



IN VERBAND MET 

STRAATBAKSTEEN 



Informatie

Branche organisaties:

KNB, Koninklijk Verbond van Nederlandse Baksteenfabrikanten, www.knb-baksteen.nl

SPS, Stichting Promotie Straatbaksteen / www.straatbaksteen.nl

OBN, Ondernemersvereniging Bestratingsbedrijven Nederland, www.obn.nl

VMS, Vereniging Machinaal Straatwerk, www.vsmnet.nl

Opleidingen:

SBW, Opleider voor de Infrastructuur, www.sbwinfra.nl

Helicon opleidingen, 4 Groenscholen en 7 MBO-scholen, www.helicon.nl

Bouwradius Groep, www.bouwradius.nl

BOB B.V., Postbus 249, www.bob.nl

Kennisinstituut:

CROW, www.crow.nl

Normalisatie:

NEN, Nederlands Normalisatie-instituut, www.nen.nl

CEN, Comité Européen de Normalisation, www.cenorm.be

Certificering:

SBK, Stichting Bouwkwiteit, www.bouwkwiteit.nl

Kiwa Certificatie en Keuringen, www.kiwa.nl

IKOB-BKB, www.ikobbkb.nl



Inhoudsopgave

1. De eeuwige schoonheid van straatbaksteen	2
2. Vrijheid in vormgeving	3
3. Verbanden in de straat	4
4. Keuze in straatbaksteen	6
5. Kwaliteit en normen	8
6. De bodem	10
7. Steengoed straten	12
8. Onderhoud	16

COLOFON

Uitgever

Koninklijk Verbond van Nederlandse
Baksteenfabrikanten

Tekst en tekeningen

KNB en SPS

Fotografie

KNB en SPS, tenzij anders vermeld

Ontwerp en druk

Coers en Roest bv ontwerpers bno / drukkers, Arnhem

februari 2005

© Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen of openbaargemaakt in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KNB.

KNB en de door KNB ingeschakelde derden hebben aan de inhoud en samenstelling van deze documentatie de grootst mogelijke zorg besteed. De betrokken organisaties en bedrijven aanvaarden echter geen enkele aansprakelijkheid voor het gebruik van de gegeven informatie in deze documentatie of gedane aanbevelingen.

Voor overige informatie kunt u onze internetsite bezoeken

www.knb-baksteen.nl



1. De eeuwige schoonheid van straatbaksteen

Mooi en duurzaam: gebakken straatwerk

“

Er bestaan in de wereld een aantal mooie dingen die men kan beleven. Het allermooiste is het zachte geluid van het stampen met de voeten op een dik tapijt van herfstbladeren in het bos. Het tweede mooiste is om krakende voetstappen te zetten in de blankheid van verse sneeuw in het ochtendlicht.

De mooiste derde is om blootsvoets over een pas beregend terras van gebakken klinkers te lopen. De klinkerharde stenen stralen dan glimmend hun natuurlijkheid uit. De warmte van de dag zit nog in de gebakken kleisteen, de frisheid van het regenwater verheft de geuren van de tuin.

Een voor een schijnen de klinkers te gaan leven en vertellen ze hun eigen verhaal. Tezamen componeren ze met hun volwassen kleuren een symfonie van malse tederheid en duurzame echtheid.

Voor de herfstbladeren en de verse sneeuw moet men eens per jaar geluk hebben om ze tegen te komen. De schoonheid van de straatklinker daarentegen kan men dagelijks ontmoeten. In straten en op pleinen. Historisch of modern. In parken en in tuinen. Stedelijk of landelijk. En overal en altijd straalt er een warm en natuurlijk beeld van uit, sterk en onverwoestbaar. Gebakken klinkers zijn van alle tijden. Er zijn baksteenklinkers van drieduizend jaar oud, maar er zijn eveneens nieuwe kleuren die vorig jaar zijn ontwikkeld.

Er bestaat waarschijnlijk geen materiaal dat zo eigen is aan de mens als de gebakken klinker. Met een cultuurgeschiedenis zo oud als de rivier die de klei levert, tot de meest moderne technieken en hedendaagse ontwikkelingen om zo duurzaam en milieuvriendelijk als mogelijk nog steeds die vertrouwde baksteen te fabriceren.

De klei uit ons natuurlijk landschap wordt omgetoverd tot een bouwsteen om de wereld in onze eigen cultuur vorm te geven zodat wij daarin met al onze wensen aangenaam en verantwoord kunnen leven. Van zachte klei tot harde steen. Tijdloos, in een natuurlijk kleurenpalet en met de kwaliteit van een heldere klank. Een echte klinker dus.

”



Foto: Dijkstra



Foto: Dijkstra



2. Vrijheid in vormgeving

**Straatbaksteen is een zeer flexibel verhardingsmateriaal dat buiten overal toe-
pasbaar is. Zowel in de openbare ruimte voor pleinen, straten, parkeerterreinen,
parken en terrassen maar ook voor andere civieltechnische werken zoals trappen,
keermuren, kades en brughoofden etc. is het materiaal uitstekend geschikt. De
ontwerper kan zich volledig uitleven in expressieve vormen.**

Architectonische overwegingen:

‘Het overmaatse formaat geeft een mooi straatpatroon. De straatbakstenen zorgen voor een warme tint, maar roepen tegelijkertijd een neutraal beeld op. Ik gebruik het liefst zo min mogelijk soorten bestratingmateriaal, maar wat er toegepast wordt moet een perfecte detaillering hebben.’

‘Het materiaal leeft, veroudert mooi. kijk maar naar de Amsterdamse binnenstad, daar slijten de straten op een fraaie wijze af. In zekere zin trotseren ze daarmee de tijd. Maar ik vind wel dat je goed gedoopt met het materiaal te werk moet gaan, ook wat betreft het aantal soorten, kleuren en maten. Ik hou ook van een zekere strakheid, het moet niet te oubollig worden.’

‘Centraal in mijn ontwerp stond de overgang van de oude naar de nieuwe bebouwing; dat moest op een natuurlijke wijze gebeuren. Ik heb subtiel en geleidelijk van rode naar gele steen gewerkt. Om het plein zo groot mogelijk te laten lijken, hebben we voor een diagonaal patroon gekozen.’

‘We zetten een sfeer van terughoudendheid neer, maar wel met duidelijke belijningen en patronen. En natuurlijk speelt het gebruik van straatbaksteen elders in Den Haag een rol. Ik vind zelf het Binnenhof met zijn gemêleerde klinkers een goed voorbeeld.’

‘De vloer moet vlak zijn zonder obstakels als verhoogde stoepen, maar wel met een afscheiding. Een

vloer van gevel tot gevel vind ik niks, een gevel heeft een plint nodig. De keuze voor straatbaksteen is ingegeven door de harmonie die vooral bij de juiste kleurkeuze ontstaat met de wanden. daarbij komt dat gebakken klei producten prima passen in het rivierengebied.’

‘De keuze voor straatbaksteen, in combinatie met natuurstenen banden, boomspiegels en andere accenten, is ingegeven door onze wens de samenhang tussen openbare ruimte en bebouwing te herstellen. Het dorp kent veelal ambachtelijke baksteenbouw met gedetailleerd metselwerk, dus daar sluit straatbaksteen prima op aan.’

‘Goed ontwerpen is zorgvuldig afwegen van diverse elementen, waaronder kleurgebruik. We moeten niet geforceerd doen, kleur is geen doel, kleur is een middel. Niet meer en niet minder.’

‘Bij een mooi stuk architectuur kies ik vaak een rustige, terughoudende klinker, zodat alle aandacht naar het pand blijft uitgaan. In het omgekeerde geval kan straatbaksteen de omgeving van de bebouwing weer heel erg optrekken door een kleuriger klinker toe te passen.’

‘Er wordt wel eens vergeten dat differentiatie in maatvoering en verband zeker zo belangrijk is. Straatbaksteen is een echte teamspeler, de combinatie met architectuur, natuursteen en beton gaat vaak uitstekend samen.’



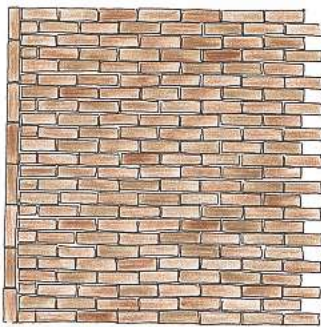
3. Verbanden in de straat



Het verband in straatwerk dient een tweeledig doel: de samenhang van de bestrating die zo stabiel en duurzaam mogelijk moet zijn voor de verkeersfunctie, en het aanzicht van het straatwerk waar in meerdere of mindere mate prioriteit aan wordt gehecht. Kortom: gebruik en uiterlijk.

Ieder verband heeft een hoofdpatroon en daarnaast oplossingen voor de beëindigingen bij de kantopsluiting, aansluitingen in bochten en van ontmoetingen van wegvakken.

Er bestaan een aantal traditionele verbanden waar beproefde oplossingen voor bestaan, maar in toemende mate worden allerlei sierverbanden toegepast in combinaties van verschillende steen formaten en materialen. Voor de voegen worden de gegripen langsvogel en stootvogel gehanteerd.



- Halfsteens verband

In een halfsteens verband verspringen de stenen per rij steeds een halve steen en staan de lagen haaks op de rijrichting en kantopsluiting. Het is een efficiënt verband dat snel kan worden gestraat met weinig hakwerk. Ook is het wat minder gevoelig voor maatafwijkingen, hoewel er gelet moet worden op het volgen van het verband in de lengterichting.

Anderzijds is dit verband gevoeliger voor 'kruipen' in de rijrichting waardoor de stenen als het ware wat kantelen en het wegvak gaat golven. Zeker bij stoplichten en op hellende vlakken moet daar rekening mee worden gehouden.

Het fraaist zijn aansluitingen aan weerszijden met om en om halve stenen, waar bij de maatvoering van nieuw straatwerk naar gewerkt kan worden.

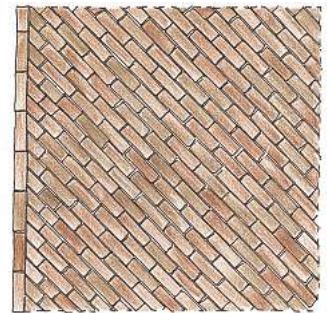
Tegen de kantopsluiting wordt eerst een kantlaag gelegd in de lengterichting. De zijde waar gestart wordt heet opzet, daar kan in ieder geval met halve stenen worden aangesloten. De andere zijde is de sluiting en daar mogen passtenen niet kleiner dan een halve worden gebruikt, wel de zogenaamde drieklezoren al of niet in combinatie met halve. De passtukken mogen niet met de gehakte kant aan de buitenzijde liggen, tegen de kantlaag of goot.

- Keperverband

Bij het keperverband staan de stenen om en om een kwartslag ten opzichte van elkaar maar liggen de stenen 45° ten opzichte van de as van de weg. Het grote voordeel van keperverband is de goede stabiliteit, maar er moet ook wel sprake zijn van goede maatvastheid van de stenen. Vanwege de niet haakse aansluiting is schuin hakwerk nodig, hoewel er soms speciale passtukken kunnen worden geleverd, de zogenaamde bisschopsmutsen. Ook hier geldt dat kleinere dan halve stenen achterwege moeten blijven.

- Elleboogverband

Het elleboogverband is een variant van het keperverband. Het patroon is identiek, maar de richting volgt die van de straat. De stabiliteit is op zichzelf goed, maar door de langsvogelen in de rijrichting is het minder geschikt voor druk bereden wegen. Het wordt meer toegepast voor parkeerstroken, toegangswegen naar parkeerterreinen, in sierbestrating en inritten van tuinen. De stenen moeten redelijk maatvast zijn. Een voordeel ten opzichte van keperverband is dat het hakwerk eenvoudiger is. In plaats van klezoren kunnen ook hier de aansluitingen met halve stenen en drieklezoren worden gemaakt.



- Diagonaalverband

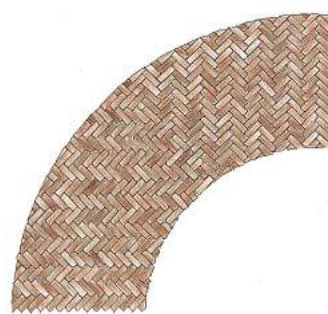
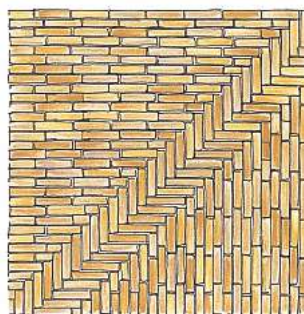
Het diagonaalverband is een halfsteens verband dat 45° ten opzichte van de rijrichting wordt gelegd. Het is minder gevoelig voor kruipen van de straatlaag, maar is bewerklijker in de uitvoering omdat de aansluitingen schuin hak- of knipwerk vereisen.

- Blokverband

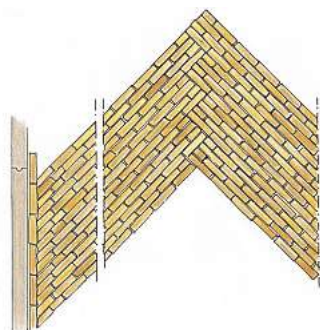
Het blokverband bestaat uit vierkanten die door de stenen worden gevormd in aantal afhankelijk van het formaat: in waalformaat vier, dikformaat drie en keiformaat twee stuks.

De blokken kunnen recht of diagonaal worden ge-





legt, maar ook verspringend. In een rechte weg kan zonder hakwerk worden gewerkt, waardoor dit verband zich uitstekend leent voor tijdelijk straatwerk zoals bouwstraten. De stenen worden dan vaak ondersteboven gestraat om nadien met de schone zichtkant herstraat te worden als definitieve verharding.



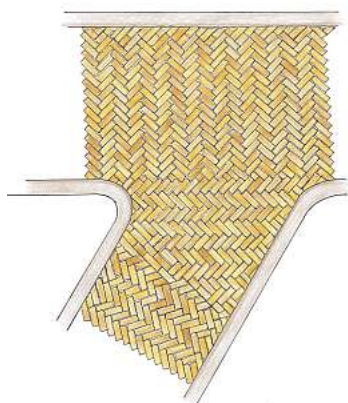
- Zigzagverband

Het zigzagverband is een variant op het diagonaalverband doordat de richting van de lagen wordt afgewisseld per rijbaan. De ontmoeting van de haaks aansluitende straatvakken kan in verband worden uitgevoerd of met een tussenlaag net als de kantlaag, maar dan moet daar worden aangehaakt. Wel kan daarmee duidelijker worden gemarkeerd, bijvoorbeeld met een afwijkende kleur.

- Sierverbanden

Juist door de verschuiving in de toepassingen van straatwerk naar meer hoogwaardige met de nadruk op de esthetiek, staan allerlei sierverbanden in de belangstelling. Het kunnen zijn varianten op de standaardvarianten, bijvoorbeeld dubbel halfsteens, dubbel keperverband etc. Maar er zijn schier eindeloos veel variaties mogelijk, al of niet in combinaties met andere materialen of daarvan afgeleid zo-

als het waaierverband, parketverband, molewiek, vlechtverband, klezorverband, koppenverband....



- Aansluitingen

Bij met name niet haakse ontmoeting van twee straten moet aan de aansluiting van de verbanden zorg worden besteed. De invlechting van de verbanden kan het best op een zo smal mogelijk dwarsprofiel worden gemaakt, dus iets voorbij de aansluiting en niet in de lijn van de kantopsluiting.

Ook bochten vragen bijzondere aandacht en daar

moeten de vuistregels in acht worden genomen. Het keperverband kan vanuit de beide richtingen in het midden met vlechtwerk worden aangesloten. Het halfsteens verband wordt tot halverwege de bocht doorgezet en daar worden de stenen twee om twee of de lagen om en om in elkaar vervlochten.

Algemene stelregel voor goed straatwerk is dat geen kleinere steen dan een halve wordt gebruikt, dus bij voorkeur geen klezoren. Daarmee wordt het risico van mindere stabiliteit voorkomen.

- Steenverbruik

Er is een standaard berekening voor het bepalen van het aantal benodigde stenen voor een vierkante meter straatwerk, die als volgt luidt:

- $(10^6) / (l*b + l*v + b*v + v^2)$, waarbij l de steenlengte, b de steenbreedte en v de voegbreedte is, in mm;
- bij alle niet haaks sluitende verbanden wordt ca. 5% hakverlies gerekend.

De tabel geeft de gemiddelde uitkomsten voor standaard formaten. Per sortering en situatie kunnen de exact benodigde aantallen verschillen.

Formaat straatbaksteen	ca stuks/m ² staand	ca stuks/m ² liggend
waalformaat	100	55
dikformaat	73	55
platkeiformaat	-	51
keiformaat	-	52
vierlingformaat	101	78
vellingkantdikformaat	-	54
tegelformaat	-	24
ijsselformaat	138	-



4. De keuze in straatbaksteen

Door de gestegen populariteit van straatbaksteen de laatste jaren, breidt het assortiment zich ook verder uit. Met nieuwe formaten, kleuren en uitvoeringen spelen de producenten in op veranderende en meer individuele wensen van de markt. De producenten geven daar zelf informatie over.



- Steentype

Straatbaksteen laat zich allereerst onderscheiden naar productiemethode: de vormbak waarbij machinaal iedere steen als vormeling uit de mal gelost wordt, en strengpers waarbij van een lange streng klei de stenen in de gewenste hoogte worden afgesneden met een draad. De vormbak kent een aantal uitvoeringen: normaal bezand of onbezand of zoals dat genoemd wordt 'Wasserstrich' en als nabehandeling kunnen de stenen getrommeld worden waardoor een verouderd effect ontstaat. Strengpers stenen zijn doorgaans glad maar kunnen uiteenlopende oppervlaktebehandelingen ondergaan.

Beide typen kunnen van vellingkanten worden voorzien, wat bij keiformaat vormbak standaard is en de stenen minder gevoelig maakt voor beschadigingen.



- Formaten

Er zijn een aantal standaard formaten waarvoor in de RAW Standaard Bepalingen minimale afmetingen zijn voorgeschreven. Met de introductie van Europese normen en CE markering vervalt dit, maar nu zijn deze minimum maten opgenomen in de KOMO certificatie. Ook de normen voor maattoleranties zijn gewijzigd. Er zijn meer formaten die niet zijn gestandaardiseerd, bovendien kunnen producenten eigen maten declareren afwijkend van de standaard.



- Speciale producten

Ook en in toenemende mate komen bijzondere producten voor. Dit kunnen zijn stenen met bijzondere kenmerken, zoals afstandhouders. Maar er zijn ook speciaal gevormde stenen zoals bisschopsmutsen, tegels of bijzondere vormstenen.

- Kleuren

Straatbaksteen krijgt zijn karakteristieke en duurzame kleur door de klei samenstelling en het bakproces in de oven. Er zijn dan ook zeer veel verschillende kleurnuances en ook op dit vlak is het assortiment voortdurend in ontwikkeling. Dus niet alleen rood, geel en paars zijn verkrijgbaar, maar een groot scala aan kleuren. Ook worden bijzondere technieken en kleuren aangeboden zoals geglaazuurde stenen.

- Kwaliteit met KOMO certificaat

Decennia lang zijn straatbaksteen als ‘straatklinkers’ genormeerd volgens de Standaard RAW Bepalingen. Vanaf 2005 zullen deze worden herzien op basis van de inmiddels geldende Europese normen en CE markering. Aangezien deze normen nauwelijks eisen stellen en meer een afsprakenstelsel zijn voor eigenschappen, blijven de Nederlandse producenten straatbaksteen leveren met een KOMO keurmerk dat zowel de hoge kwaliteit van straatbaksteen als de intensieve en onafhankelijke keuring van de producten waarborgt.



		lengte x breedte x hoogte (in mm)					
Hoogkant	Waalformaat	200	x	48	x	85/98	
	Dikformaat	200	x	65	x	85/98	
Plat	Klinkerkeien	200	x	98	x	90	
	Platkeiformaat	200	x	98	x	70	
	Vellingdikformaat	200	x	85/98	x	65	
	Vierlingformaat	200	x	48	x	65	
	Ijsselfformaat	200	x	46	x	65	
	Keienreeks	200	x	98	x	50/90	



5. Kwaliteit: CE-markering en KOMO certificaat

Met de introductie van de Europese norm NEN-EN 1344 en de daaraan gerelateerde CE-markering voor open bestrating, is weliswaar de harmonisatie van eigenschappen van straatbaksteen Europees geregeld, maar de zwaarte van de eisen die hoort bij de Nederlandse situatie is niet vastgelegd.

Bij de CE-markering voor open bestrating wordt 'slechts' aandacht geschonken aan een viertal eigenschappen waardoor CE-markering géén volwaardig alternatief is voor het KOMO keurmerk.

Op basis van de NEN-EN 1344 Gebakken straatsteen is de nationale beoordelingsrichtlijn BRL 2360 Straatbaksteen vastgesteld waardoor het KOMO keurmerk de zekerheid blijft bieden die gebruikers van Nederlandse straatbaksteen al jarenlang gewend waren.

Met de richtlijnen die gesteld zijn aan de KOMO certificering, zijn bovendien alle eisen van het Nederlandse Bouwstoffenbesluit vervat, zodat KOMO de zekerheid biedt te voldoen aan alle wettelijke eisen die de Nederlandse overheid op dit gebied stelt. Door KOMO als uitgangspunt te nemen wordt gekozen voor kwaliteit, zekerheid én voor gemak bij het opstellen van bestekken.

Als in een bestek straatbakstenen zijn opgenomen die moeten voldoen aan de eisen van het KOMO certificaat, kwaliteitsklasse A 4-12, dan voldoen deze zonder meer aan de eisen volgens de CE-markering conform NEN-EN 1344.

Wat betreft de mechanische sterkte (transversale breukbelasting) voldoet het product aan de hoogste klasse (T4), ook de hoogste eis voor de duurzaam-

heid (vorst-/dooibestandheid klasse FP 100) wordt gehaald en bij meting van de stroefheid (glij-/slipweerstand) voldoen de Nederlandse straatbakstenen eveneens aan de hoogste klasse (U3). Voor CE-markering zijn resp T1 voor mechanische sterkte en U1 voor stroefheid al voldoende.

Met KOMO certificaat wordt derhalve voldaan aan hogere eisen dan met CE-markering voor de toepassing van straatbaksteen in open bestrating.

De belangrijkste verschillen tussen het KOMO certificaat en de CE-markering zijn:

- de eisen aan de kwaliteit van het product zijn bij KOMO uitgebreider en liggen op een hoger niveau;
- KOMO stelt eisen aan de wateropneming, wat voor CE-markering niet nodig is;
- KOMO toetst aan het Bouwstoffenbesluit, waar voor CE-markering geen verplichting toe bestaat;
- KOMO staat voor periodieke controle van het productieproces door een onafhankelijk instituut, CE-markering niet;
- alle straatbakstenen worden op basis van partijkeuring beoordeeld door onafhankelijke externe keurmeesters van de certificerende instelling.

Bij CE-markering voor straatbaksteen moet de fabrikant de producteigenschappen specificeren

volgens de Europese norm NEN-EN 1344. Deze specificatie wordt gerelateerd aan de beoogde toepassing (verharding, toepassing binnen of buiten, speciale toepassingen als dakterrassen, agressief milieu etc.)

Eisen voor het KOMO certificaat in vergelijking met CE-markering

Eisen voor KOMO certificering overeenkomstig CE-markering:

1. Mechanische sterkte (transversale breukbelasting);
2. Duurzaamheid (vorst-/dooibestandheid);
3. Stroefheid (glij-/slipweerstand);
4. Geen formaldehyde en asbest;

Aanvullende eisen voor KOMO certificering conform NEN-EN 1344 (niet CE-markering)

5. Gemiddelde maat t.o.v. de gedeclareerde wermaat moet voldoen aan maximale eisen;
6. Maatspreiding voor de lengte bij kwaliteit A;
7. Slijtweerstand;
8. Duurzaamheid van de glij-/slipweerstand;

Extra eisen voor KOMO certificering buiten NEN-EN 1344 en CE-markering:

9. Wateropneming;
10. Minimale afmetingen (lxbxh voor waal- dik- en keifmaat);
11. Vorm en uiterlijk;
12. Structuur en doorbakkenheid;
13. Milieuhygiënische eisen (Bouwstoffenbesluit).



TOELICHTING EIGENSCHAP-PEN STRAATBAKSTEEN

1. Mechanische sterkte / transversale breukbelasting

Driepunts breukbelasting gemeten in de oriëntatierichting waarin de steen wordt toegepast. De klasse wordt aangegeven overeenkomstig de tabel.

Klasse	Gemiddelde $\geq N/mm$	Minimum $\geq N/mm$
T0	geen eis	geen eis
T1	30	15
T2	30	24
T3	80	50
T4	80	64

2. Duurzaamheid / vorst-/dooi bestandheid

Nieuwe vorst/dooi proef van een met water verzadigd paneel stenen in 100 cycli van -15 tot $+20$ °C. Er is één klasse voor vorstbestandheid volgens de tabel

Klasse	Markering	Aanduiding
F0	F0	geen bepaling
FP100	FP100	vorst/dooi bestand

3. Stroefheid / glij-/slipweerstand (ongepolijst) USRV

Nieuwe stroefheidmeting met een slinger waarmee de weerstand van de al of niet gepolijste stenen wordt gemeten. De klasse wordt aangegeven volgens de tabel.

Klasse	Gemiddelde USRV
U0	geen bepaling
U1	35
U2	45
U3	55

4. Asbest en formaldehyde mogen in straatbaksteen niet voorkomen.

5. Gemiddelde maat

In een steekproef van 10 stenen mag de gemiddelde waarde niet meer afwijken van de voor keuring gedeclareerde werkmaat dan $0,4\sqrt{d}$, afgerond naar de dichtstbijzijnde millimeter, waarbij d staat voor de werkmaat (in mm).

6. Maatspreiding

In een steekproef van 10 stenen moet het verschil tussen de grootste en de kleinste meetwaarde voor de lengte gedeclareerd worden volgens de in de tabel gegeven klassen.

Klasse	Gemiddelde USRV
R0	geen bepaling
R1	$0,6\sqrt{d}$

Omrekeningstabel van de gemiddelde maat en maatspreiding voor gangbare steenmaten

Afmetingen in mm	$0,4\sqrt{d}$ mm	Afmetingen in mm	$0,6\sqrt{d}$ mm
40- 76	3	40- 56	4
77-126	4	57- 84	5
127-189	5	85-117	6
190-264	6	118-156	7
265	7	157-200	8
		201-250	9
		251-265	10

7. Slijtweerstand

Nieuwe slijtproef van 150 omwentelingen met een stalen wiel en meting van het afgesleten volume. Er wordt gedeclareerd volgens de tabel. Voor de Nederlandse situatie is klasse A1 voldoende. Kwaliteit A 4-12 voldoet aan klasse A2.

Klasse	Gemiddelde afgesleten volume niet groter dan mm ³
A1	2100
A2	1100
A3	450

8. Duurzaamheid van de stroefheid / gepolijste glij-/slipweerstand

KOMO gecertificeerde straatbakstenen voldoen aan klasse U2 volgens de tabel onder 3.

9. Wateropneming

De wateropneming wordt gemeten in procentuele toename van het gewicht (nieuwe meting) waarbij van het monster de gemiddelde wateropneming $\leq 6\%$ moet zijn. Van de individuele waarden mag 1 exemplaar $> 7\%$ uitkomen.

10. (Minimale) afmetingen

Het zichtvlak moet vastgelegd zijn; de meting geschiedt door middel van een schuifmaat met overlappende bekken. Voor een aantal formaten zijn minimale afmetingen vastgelegd:

Formaat	Minimale afmetingen L x B x H in mm
WF	195 x 48 x 85
DF	195 x 64 x 85
KF*	195 x 92 x 78

11. Vorm en uiterlijk

Binnen een aselekt getrokken monster van 10 stenen moeten minimaal 9 exemplaren qua vorm en bezanding regelmatig van structuur zijn.

12. Structuur en doorbakkenheid

Straatbaksteen moet regelmatig resp. gelijkmatig van structuur en doorbakkenheid zijn. Op 100 straatbakstenen zijn maximaal 5 exemplaren met enige gebreken toegestaan.

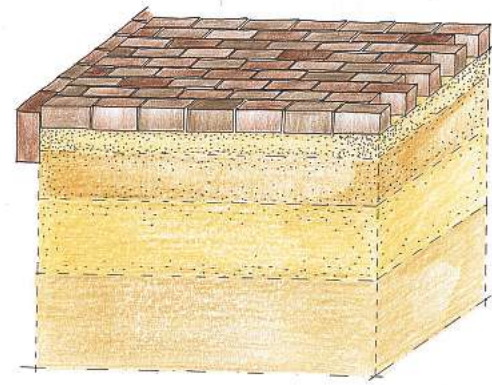
13. Milieuhygiënische eisen

Alleen in Nederland geldt de wettelijke eis te voldoen aan het Bouwstoffenbesluit. Categorie 1B is normaal toepasbaar (toplaag van bestratingen), categorie 1A is toepasbaar in (grond) water, bijvoorbeeld kademuuren.



6. De bodem: een goede fundering

Straatbaksteen wordt vrijwel altijd gestraat in een zandbed, zodat een 'open elementen verharding' ontstaat. Straatwerk op een stijve onderconstructie komt alleen in bijzondere situaties voor en relatief kleine oppervlakken zoals terrassen. De constructieve kwaliteit van het straatwerk hangt voornamelijk af van het zandbed, de straatlaag vormt alleen nog de afwerking. Functie van de verharding en kwaliteit van de ondergrond zijn de uitgangspunten voor het wegbouwkundig ontwerp voor de opbouw en samenstelling van de onderlaag.



Naast de voorzieningen om verzakkingen te voorkomen, zijn een deugdelijke zijdelingse opsluiting van het straatwerk en het goed vullen van de voegen na het straten van doorslaggevend belang voor de duurzame kwaliteit van het straatwerk.

- Zandbed

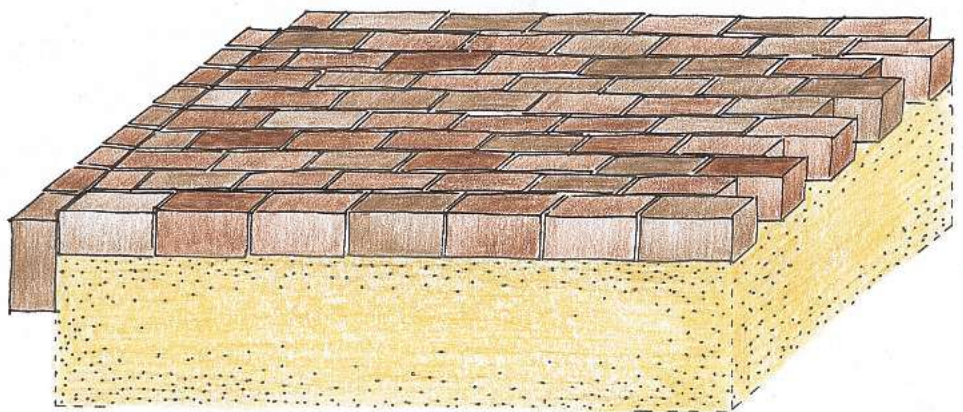
Het zandbed moet een vaste en stabiele ondergrond bieden aan het straatwerk en derhalve zeer goed zijn verdicht, maar tegelijkertijd goed waterdoorlatend zijn om concentratie van water te voorkomen. De belangrijkste factoren voor de kwaliteit van het zandbed zijn:

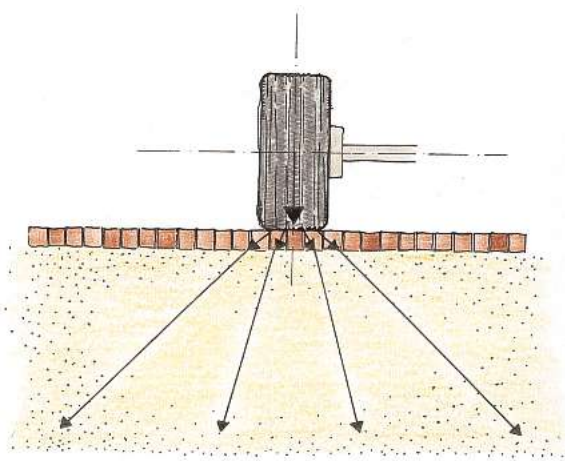
- de afwatering van het cunet,
- het afschot en dwarsprofiel van de verharding,
- een gelijkmatige dikte van het zandbed,
- de korrelverdeling van het zand en ontbreken van verontreinigingen,
- de goede aanleg en verdichting.

Afhankelijk van het ontwerp en de eisen met name ten aanzien van de verkeersbelasting, wordt een keuze gemaakt voor één van de drie te onderscheiden funderingstypen van het zandbed: een gewoon zandbed, een verbeterd zandbed en een gefundeerde bestrating.

Het gewone zandbed bestaat uit een laag zand dat aan de genormeerde kwaliteitseisen voldoet. Kort samengevat is dat mineraal zand met maximaal 15% van de korrelopbouw $< 63 \mu\text{m}$, dat weinig leem of humus bevat en 100% verdicht wordt. De laagdikte is minimaal 400 mm. Een uitzondering hierop vormen eenvoudige tuinverhardingen zonder zware verkeersbelasting waarvoor een zandbed

van 150 -300 mm dikte kan worden aangehouden. Een verbeterd zandbed wordt toegepast in bijvoorbeeld bochten of plaatsen waar geremd en opgetrokken wordt. Door toevoeging van brekerzand met een hoekige korrel ontstaat een veel stabielere zandbed. Aan de korrelverdeling van brekerzand worden eveneens eisen gesteld, de mengverhouding met het normale zand kan bijvoorbeeld 1:3 zijn. Bij nog ho-





gere eisen kan slakkenzand worden toegevoegd, een granulaat van hoogovenslak met hydraulische eigenschappen zodat een zekere hechting van het materiaal tot stand komt. Een bovenlaag van 200 mm in de mengverhouding 1:3 geeft het zandbed extra stabiliteit.

In geval van zeer zwaar verkeer of extreme belastingen kan bijmenging van cement in de bovenste zandlaag worden toegepast, de mengverhouding is ca 1:15 tot 1:25. Deze fundering wordt als mengsel droog aangebracht en verdicht. De stabilisatie komt geleidelijk tot stand door indringend regenwater of sproeien.

De invloed van de ondergrond komt ook tot uiting in de dikte van het zandbed. Bij slecht doorlatende onderlagen moet voor het zandbed een vorstvrije diepte van ca 800 mm worden aangehouden, terwijl bij goed doorlatende onderlagen een dikte van 300 - 400 mm kan volstaan.

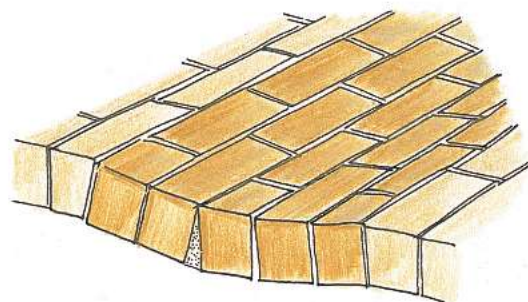
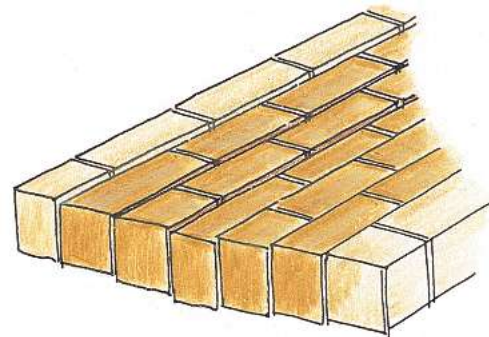
Ieder zandbed wordt afgewerkt met een 50 mm dikke laag straatzand voor het straten van de stenen.

- Kantopsluiting

Het straatwerk moet beschermd worden tegen verzakking door onvoldoende zijdelingse opsluiting van de verharding. De keuze van het type kantopsluiting wordt bepaald door de ondergrond, de omgeving en de te verwachten verkeersbelasting. Maar ook de esthetiek speelt in toenemende mate een rol bij deze keuze.

De oplossingen variëren van eenvoudige, maar effectieve rollagen in hetzelfde materiaal als de verharding voor bijvoorbeeld voetpaden, tot gefundeerde constructies van gemetselde stenen, natuursteenbanden of betonbanden in veel verschillende maten voor straten en pleinen met zware verkeersbelasting. Maar ook houten en ijzeren opsluitingen behoren tot de mogelijkheden, vooral in tuinen.

Aanbevolen wordt om de kantopsluiting 10-20 mm lager dan het straatwerk aan te brengen, tenzij deze onderdeel uitmaakt van een gootconstructie.



- Waterafvoer

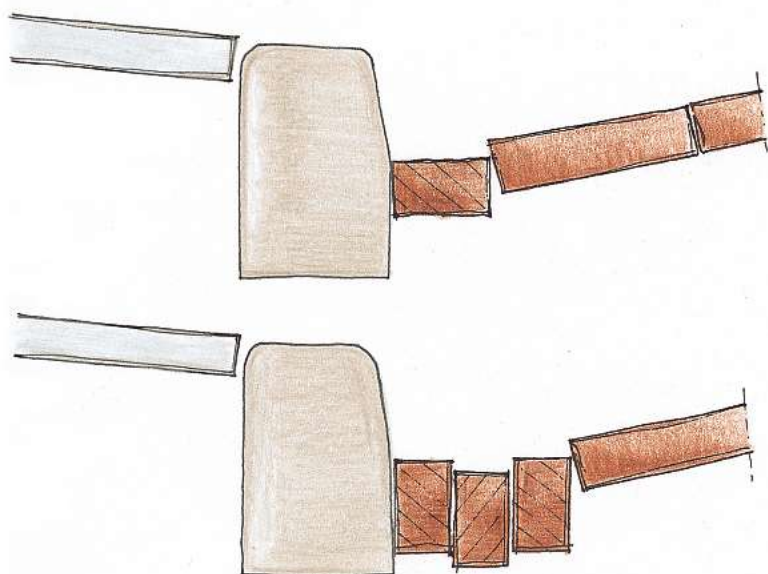
Zowel voor de veiligheid, maar ook voor de duurzaamheid van de bestrating is een snelle afvoer van het regenwater van het wegooppervlak van groot belang. Bij het ontwerp moet hier terdege rekening mee worden gehouden. Voor een goed afschot van het dwarsprofiel wordt als vuistregel 30 mm per strekkende meter gehanteerd, voor langsprofielen, goten e.d. 10 mm.

Voorzieningen kunnen nodig zijn om het water te kunnen bergen of afvoeren naast de verharding, zoals drainage, afvoer naar oppervlaktewater, of verzamelen in een rioleringsstelsel.

Voor het dwarsprofiel van straten worden eisen gesteld in de Standaard RAW Bepalingen: beschreven wordt het gewijzigd tonrond profiel, eventueel met verplaatste kruin.

Voor grotere straatvlakken worden zoals pleinen, worden vaak straatkolken geplaatst, molgoten opgenomen in het straatwerk of roostergoten voorzien. Ook voor deze belangrijke functionele voorziening kunnen met creativiteit heel fraaie oplossingen tot stand komen.

Straatkolken komen op afstanden van 8 - 15 meter, het omliggend straatwerk moet op ná het aftrillen zeker 10 mm hoger aansluiten. Bij molgoten is extra aandacht voor de voegvulling nodig, alsmede de verdichting van het onderliggende zandbed.



7. Steengoed straten

Er zijn twee verschillende manieren van bestraten: hamerstraten en vlijen. Dit onderscheid is belangrijk en beïnvloedt ook de kostprijs van het straatwerk, zodat de bestratingwijze bij voorkeur al in het bestek staat vermeld. Bij vlijen werkt de stratenmaker vanaf het gerede werk met het geëgaliseerde zandbed vóór zich, waar de stenen direct op worden gezet. Dit kan handmatig of machinaal gebeuren. Het levert weliswaar een hoge productie van het straatwerk op, maar er is wat meer kans op schade en voor het natuurproduct straatbaksteen met de bijbehorende maattoleranties is het resultaat minder nauwkeurig in de vlakheid. Mechanisch straten is ontwikkeld om het zware werk van handmatig straten te verlichten. De machines plaatsen daarbij de vooraf in het verband gelegde pakketten straatsteen direct op het zandbed. Alleen de aansluitingen moeten handmatig worden gemaakt. Het is toepasbaar voor grote oppervlakken.



Afreien



Foto: Dijkstra

Bij hamerstraten is het zandbed wel geëgaliseerd, maar de stratenmaker werkt er achteruit doorheen, de stenen vóór of achter zich geopperd, en zet iedere steen individueel op hoogte in het zandbed. Daar wordt het meest nauwkeurig resultaat mee behaald en het verdient dan ook de voorkeur.



- Uitvoering van straatwerk

De werkzaamheden van het straatwerk beginnen met het uitzetten van het verband en het afreien van de straatlaag in het gerede zandbed dat de stratenmaker aantreft. De kantopsluiting wordt allereerst



Foto: Dijkstra



Hamerstraten



aangebracht en vervolgens moet het zandbed opnieuw worden verdicht om verzakkingen te voorkomen. De straatlaag wordt dan geëgaliseerd en de stenen worden geopperd naar het werk. Er zijn diverse vormen van aanlevering van de stenen, zoals Hulo-pakketten, pallets al of niet in (krimp)folie en omsnoerde klempakketten. Vooral bij herstraten wordt een shovel ingezet om de stenen naar de werkplek te brengen, los gestort.

Ook voor het opperen bestaan arbeidsbesparende en minder belastende hulpmiddelen zoals deelpakketten die met een klein kraantje voor de stratenmaker worden neergezet.

De stratenmaker vlijt de stenen of straat ze 'onder de hamer' allereerst in de grote vlakken. De sluitingen worden achteraf gemaakt met gehakte stenen met

de hand of door de stenen te verkleinen met de kniptang. Slechts in uitzonderlijke gevallen wordt zaagwerk toegepast.

Bij het straten dienen de regels van de Arbowet in acht te worden genomen, waarvoor Stichting Arbouw een A-blad met richtlijnen heeft gepubliceerd.



Vleien



- Verdichting en voegwerk

De nabehandeling is van groot belang. Om de voegen goed te vullen, wordt speciaal voegzand ingewassen met veel water. Na het vullen van de voegen wordt het straatwerk afgetrild. Om beschadiging van de stenen te voorkomen wordt gebruik gemaakt van een lichte trilmachine met een gewicht van maximaal 125 kg en een met rubber of kunststof beklede plaat. Voor goed voegwerk worden door- gaans de volgende materialen gebruikt:

- straatzand, minerale korrels,
- brekerzand, door breken van grote fracties.



Brekerzand heeft het voordeel zich beter vast te zetten in de voegen, bij voorkeur kalkvrij aanslag van het straatwerk te voorkomen. Hydraulische bindmiddelen als voegmateriaal worden ontraden omdat de overmaat water om in de voegen te spoelen, de binding vermindert. Een starre voeg in combina-



Herstrating kan ook volledig worden geautomatiseerd

Foto: Peter Tomborg

tie met een flexibele ondergrond zal bovendien op den duur verbrijzelen onder de druk van de verkeersbelasting. Een nadeel van het gebruik van cement is tenslotte nog dat het smetten geeft op het oppervlak van de stenen.



- Herstraten

Bij herstraten wordt bestaande bestrating opgenomen en onder profiel weer aangebracht. De straatstenen worden daarbij opnieuw gebruikt, nadat ze ontdaan zijn van zand en grond. De bovenste laag van de aanwezige zandlaag wordt losgemaakt en harde voorwerpen worden verwijderd. Het zand wordt opnieuw onder profiel gebracht en verdicht. Voor een goed resultaat wordt gebruikt en nieuw materiaal gescheiden gehouden en in aaneengesloten vakken verwerkt. Gebruikte stenen zijn gesleten en hebben een diepere kleur gekregen. Vanwege het hakwerk en het uitsorteren van sterk vervuild materiaal is extra straatmateriaal nodig, maar gemeenten hebben vaak gebruikte stenen in voorraad.



- Tuinpad en terras: zelfstraten

Door de kleinschalige maatvoering en de levendige handel in oude straatstenen, leent straatbaksteen zich uitstekend voor eigen kluswerk thuis. In feite moeten voor het straatwerk aan huis dezelfde basisregels in acht worden genomen als voor professioneel straatwerk in de openbare ruimte. Maatvoering, hoogtes bepalen en afschot opnemen zijn ook dan van belang. Met simpele hulpmiddelen kunnen deze werkzaamheden handig worden uitgevoerd met een uitstekend resultaat. Hetzelfde geldt het zandbed, dat weliswaar lichter uitgevoerd (15 - 40 cm) maar evenzeer de nodige aandacht moet krijgen. Mechanisch verdichten met een trilmachine is in feite de enig juiste methode, handmatig kan lang niet zo'n goed resultaat worden bereikt (het zand klinkt ca 20% in). Bij een slechte, slappe ondergrond zijn bijzondere voorzieningen nodig zoals stabilisatiematten of een extra funderingslaag, maar deze kan ook bestaan uit polystyreen om juist gewicht te besparen. Met antiworteldoek wordt het doorgroeien van beplanting voorkomen. De afvoer van het regenwater, opletten voor leidingen en de kantopsluiting horen allemaal bij de goede voorbereiding. Ook zelfstraten geeft 'onder de hamer' het mooiste resultaat, zeker omdat vaak oud materiaal wordt gebruikt dat vaak grotere maatafwijkingen heeft.



8. Onderhoud

Verhardingen van straatbaksteen zijn onderhoudsarm en hebben een spreekwoordelijk lange levensduur, maar gepaste aandacht voor onderhoud houdt de kwaliteit en het fraaie uiterlijk op peil.

- Voegen schoonmaken en nastrooien

Voegen vragen onderhoud, zeker in minder intensief gebruikte delen van het straatwerk waar de voe-

gen snel volgroeien met mos of gras. Chemische bestrijdingsmiddelen zijn ongewenst, maar er zijn milieuvriendelijke soorten verkrijgbaar en op dit terrein wordt veel onderzoek gedaan. Ook de techniek

met verbranden is mogelijk, maar deze vereist goede veiligheidsvoorzieningen. Borstelen, handmatig of mechanisch met staalborstels is een mogelijke methode.



Foto: Dijkstra

- Oppervlaktereiniging

In sommige gevallen is eenvoudig vegen niet afdoende om het straatwerk schoon te krijgen. Hoge druk spuiten is een effectieve methode en zal de meeste verontreinigingen kunnen verwijderen met uitzondering van sterk vervuilde olievlekken of bandensporen. En kauwgom, de grootste en meest hardnekkige vervuiler van straatwerk. Er zijn inmiddels redelijk effectieve methoden voor beschikbaar, zoals droogvriezen, maar het zijn kostbare werkzaamheden die maar op beperkte schaal toepassing vinden.

Na intensieve reiniging van het oppervlak is nastrooien en inwassen van de voegen vrijwel altijd noodzakelijk om weer een duurzaam resultaat te krijgen.







www.straatbaksteen.nl



Koninklijk Verbond
van Nederlandse
Baksteenfabrikanten

T +31 (0)26 384 56 30

F +31 (0)26 384 56 31

E knb@knb-baksteen.nl

I www.knb-baksteen.nl