

BETONSTRAATSTENEN

Bij de herinrichting van straten en pleinen wordt de jongste jaren steeds vaker gebruik gemaakt van betonstraatstenen.

Ze bieden trouwens, naast de welgekende eigenschappen van beton, nog een aantal specifieke voordelen, zoals o.a. gemakkelijke plaatsing, ruime mogelijkheid tot herleggen en hergebruiken, relatief gunstige prijs, ongeëvenaarde keuze aan vormen, kleuren, structuren en legverbanden.

Straatstenen kunnen diverse functies vervullen en het esthetisch uitzicht is daarbij niet het geringste. Gaandeweg is daarom de jongste jaren het aanbod van formaten en kleuren sterk uitgebreid en gediversifieerd, waarbij naast de klassieke stenen ook meer en meer reeksen decoratieve stenen op de markt verschenen.

Sedert de herziening van de Belgische norm NBN B21-311 "Betonstraatstenen" (3^e uitgave, 1992) zijn ook de meeste decoratieve betonstraatstenen, net zoals de klassieke betonstraatstenen, met het BENOR-merk beschikbaar.

Dit bulletin biedt een overzicht van de verschillende types betonstraatstenen en overloopt de eisen waaraan BENOR-betonstraatstenen voldoen.

DOSSIER
CEMENT

6
oktober 1995

wegverharding
betonstraatsteen
norm

(94)	Ff2	(Ajp)
------	-----	-------

BB/S15



VORMEN EN AFMETINGEN

De norm onderscheidt de volgende *straatsteentypes* :

- type A : rechthoekige straatstenen (fig. 1)
 - type A1 : met standaardfabricagematen,
 - type A2 : met andere fabricagematen, (b.v. stenen met een kleinere dikte)
- type B : profielstenen, d.w.z. met geprofileerde zijvlakken (fig. 2)
 - type B1 : met ineenvoeging (lastoverdracht in horizontale richting)
 - type B2 : met ineenvoeging en steun (lastoverdracht in horizontale en in verticale richting)
- type C : speciale stenen, d.w.z. andere dan bovenvermelde (fig. 3)
 - b.v. combinatiestenen voor cirkel- en waaierverbanden

Elk straatsteentype kan een aantal *hulpstukken* omvatten : begin- en eindsteen (b.v. bisschopsmuts, kapel), halve steen en bochtsteen...

Fabricagematen (de vroegere 'nominale maten') zijn de maten die door de fabrikant bij de vervaardiging worden nagestreefd.

Rekening houdend met de veel gebruikte techniek van het *vlijen* (plaatsing met zeer nauwe voegen), laat de norm slechts kleine *afwijkingen* van de *werkelijke* hoofdafmetingen t.o.v. de hoofdfabricagematen toe :

lengte (L) en breedte (b) : ± 2 mm

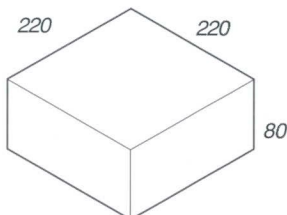
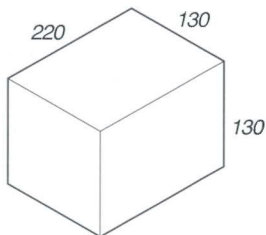
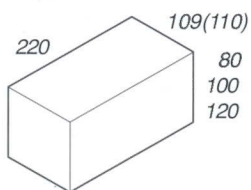
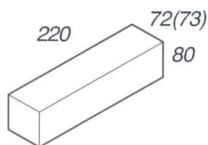
dikte (h) : ± 3 mm

Op die manier kunnen de stenen voldoende vast en in een behoorlijk verband gelegd worden.

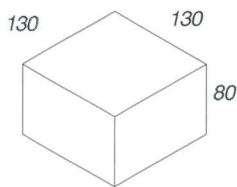
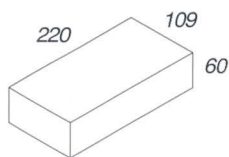
Het blijft echter steeds noodzakelijk, in het bijzonder bij lange rechte voeglijnen of wanneer verschillende steentypes worden aangewend, een lichte speling in de *voegwijdtes* toe te passen om onvermijdelijke, kleine vormafwijkingen te kunnen opvangen.

Om te kunnen bepalen hoeveel stenen nodig zijn om een gegeven oppervlakte te bedekken (rekening houdend met mogelijke maatafwijkingen en met de na te streven voegwijdte), geeft de fabrikant daarom ook de zogenaamde *gemoduleerde maten* op (fig. 4).

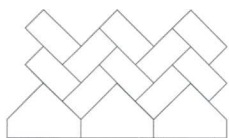
A1
met standaard
fabricagematen :



A2
met andere
fabricagematen, b.v. :



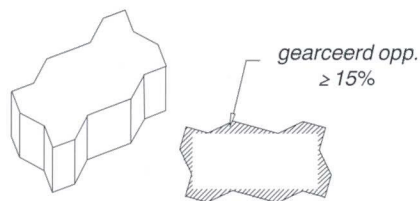
hulpstukken :



TYPE A

() = gemoduleerde maten, zie ook fig. 4

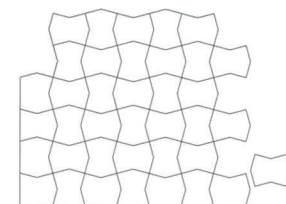
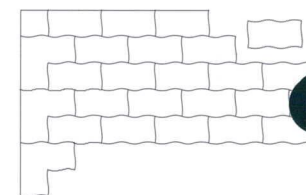
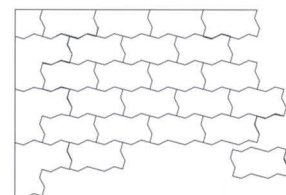
B1 : ineenvoeging



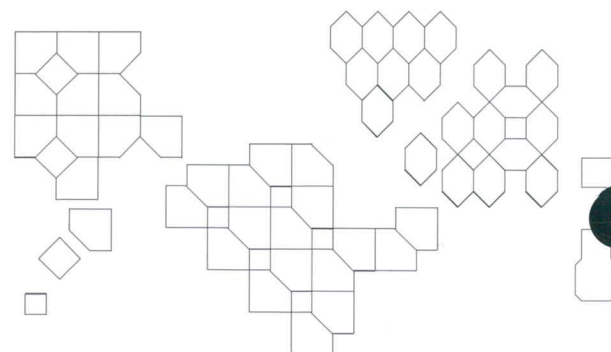
B2 : ineenvoeging en steun (principe)



TYPE B



TYPE C



MECHANISCHE EN FYSISCHE KENMERKEN

In het vooruitzicht van een *Europese* norm voor betonstraatstenen (de toekomstige EN 1338) is in de Belgische norm de eis inzake druksterkte reeds vervangen door de minimale *splijttreksterkte*. Ze wordt bepaald op basis van de norm NBN B15-218. De proef is eenvoudig, geeft een goede weergave van de werkelijke spanningen, en is, voor wat bepaalde structurele gebreken betreft, selectiever dan de druksterkteproef. Het onderscheid tussen drukproef en splijtproef wordt verduidelijkt aan de hand van bijgaande foto's.

Omdat de splijttreksterkte beïnvloed wordt door de dikte van de stenen (dikkere stenen worden door de proef enigszins benadeeld) moeten de gemeten waarden met een *correctiefactor c* worden vermenigvuldigd. De gecorrigeerde splijttreksterkte is niet kleiner dan de volgende waarden :

individueel : 3,5 MPa (1 MPa=1 N/mm²)

gemiddeld : 4,5 MPa

Voor de *wateropslorping* worden, afhankelijk van de fabricagematen, verschillende eisen gesteld (*zie tabel*). Bij minder dikke elementen worden iets hogere waarden toegelaten. De proef gebeurt overeenkomstig de norm NBN B15-215.

Ook inzake *afslijting* wordt een onderscheid gemaakt tussen dunne en dikke stenen. De proefmethode voor het bepalen van de afslijting (NBN B15-223) is echter momenteel in herziening. Na de aanpassing van de proefmethode wordt bij de norm NBN B21-311 een addendum gepubliceerd met aangepaste eisen voor de afslijting.

De herziene norm voorziet nog geen rechtstreekse proef voor het bepalen van de *weerstand tegen vorst en dooizouten*. Op Europees vlak wordt immers een geharmoniseerde proefmethode voorbereid. In afwachting kan voor sommige situaties de ontwerpnorm ISO DIS 4846.2 gevolgd worden, die stelt dat het massaverlies na 25 vorst-dooicyclussen tot 5 g/dm² beperkt dient te blijven. Onderzoek toont echter aan dat betonstraatstenen die aan de eisen van de norm inzake splijttreksterkte, wateropslorping en afslijting voldoen, normaal ook bestand zijn tegen vorst en dooizouten.



dit bulletin is een publicatie van :
FEBELCEM - Federatie van de Belgische Cementnijverheid
César Franckstraat 46
1050 Brussel
tel. 02 / 645 52 11
fax 02 / 640 06 70
e-mail : info@febelcem.be

samenstelling :
ir. arch. N. Naert

foto's :
FeBe - Federatie van de Betonindustrie
tenzij anders vermeld

verantw. uitgever:
J.P. Jacobs

wettelijk depot :
D/1999/0280/02
(2e druk, april 1999)

BIBLIOGRAFIE

HENDRIKX L.
De nieuwe norm NBN B12-311 Betonstraatstenen.
Beton - Tijdschrift van de Federatie van de Betonindustrie, nr. 120, 1993, p. 65-70

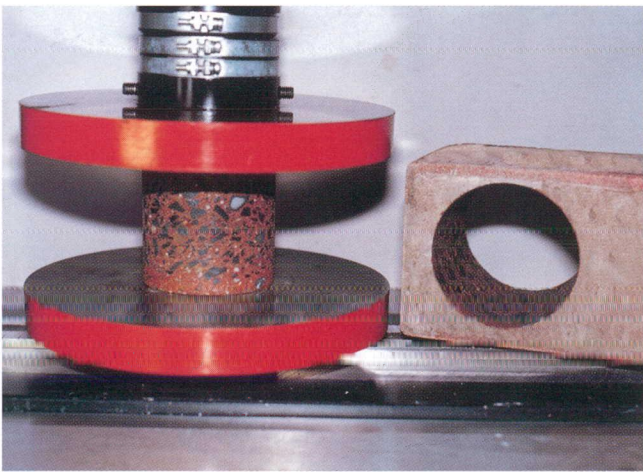
HENDRIKX L.
Gekleurde decoratieve betonstraatstenen.
Beton - Tijdschrift van de Federatie van de Betonindustrie, nr. 126, 1994, p. 76-80

(Voor de tekst van dit bulletin werd uitgegaan van bovenstaande artikels)

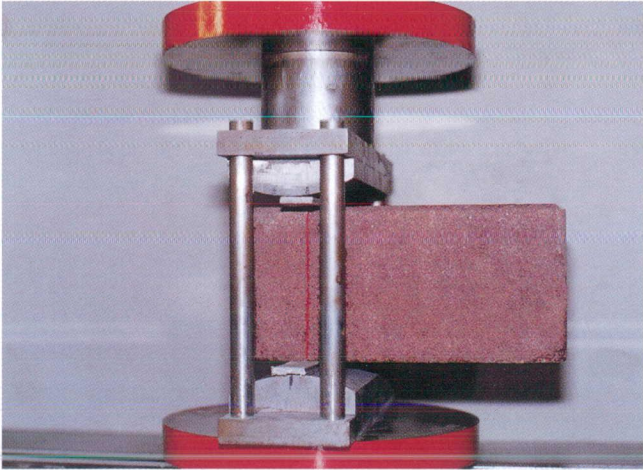
NBN B12-311 : Betonstraatstenen
Brussel, BIN (Belgisch instituut voor normalisatie), 3e uitg., 1992

SHACKEL B.
Design and construction of interlocking concrete block pavements
London and New York : Elsevier Applied Science, 1990

Concrete Block Paving
Proceedings of the Second International Workshop
Norwegian Concrete Industries Association
Oslo, June 16-19, 1994
Oslo : Betongindustriens Landsforening, 1994



Drukproef



Splijtproef

Tabel 1 — Splijttreksterkte : correctiefactor

Fabricagedikte (mm)	60	70	80	100	120	130
Correctiefactor c	0,90	0,95	1	1,10	1,20	1,25

Tabel 2 — Wateropslorping : maximumwaarden

Fabricagematen	Individueel	Gemiddeld
h ≥ 80 en b ≥ 100 mm	5,5 %	5,0 %
h ≤ 80 en b < 100 mm	6,5 %	6,0 %
h < 80 mm	6,5 %	6,0 %

Belangrijk !
Aan straatstenen met dikte h < 80 mm worden minder strenge eisen inzake wateropslorping en afslijting opgelegd.
Zoals ook door de norm uitdrukkelijk wordt opgemerkt, zijn dergelijke minder dikke betonstraatstenen niet geschikt voor bestratingen die onderworpen worden aan grotere belastingen, d.w.z. afkomstig van zwaar of zelfs normaal wegverkeer !



Op de zijvlakken kunnen, met het oog op bepaalde aan te houden voegwijdtes, *afstandhouders* zijn aangebracht (fig. 5).

De zijvlakken kunnen eveneens voorzien worden van *inkepingen*. Bij deze stenen, ook wel stenen met *splinterrijke randen* genoemd, worden, met name indien de stenen gevlijd worden, hoge contactdrukken aan de bovenranden vermeden, en bestaat bij zwaar belaste verhardingen veel minder gevaar voor afsplinteringen.

Vellingen zijn afschuiningen van de randen van het *slijtvak*, d.i. het vlak dat na plaatsing zichtbaar blijft.

Door hun minder scherpe randen zijn dergelijke straatstenen handzamer en ze verkleinen eveneens de kans op afsplintering. Verder zorgen ze voor een gelijkmatiger spreiding van lucht- en waterdrukverschillen onder de banden van voorbijrijdende voertuigen. Het vulmateriaal wordt hierdoor minder minder snel uit de voegen weggezogen of geperst.

De norm stelt dat de horizontale en verticale projecties van vellingen ten minste 3 mm en ten hoogste 7 mm zijn.

Waarden kleiner dan of gelijk aan 2 mm zijn steeds toegelaten (en voor fietspaden zelfs aan te bevelen), doch worden niet als vellingen beschouwd.

Zowel klassieke rechthoekige als speciale stenen kunnen in *gekleurd beton* worden gemaakt.

Beton voor straatstenen wordt gekleurd met behulp van *kleurmiddelen*, zoals anorganische pigmenten. Welbekend zijn o.a. ijzeroxydes (gele, rode, bruine en zwarte stenen) en titaandioxyde (wit). De meeste kleurmiddelen worden geleverd onder de vorm van poeders of slurries.

De norm vermeldt kleurmiddelen enkel in de hoedanigheid van grondstoffen : deze moeten beantwoorden aan de norm NBN B15-102 (ondertussen gedeeltelijk vervangen door NBN B15-001). Van kleurmiddelen wordt een voldoende grote *stabiliteit* geëist. Ofschoon de stabiliteit van kleurmiddelen aan de hand van lange-duurproeven in het buitenklimaat wel kan bewezen worden, bestaan er echter nog geen specifieke proefmethoden om de *duurzaamheid van de kleur* (of *kleurvastheid*) te beoordelen. In de norm werden dan ook voorlopig geen eisen terzake opgenomen.

De nodige *hoeveelheid* kleurmiddel hangt enerzijds af van de kwaliteit ervan, t.t.z. het *kleurvermogen*, en anderzijds van het gewenste effect. In de meeste gevallen bedraagt de dosering 3 tot 5 % van het gewicht aan cement. Voor de gewone anorganische middelen wordt doorgaans een hoeveelheid van minstens 5 % van het gewicht aan cement nodig geacht om een maximale kleurvastheid te bekomen.

De vandaag veel gebruikte *genuanceerde tinten* worden bekomen door diverse pigmenten samen aan te wenden (fig. 6).

De norm laat toe dat de steen ofwel *in de massa* gekleurd wordt, dus over de volledige dikte, ofwel voorzien wordt van een gekleurde *deklaag*. Deze deklaag moet minstens 4 mm dik zijn. Dikte en hechting worden gecontroleerd na de splijproef (zie verder).

De deklaag zelf dient uiteraard ook duurzaam te zijn en weerstand te kunnen bieden tegen erosie, afslijting, vorst en meestal ook tegen dooizouten. Dit kan door het *cementgehalte* op te voeren tot boven 380 kg/m³ en de jonge stenen degelijk te beschermen tegen uitdroging.

Om een nog betere kleurvastheid te garanderen, wordt vaak de techniek van *kleurondersteuning* toegepast : hierbij worden voor de deklaag (die in dit geval tot 6 mm dik kan zijn) naast pigmenten ook *natuurlijk gekleurde granulaten* aangewend. Een zeer witte en duurzame kleur wordt bijvoorbeeld verkregen door wit portlandcement en witte granulaten aan te wenden. Wanneer zéér witte materialen worden gebruikt, zoals gebrande zeesilex, zijn kleurmiddelen meestal zelfs overbodig.

Het uitzicht van het *slijtvak* moet volgens de norm worden beoordeeld met het blote oog, vanop manshoogte, op een afstand van 2 m, en onder gemiddeld daglicht. Zichtbare gebreken van het slijtvak, zoals grindnesten, scheuren, afschilferingen en holtes, worden niet toegelaten. Luchtbelholtes, eigen aan de produktie, oppervlakkige fijne scheurtjes en kleine afschilferingen worden wel geduld, behalve in het slijtvak. Deze kleine gebreken benadelen geenszins de gebruikswaarde.

Bovenstaande bepalingen gelden uiteraard in eerste instantie voor betonstraatstenen met een effen slijtvak. De norm sluit evenwel niet uit dat het slijtvak kunstmatig wordt gewijzigd, en dit door het gebruik van een aangepaste mal of door bijkomende *oppervlaktebehandelingen* na het ontvormen. Over de wenselijkheid hiervan moeten door ontwerper/opdrachtgever en leverancier de nodige afspraken worden gemaakt. Het slijtvak van de stenen kan bijvoorbeeld *geborsteld* worden. Wil men de granulaten duidelijk zichtbaar maken, dan wordt gewoonlijk de cementsteen, die meestal ook gekleurd is, uit het oppervlak verwijderd. Dit gebeurt door *uitwassen*, *hameren* of *stralen*. Door de stenen te *trommelen* kunnen ze van hun scherpe hoeken en randen worden ontdaan, en krijgen ze een typisch 'ambachtelijk' of 'verweerd' uitzicht (fig.7).

