de container gehaald en gewogen (M_{hyg}).

Hierna wordt het monster gedroogd bij $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ tot constante massa (NBN EN 1097-5) en gewogen (M_{hygd}).

Het maximale vochtgehalte W_{hyg} wordt berekend aan de hand van volgende vergelijking:

$$W_{hyg} = \frac{M_{hyg} - M_{hygd}}{M_{hygd}} \times 100 \text{ (in \% tot op 1 decimaal nauwkeurig)}$$

Bepaling van de waterzuighoogte

Een verticale buis met een hoogte van 20 cm en kleine openingen onderaan wordt gevuld met het droge monster. De buis wordt geplaatst in een schotel waarvan het waterpeil constant wordt gehouden op 1 cm.

De massa van de volledige opstelling (het monster, de buis, de schotel en het water) wordt gemeten na de eerste vijf minuten in contact met het water en vervolgens na 24 uur, 48 uur, 72 uur, 168 uur en daarna elke 7 dagen.

De proef is afgelopen wanneer het verschil in massa na 7 dagen kleiner is dan $0,2 \text{ kg/m}^2$ zuigoppervlakte.

Het capillair opgezogen water, $W_c(t)$, wordt berekend als het verschil in massa in evenwichtstoestand (t) en na 5 minuten, per m^2 zuigoppervlakte.

$$W_c(t) = \frac{M_{tot}(t) - M_{tot}(5 \text{ min})}{\pi \left(\frac{d_t}{2}\right)^2}$$

Vervolgens stelt men een grafiek op van het watergehalte (W , t.o.v. de droge massa) van de verschillende lagen (dikte $> D$) in functie van de hoogte boven het waterpeil. Men zet tevens het maximale hygroscopische vochtgehalte W_{hyg} uit op de grafiek.

De zuighoogte H_{cap} stemt overeen met de grootste van volgende twee waarden:

- de hoogte (H_{hyg}) boven het waterniveau waar de curve van het watergehalte het maximale hygroscopische watergehalte W_{hyg} snijdt
- de hoogte (H_{con}) boven het waterniveau waar de curve van het watergehalte W (0,5%) snijdt of waarboven het watergehalte een constant niveau bereikt (ΔW tussen twee opeenvolgende lagen $< 0,3 \%$), de laagste van de twee.

Opmerkingen

- De norm vermeldt geen r-waarde (herhaalbaarheid) of R-waarde (reproduceerbaarheid) voor de beoordeling van de meetnauwkeurigheid.
- De norm vermeldt een methode voor de bepaling van de droge schijnbare volumieke massa.



Hulpstoffen

Voorwerp van de norm

Deze norm maakt deel uit van de reeks EN 934 'Hulpstoffen voor beton'. Deel 5 is meer bepaald gewijd aan de hulpstoffen voor spuitbeton:

Bindingsversnellers: bestemd voor het ontwikkelen van binding van het beton op zeer jonge leeftijd (verschilt van de versnellers bepaald in de norm EN 934-2 'Hulpstoffen voor beton'), en waarvan de maximaal aanbevolen dosis 12% bedraagt (die van de andere hulpstoffen voor beton en spuitbeton bedraagt 5%).

Alkalivrije bindingsversnellers: Eerder gedefinieerde bindingsversneller, met een alkaligehalte ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{equivalent}}$) van minder dan 1% in de massa.

Referentiehulpstoffen voor de consistentie: hierdoor kan de consistentie gedurende een lange periode behouden blijven.

Hulpstoffen die de hechting verbeteren: hierdoor kan de hechting tussen de lagen spuitbeton of tussen het substraatoppervlak en het spuitbeton worden verbeterd.

Eisen

De eisen zijn gespreid over meerdere categorieën:

Algemene eisen: identiek aan die van klassiek beton zoals aangegeven in EN 934-2 (homogeniteit, kleur, actief bestanddeel, relatieve densiteit, conventionele vastestofgehalte, pH, algeheel chloorgehalte, oplosbaar chloridegehalte in water, in alkalische media, en corrosiegedrag), met uitzondering van het effect op de bindingstijd dat dan weer tot de bijzondere eisen behoort.

Specifieke eisen met betrekking tot bindingsversnellers (inclusief alkalivrije) voor spuitbeton: bindingstijd (initiële en uiteindelijke) en druksterkte (vergelijking tussen mortel met hulpstof en referentiemortel op 28 dagen en op 90 dagen).

Specifieke eisen met betrekking tot referentiehulpstoffen voor de consistentie: behoud van de consistentie (vergelijking tussen de zetting of initiële spreiding van referentiemortel en de zetting of spreiding van mortel met hulpstof 6 h later) en druksterkte (vergelijking tussen mortel met hulpstof en referentiemortel op 28 dagen).

Specifieke eisen voor hulpstoffen die de hechting verbeteren: hechting bij een trekproef (vergelijking van de hechting tussen lagen op 28 dagen tussen de referentiemortel en de mortel met hulpstof) en druksterkte (vergelijking tussen mortel met hulpstof en referentiemortel op 28 dagen).

Conformiteitscontrole

De controlefrequenties betreffende de algemene eisen (homogeniteit, kleur, relatieve densiteit, conventionele vaste-stofgehalte, pH, algeheel chloridegehalte, alkaligehalte) zijn identiek aan die van de hulpstoffen voor klassiek beton opgenomen in norm EN 934-2.

De specifieke eisen zijn dan weer verschillend van aard en frequentie:

Druksterkte op 28 d: 1 proef per jaar voor bindingsversnellers voor spuitbeton, referentiehulpstoffen voor de consistentie en de hulpstoffen die de hechting verbeteren.

Bindingstijd: 1 proef /1000 t met een maximum van 3 proeven per jaar voor bindingsversnellers voor spuitbeton.

Behoud van de consistentie: 1 proef /1000 t met een maximum van 3 proeven per jaar voor referentiehulpstoffen voor de consistentie.

Hechting bij een trekproef: 1 proef /1000 t met een maximum van 3 proeven per jaar voor hulpstoffen die de hechting verbeteren.

Vergelijking met de technische goedkeuringsleidraad van BUtgb nr. G0019 – Spuitbetons

Dit soort metingen op jonge leeftijd komt in de leidraad G0019 niet aan bod. Wel wordt ingegaan op de eerste meting van de druksterkte na 7 dagen op een kernmonster genomen in de proefplaat, volgens norm NBN B15-220 (inmiddels vervangen door de Europese normen NBN EN 12504-1 'Beproeving van beton in constructies – Deel 1: Boorkernen, monsterneming, onderzoek en bepaling van de druksterkte' en NBN EN 12390-3 'Beproeving van verhard beton – Deel 3: Druksterkte'). De meting van de bindingstijd wordt vermeld maar zonder aanduiding van beproevingsmethode en criterium; deze dienen met de houder van de goedkeuring te worden bepaald.



Cement

NBN B12-108

Cement – Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten (2015)

Inleiding

Deze Belgische norm definieert, op basis van nationale ervaring, cementsoorten met hoge bestandheid tegen sulfaten.

Onderwerp van de norm

Vier cementsoorten met een hoge bestandheid tegen sulfaten worden gedefinieerd volgens deze norm:

- a) Portlandcement CEM I-SR 0 en CEM I-SR 3
- b) Hoogovencement CEM III/B-SR en CEM III/C-SR
- c) Samengesteld cement CEM V/A (S/V) HSR
- d) Supersulfaatcement SSC HSR

Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten moet een mortel of beton opleveren dat, ondanks de eventuele aanwezigheid van sulfaten, vormvast blijft.

Genormeerde aanduiding

In onderstaande tabel worden de cementsoorten met een hoge bestandheid tegen sulfaten volgens de verschillende Belgische en Europese normen samengevat:

Belgische norm NBN B12-108 Uitgave 2006		Europese norm NBN EN 197-1 Uitgave 2011		Belgische norm: NBN B12-108 Uitgave 2015	
CEM I HSR	$\leq 3,0 \% C_3A$	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR5	$= 0 \% C_3A$ $\leq 3 \% C_3A$ $\leq 5 \% C_3A$	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3	$= 0 \% C_3A$ $\leq 3 \% C_3A$
CEM III/B HSR CEM III/C HSR		CEM III/B-SR CEM III/C-SR		CEM III/B-SR CEM III/C-SR	
		CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	$\leq 9 \% C_3A$ $\leq 9 \% C_3A$		
CEM V/A (S-V) HSR				CEM V/A (S-V) HSR	
SSC HSR				SSC HSR	

Cementsoorten CEM I-SR 5, CEM IV/A-SR en CEM IV/B-SR worden in de Europese norm NBN EN 197-1 (2011) als sulfaatbestendig beschouwd. Deze cementsoorten worden in België echter nooit gebruikt voor constructies die in contact komen met water of bodems die sulfaten bevatten en zijn daarom niet opgenomen in de norm NBN B12-108 (2015).

Cement CEM V/A (S/V) HSR wordt als sulfaatbestendig beschouwd indien deze voldoet aan de specifieke eisen van de Belgische norm. Ze mag maximaal 50,0% kalk (CaO) bevatten.

In vergelijking met de uitgave 2006 van de norm NBN B12-108, werden de grenswaarden ook herzien. Zo werd een Portland Cement CEM I voorheen beschouwd als bestand tegen sulfaten indien het C3A-gehalte lager was dan 3,0%, in de versie van 2015 bedraagt de grenswaarde 3%, wat met zich meebrengt dat waarden tot bijvoorbeeld 3,4% toegelaten zijn.

De norm NBN B12-108 herneemt dus als cementen SR en HSR. Dit onderscheid tussen “SR” en “HSR” is niet afhankelijk van hun sulfaatbestendigheidsgraad. Het is nodig om in de bestekken de benaming HRS cement te vervangen door “cementen met een hoge bestandheid tegen sulfaten volgens de norm BNB B12-108”.

Mechanische, fysische en chemische eisen

De mechanische, fysische en chemische eisen van de NBN EN 197-1 (2011) zijn van toepassing voor CEM I-SR 0, CEM I-SR 3, CEM III/B-SR, CEM III/C-SR en CEM V/A (S-V) HSR.

Het cement SSC HSR moet voldoen aan de mechanische, fysische en chemische eisen van de NBN EN 15743.

