



Handleiding Kwaliteitsbepalingen bestratingswerken

De vereniging
waar stratenmakers
specialisten zijn

Handleiding Kwaliteitsbepalingen bestratingswerken

H.H.H.M. (Hans) de Vaan
2e druk

Inleiding

Behalve dat aannemers moeten voldoen aan de Wet Kwaliteitsborging (Wkb), zou het leveren van goede kwaliteit een bedrijfsfilosofie moeten zijn. Van de stratenmaker op het werk tot de directeur of eigenaar van het bestratingsbedrijf. Dan is namelijk niet alleen de opdrachtgever blij, maar kun je zelf ook trots zijn op je werk.

Bestaande kwaliteitsnormen worden echter vaak gezien als bureaucratisch, waarbij de kwaliteitshandboeken in de kast staan te verpieteren. Deze makkelijk leesbare Handleiding 'Kwaliteitsbepalingen bestratingswerken' is bedoeld voor iedereen die vakmatig met de uitvoering of controle van bestrating is betrokken.

In overzichtelijke hoofdstukken met duidelijke afbeeldingen lees je onder andere over beoordelingscriteria en meetmethodes van zowel de fundering als de straat-laag. Tijdens de uitvoering kun je hiermee de kwaliteit van jouw eigen werk kritisch beoordelen voordat een controleur of auditor je op eventuele fouten wijst. Maar ook voor de controleurs zelf is dit een handige tool.

Het zou een mooi resultaat van deze handleiding zijn indien iedere medewerker de controleur (auditor) van zijn eigen bestrating of (dag)productie zou zijn.

Inhoudsopgave

Inleiding	4
01 Kwaliteit: meten is weten, maar weet wat je meet	6
02 Landelijke bestratingsnormen: eisen, richtlijnen	8
02.1 Ad. A: Tijdstip van beoordelen bestratingswerk	9
02.2 Ad. B: Soorten bestratingsnormen en eisen bijnieuw werk	9
03 Meetgereedschap voor controles	12
04 15-tal Beoordelingscriteria	14
04.1 Ad. 1: Fundering	14
04.2 Ad. 2: Dwarsprofiel	17
04.3 Ad. 3: Hoogteligging profiel	20
04.4 Ad. 4: Effenheid	20
04.5 Ad. 5: Vlakheid	21
04.6 Ad. 6: Haaksheid	21
04.7 Ad. 7: Klik	22
04.8 Ad. 8: Paswerk	23
04.9 Ad. 9: Voegen	24
04.10 Ad. 10: Plaatsing	26
04.11 Ad. 11: Verband	27
04.12 Ad. 12: Goten	29
04.13 Ad. 13: Kolken	29
04.14 Ad. 14: Plasvorming	30
04.15 Ad. 15: Materialen	31
05 Infilterende bestrating	32
05.1 Ad. 1: Fundering	33
05.2 Ad. 2: Dwarsprofiel	34
05.3 Ad. 9: Voegen	34
05.4 Ad. 14: Plasvorming	34
Samenvatting	36

01 Kwaliteit: meten is weten, maar weet wat je meet?

Spelregels

Wat is kwalitatief bestratingswerk? Dat bepaal jij als vakman of vakvrouw, maar ook jouw opdrachtgever heeft een bepaalde verwachting. Het gaat erom dat het eindresultaat, maar ook de manier van werken en de gebruikte hulpmiddelen aan de afspraken en gestelde eisen voldoen.

Afspraken vastleggen

Het is dus belangrijk om vooraf goede afspraken te maken over de kwaliteit van het werk, zodat daar tussentijds of naderhand geen misverstanden over ontstaan. Vooral bij particuliere klanten is dit raadzaam, omdat zij de gangbare bestratingsnormen, aanbestedingsprocedures en garantiebepalingen niet kennen.

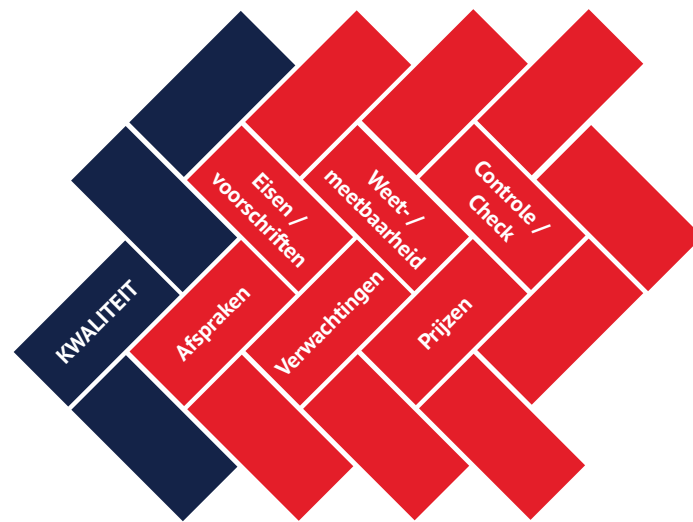


Fig. 1

Controle en waakzaamheid

Als lid van STRAATWERK Nederland is jouw bedrijf waarschijnlijk SEB of KOMO gecertificeerd. Toch betekent dat niet automatisch dat jouw werk, of dat van jouw medewerkers, altijd volgens de kwaliteitsnormen uitgevoerd wordt. Daarom blijft (interne) controle en waakzaamheid belangrijk om elkaar scherp te houden. Deze Handleiding 'Kwaliteitsbepalingen bestratingswerken' helpt daarbij.

SEB of KOMO gecertificeerde aannemingsbedrijven bieden voor de opdrachtgever doorgaans een gegarandeerde kwaliteit door middel van hun deelname aan deze organisaties. Uiteraard is deze deelname op zich nooit een automatische kwaliteitsgarantie. In die zin blijven (interne) controles en waakzaamheid belangrijke instrumenten om elkaar 'scherp' te houden.



02 Landelijke bestratingsnormen: eisen en richtlijnen

Visueel, esthetisch en verkeerstechnisch moet bestrating er mooi, vlak en strak bij liggen. In kwalitatief goede bestrating komen dus geen gebroken of beschadigde elementen voor. Ook mag er geen ongewenste plasvorming optreden. Als we technisch of constructief kijken, dan moet bestrating veilig, sterk en duurzaam in gebruik zijn.

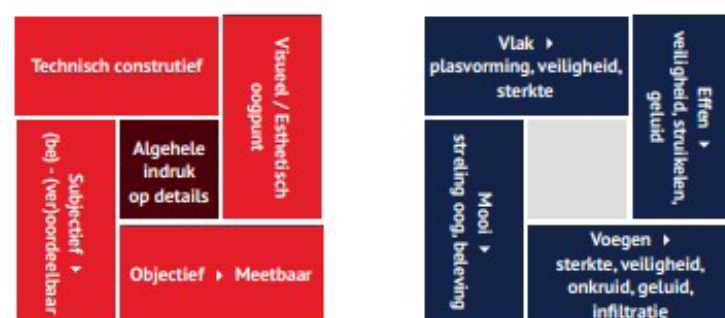


Fig. 2 Beoordelings-criteria

In hoofdstuk 04 vind je uitleg over 15 landelijk erkende beoordelingscriteria, die afkomstig zijn uit bestratingsnormen en meetmethoden. In hoofdstuk 03 lees je over het benodigde meetgereedschap.

Bestrating betekent de complete constructie van de elementenverharding, zoals de deklaag, straat-laag, (puin)fundering-laag, bodem, kantopsluitingen en afwateringsvoorzieningen, zoals putten en leidingen. Omdat infiltrerende bestrating afwijkende constructie-onderdelen heeft, vind je meer uitleg daarover in hoofdstuk 05.

Afspraken en/of normen

De kwaliteit van bestrating kan op verschillende manieren worden beoordeeld. Het is afhankelijk:

- of de bestrating beoordeeld wordt onmiddellijk na het gereed komen (nieuw werk) of pas na enige tijd in gebruik te zijn (bestaand werk);
- volgens welke (besteks-)voorwaarden het werk is aanbesteed/aangenomen.

Niet alle controleurs gebruiken de juiste beoordelingscriteria. Neem daarom deze handleiding als richtlijn en naslagwerk tijdens het werk en controles.

02.1 Ad. A: Tijdstip van beoordelen bestratingswerk

02.1.1 Nieuw werk

Bestratings-normen aanleg

Als de kwaliteit van bestrating tussentijds of (min of meer) direct na het gereed komen beoordeeld wordt, spreken we van nieuw werk. Dan geldt een van de volgende drie bestratings-normen: SEB Erkenning, Standaard RAW Bepalingen of BRL 9334 Straatwerk.

02.1.2 Bestaand werk

Kwaliteits-normen bestaand werk

Wordt de bestrating al enige tijd gebruikt, dan wordt de Beheersystematiek van de CROW gebruikt. Daarbij wordt gewerkt met schadeclassificaties voor de diverse schadebeelden en/of schadetypes van de bestrating. De criteria van deze beheer-systematiek zijn niet vergelijkbaar met die voor nieuw werk.

Datzelfde verschil in voorwaarden/kwaliteitsnormen kennen we bijvoorbeeld ook bij autobanden. Bij nieuwe autobanden moet de profieldiepte 8 mm zijn, terwijl dat bij gebruikte autobanden minimaal 1,6 mm is.

02.2 Ad. B: Soorten bestratingsnormen en eisen bij nieuw werk

Bestratings-normen met criteria

Bij de voorbereiding en aanbesteding van nieuw bestratingswerk (of bij reconstructies) kan de opdrachtgever kiezen uit drie bestratingsnormen met de daar bijbehorende beoordelingscriteria.



Afb. 1 De drie bestratingsnormen op een rij (v.l.n.r.): SEB Erkenning, Standaard RAW Bepalingen 2020 en het Komo Procescertificaat.

02.2.1 SEB-kwaliteitsnormen

STRAATWERK
Nederland
als bakermat

De vroegere Ondernemersvereniging Bestratingsbedrijven Nederland (OBN) heeft in 1993 de Stichting Erkenning voor het Bestratingsbedrijf (SEB) opgericht met de Erkenningsregeling voor het Bestratingsbedrijf en ontwikkelde een (eigen) norm: de SEB-Kwaliteitsnorm. In de SEB-Kwaliteitsnormen staan geen eisen met betrekking tot bestratingsmaterialen.

02.2.2 Standaard RAW Bepalingen

RAW volgt

Sinds 1985 geeft de CROW om de vijf jaar de nieuwe Standaard RAW Bepalingen uit. Voor bestrating zijn pas vanaf 2000 standaardbepalingen, uitvoeringseisen en voorschriften opgenomen gebaseerd op de SEB-Kwaliteitsnormen. In 2015 is de Standaard RAW Bepalingen uitgebreid met eisen voor bestratingen van natuursteen. Ondanks dat is deze standaard op het gebied van bestratingen nog steeds minder uitgebreid dan de SEB-Kwaliteitsnormen. In de Standaard RAW Bepalingen staan de noodzakelijke eisen met betrekking tot bestratingsmaterialen.

02.2.3 BRL 9334 voor Straatwerk

VMS als sluitstuk

In november 2014 is – vooral op initiatief van de Vereniging Modern Straatwerk (VMS) – de Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO Procefcertificaat voor Straatwerk (BRL 9334) tot stand gekomen. Deze beoordelingsrichtlijn heeft betrekking op het aanbrengen van bestrating en overige inrichtingselementen.

Deze drie bestratingsnormen zijn nooit automatisch van toepassing, tenzij daar in de opdracht of het bestek van het werk expliciet naar wordt (door)verwezen, of dat er gewerkt wordt met een SEB-erkend en/of met een BRL 9334-gecertificeerd aannemingsbedrijf / bestratingsbedrijf.

Voor alle werken is wel automatisch het Burgerlijk Wetboek van toepassing, maar hierin staan voor straatwerken geen concrete kwaliteitseisen, normen en voorschriften. Hierin wordt slechts gesproken over: '(on)deugdelijk werk' en 'werk met (verborgen) gebreken'. Volgens de 'Dikke van Dale' wordt onder deugdelijk verstaan: "aan alle vereisten voldoende". Helaas staat nergens vermeld welke eisen of eigenschappen dat zijn.



03 Meetgereedschap voor controles

Deze handleiding helpt jou aan meetbare beoordelingscriteria die gebaseerd zijn op de kwaliteitsnormen en -eisen. Om de resultaten van de bestrating zo exact mogelijk te bepalen en te toetsen aan de beoordelingscriteria heb je verschillende (meet)gereedschappen nodig. Foto's van de situatie helpen bij het vastleggen ervan.

Rapportage



Afb. 2 Benodigde gereedschappen en hulpmiddelen voor controles

Wat heb je nodig?

- Metalen rei/waterpas, lengte 1,2 m of 3 m.
- Metalen meetstaafjes: Ø 3 mm, 5 mm en 20 mm.
- Metalen liniaal 2zijdig, lengte 300 mm.
- Duimstok met meetlengte 1 m en rolmaat 8 m.
- Meet-wig.
- Getrapt meetplankje met meethoogten.
- Drie draadpennen en metselkoord (lengte 10 m).
- Hand-sondeerapparaat met conus Ø 11 mm (de kleinste) opp. 1 cm² en drukstaaf 500 mm.
- Stenentrekker.
- Drie (mini)zichtigjes.
- (Mini) laser of waterpasinstrument.
- Schrijfspullen, zoals papier, potlood en vetkrijt.
- Veiligheidsvestje en schoenen.
- Fotocamera.

Meten met rei

Lengte rei/waterpas

De Standaard RAW Bepalingen schrijft voor bepaalde metingen een rei voor met een lengte van 3 meter. Om praktische redenen is het bij SEB audits gebruikelijk om een rei of waterpas met een lengte van 1,2 meter toe te passen. Deze wordt ook bij de CROW wegbeheerinspecties gebruikt. Deze kortere rei moet natuurlijk wel op de juiste manier worden gebruikt. Let op dat je bij niet SEB gerelateerde onderzoeken vóóraf overeenstemming vraagt over het gebruik van een (eventuele) afwijkende reilengte.

Er zijn trouwens ook handige inklapbare reien met een lengte van 3 m verkrijgbaar.

Objectief

Beoordelingsproces

Bij het beoordelen van de kwaliteit van bestrating kijk je eerst naar de algemene indruk. Hiermee spoor je eventuele gebreken op die je vervolgens in detail beoordeelt. Je observeert, werkt steekproefsgewijs en gebruikt jouw kennis ervaring.

Bij droog weer

Weersomstandigheden

Omdat plasvorming het beoordelingsproces belemmert is controle bij of na neerslag niet gewenst. Daarbij bestaat het gevaar van 'uitvergroting' van bepaalde eigenschappen, wat niet de bedoeling is bij een objectief proces.

04 Beoordelingscriteria

Vertaling
normen

In dit hoofdstuk vind je 15 beoordelingscriteria, die afkomstig zijn uit landelijk erkende normeringen en meetmethoden. Voor infiltrerende bestrating gelden de meeste van deze criteria ook, hoewel er verschillen in constructieonderdelen bestaan. De verschillen vind je in hoofdstuk 05.

1 Fundering;	6 Haaksheid;	11 Verband;
2 Dwarsprofiel;	7 Klik;	12 Goten;
3 Hoogteligging;	8 Paswerk;	13 Kolken;
4 Effenheid;	9 Voegen;	14 Plasvorming;
5 Vlakheid;	10 Plaatsing;	15 Materialen.

04.1 Ad. 1: Fundering

De fundering van bestrating bestaat uit de volgende onderdelen.

- A. Bestaande bodem.
- B. Zandbed.
- C. Straat-laag.
- D. (eventuele) Puinggranulaat-laag.

In sommige gevallen is een laag van gebroken natuursteen aanwezig.

04.1.1 Bodem

De bodem moet geschikt zijn om de bestrating te kunnen aanbrengen. Als de bodem te zwak is, dan moet er een puinggranulaat- of natuursteenlaag aanwezig zijn voor de vereiste draagkracht.

Afb. 3 Fundering: meting verdichting zandbedding handsondeerapparaat met kleinste conus (opp. 1 cm²) en meeneemwijzer op 600 N dit is 6 Mpa op diepte van 30 cm

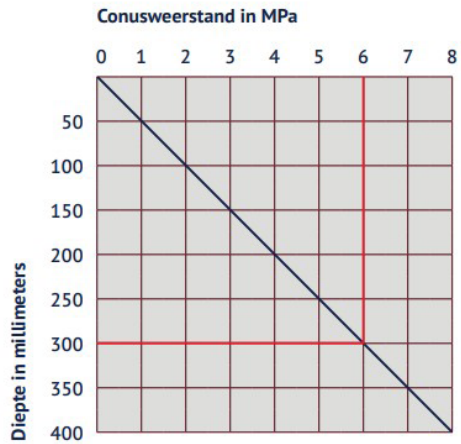


Fig. 3 Indringingsweerstand sleuven Standaard RAW

Zand op een diepte van 30 cm. 6 Mpa ▶ 600 N met kleinste conus (1 cm²) ▶ gradiënt is belangrijk
Proctor / nucleair gemiddelde verdichting van minimaal 98 dan wel 100 % mpd (afhankelijk van de diepte beneden het oppervlak van het straatwerk)
Kwaliteit en dikte straatlaag: 5 – 6 cm; bijgranulaat: gem. 5 cm. ook niet te dun (4 cm!)
RAW Sleuven per 10 mm ▲ 0,20 MPa

04.1.2 Zandbed

Er moet altijd een zandbed van minimaal 400 mm dik onder het vereiste profiel aanwezig zijn. Het zand van het zandbed moet voldoen aan de Standaard RAW Bepalingen en tijdens het aanbrengen in lagen van 300 tot 400 mm voldoende verdicht zijn. De resultaten van verdichting moeten zijn vastgelegd en kunnen zijn bepaald door laboratorium of nucleaire meetmethoden. Volgens de Standaard RAW Bepalingen geldt voor het zandbed een gemiddelde verdichtingsgraad van minimaal 98 % mpd (maximum proctor dichtheid).

Verdichting

Controle: Op het werk kun je verdichting van het zandbed ook controleren met een (zelfregistrerend) hand-sondeerapparaat. Bij goede verdichting is de indringingsweerstand dan minimaal 6 MPa (op een maximale diepte van 300 mm). Dit is met de kleinste conus (1 cm²) een waarde van minstens 600 N op de manometer. Hiervoor verwijder je met de stenentrekker steekproefsgewijs stenen of tegels uit de bestrating. Het is niet nodig om dieper te gaan dan 500 mm (1 stanglengte).

Profilering
straatlaag

04.1.3 Straatlaag

Op het zandbed moet een straat-laag met een dikte van 50 tot 60 mm aanwezig zijn. Het zand van deze straat-laag moet een betere samenstelling hebben dan het zand in het zandbed. In plaats van straatzand mag ook brekerzand of split gebruikt zijn. Bij mechanisch bestraten en bij de vlijmethode moet de straat-laag afgetrild en (op de juiste profielhoogte) afgewerkt zijn.

04.1.4 Puingranulaatlaag

Bij zware belasting van de straat-laag moet de puin(meng)granulaat-laag onder profiel zijn aangebracht (dikte minimaal 200 mm en sortering 0/31,5 mm). Het menggranulaat moet op een gecontroleerde wijze bereid, aangebracht en verdicht zijn. Op de granulaat-laag moet een verdichte straat-laag aanwezig zijn met een gemiddelde dikte van 5 cm (minimaal 4 en maximaal 6 cm). De resultaten van verdichting moeten zijn bepaald met laboratorium of nucleaire meetmethoden. Volgens de Standaard RAW Bepalingen moet de gemiddelde verdichtingsgraad minimaal 97 tot 101 % mpd zijn.

Eisen RAW 2015, Puingranulaat

A Mengpuingranulaat: gradatie: 0/31,5

- Mengverhouding: >50% grind- steenslagbeton
- CBR₀ >50%; CBR₂₅ > 62,5%

B Vlakheid: max. 15 mm onder rei 3 m (Let op dikte straatlaag)

C Verdichting: proctor of nucleair

- opp. <3000 m²: min. 98% mpd;
- opp. >3000 m²: min. 97% gem. min. 101% 100+

Controle: De vlakheid van de afgewerkte puinfunderings-laag mag onder de rei/waterpas met een lengte van 3 m een afwijking hebben van maximaal 15 mm. De juiste verdichting wordt gecontroleerd aan de hand van de aanwezige geregistreerde verdichtingsgegevens.

Iedere laag in de constructie moet op de juiste dikte zijn aangebracht. Ook het vereiste dwarsprofiel (afschot, spanning) moet in de bovenkant aanwezig zijn. Bij granulaatlagen mag bij de straat-laag het dikteverschil niet groter zijn dan 5 mm. De eerste ongewenste verzakkingen en spoorvorming ontstaan vaak doordat de straat-laag niet overal even dik is aangebracht, waardoor er verschillen zijn in de draagkracht.

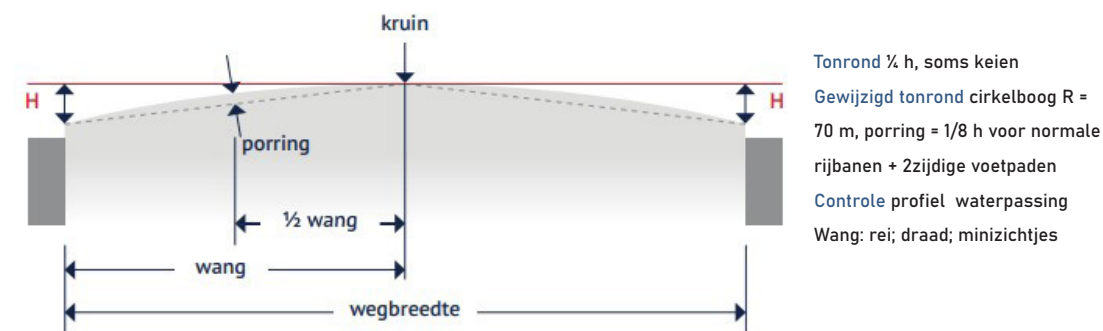
De CBR - waarde (uitgedrukt in %) staat voor de hardheid van de steenslagmaterialen. Deze informatie moet bij de levering verstrekt worden.

Hoe hoger de CBR waarde, hoe harder het materiaal. Een andere methode om de hardheid van steenslag te bepalen is de Los Angeles Coëfficiënt (LA-coëfficiënt). Daarvoor geldt juist: hoe lager de waarde, hoe harder het materiaal is. Meer uitleg over deze coëfficiënt vind je bij de infiltrerende bestrating in hoofdstuk 05.

04.2 Ad. 2: Dwarsprofiel

04.2.1 Dwarsprofiel rijbanen met straatstenen

Fig. 4 Standaard profiel: tonrond en gewijzigd tonrond

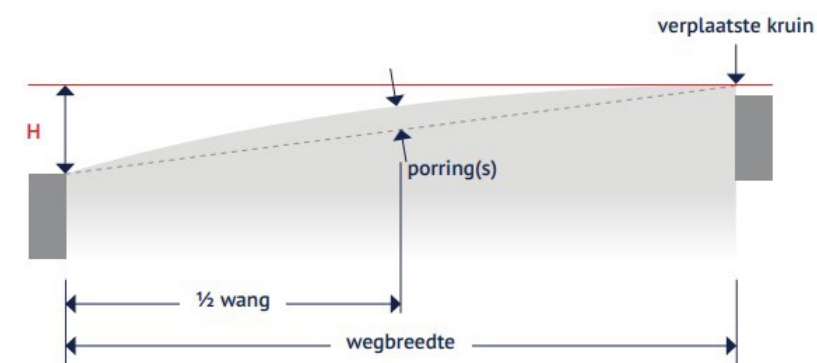


Gewijzigd tonrond

Kruin in het midden

Voor rijbaanbestrating van straatstenen moet in het dwarsprofiel het gewijzigd tonrond profiel aanwezig zijn. Bij de kruin in het midden wordt de kruinhoogte H bepaald als het product van de halve breedte van de rijbaan en het voorgeschreven dwarsafschot. De wangen bestaan uit twee bogen met een spanning S , waarbij S wordt bepaald als: $\frac{1}{8}$ van de kruinhoogte H .

Fig. 5 Hangend profiel: gewijzigd tonrond

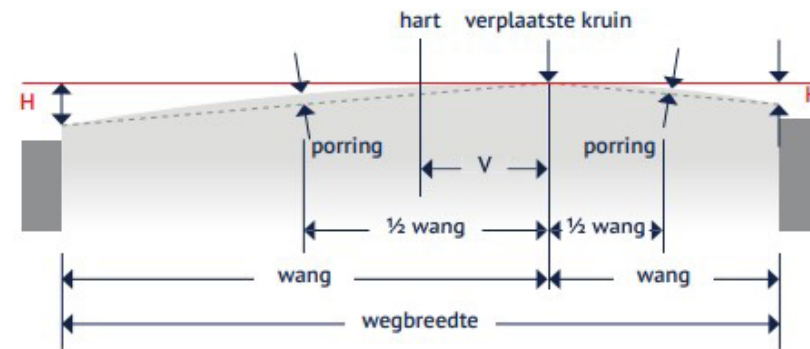


Dakprofiel

Kruin aan de zijkant

Het dak-profiel (of hangend profiel) is vergelijkbaar met het (normale) gewijzigd tonrond profiel. De kruin ligt op een afstand van de rijbaanbreedte vanaf het laagste punt (de teen) van de bestrating. De kruinhoogte H wordt bepaald als het product van de rijbaanbreedte en het voorgeschreven dwarsafschot. De boog tussen kruin en teen heeft een spanning S , waarbij S wordt bepaald als $\frac{1}{8}$ van de kruinhoogte H .

Fig. 6

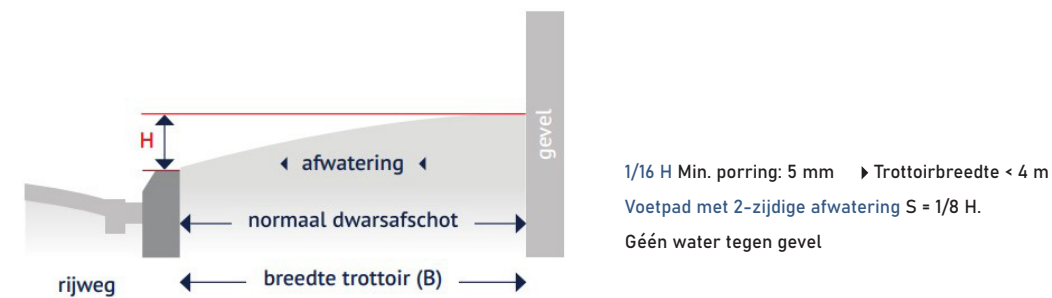


Kruin ergens tussen in

Verplaatste kruin

Ook het profiel met verplaatste kruin heeft dezelfde eigenschappen als het (normale) gewijzigd tonrond profiel. De kruin is gelegen op een bepaalde afstand 'v' vanaf het midden van de rijbaan, ofwel op $(b/2 + v)$ vanaf het laagste punt van de verharding. De kruinhoogte H wordt bepaald vanaf het laagste punt, waarbij H dan is: $(b/2 + v) \times (\text{dwarshelling})$. De(zelfde) kruinhoogte kan ook worden bepaald vanaf het hoogste punt van het profiel met: $(b/2 - v) \times (\text{dwarshelling})$. Elk van de twee bogen in de wangen heeft een spanning S van 1/8 van het bijbehorende kruinhoogteverschil (H laag of H hoog).

04.2.2 Dwarsprofiel voet - of rijwielpaden met tegels

Fig. 7
Dwarsdoorsnede
trottoir

Langs één zijde afwaterend

Voor voet- en fietspaden van tegels met een éénzijdige afwatering, moet in het dwarsprofiel een variant van het hangend profiel aanwezig zijn. Hiervoor geldt: in het midden een spanning van 1/16 deel van het hoogteverschil tussen het hoogste en laagste punt, die groter of gelijk is aan 5 mm.

Langs twee zijden afwaterend

Voor bestrating van tegels in vrij-liggende voet en fietspaden moet in het dwarsprofiel een gewijzigd tonrond profiel aanwezig zijn. Hiervoor geldt: in het midden van de wang een boog met een spanning van 1/8 van de kruinhoogte H, die groter of gelijk is aan 5 mm.

Controle: De spanning in de wangen kan worden gecontroleerd met een waterpas/rei, profielwaterpassing, doorzichten of strak metselkoord. In alle gevallen is de spanning minstens 5 mm. Het dwarsprofiel van een vrij-liggend voet of fietspad lijkt dus op dat van een normale straat.

Afb. 4 Dwarsprofiel:
meting van het dwars-
afschot in de rijbaan
met behulp van rei/
waterpas en meet
plankje



04.2.3 (Dwars)afschot

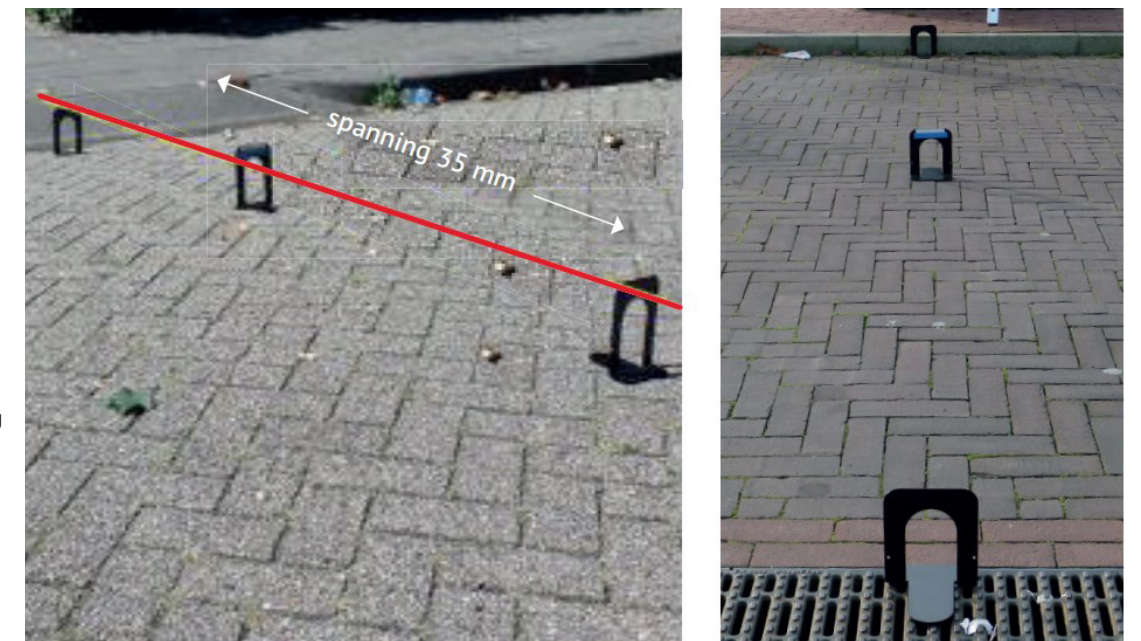
Afschot met
waterpas

In het dwarsprofiel van bestrating geldt een helling (dwarsafschot) van:

- A. bij straatstenen: minimaal 2 % (20 mm/m) maximaal 4 % (40 mm/m);
- B. bij betontegels, maat 150/300 × 300 mm: 2 % (20 mm/m). In brede(re) pleinen volstaat 1,5 % (15 mm/m);
- C. bij natuursteenkeien in rijbanen: minimaal 3,5 % (35 mm/m);
- D. bij natuursteenkeien in overige bestrating: minimaal 3 % (30 mm/m);
- E. bij natuursteentegels gezaagd: 2 % (20 mm/m);
- F. bij natuursteentegels ruw gekleefd: 3 % (30 mm/m);
- G. bij natuursteen zijn in de dwarshelling afwijkingen van 0,4 % toegestaan;
- H. bij (mol)goot: 0,5% (0,5 mm/m per gootlengte).

Controle: Het aanwezige dwarsafschot wordt gecontroleerd met een rei/waterpas en een meetplankje. Houd rekening met de verschillen in afschot in de lage delen van de wang bij kolken en breekpunten als gevolg van het verschil in het 'zicht' aan de banden.

Afb. 5 Dwarsprofiel:
meting van de porring
in de wang van een
rijbaan met behulp
van doorzichten met
minizichtjes. Het
middelste zichtje
(linkse foto) is voor-
zien van een aflees-
markering



04.3 Ad. 3: Hoogteligging profiel

De afwijking in hoogteligging ten opzichte van het voorgeschreven langs en dwarsprofiel mag maximaal 10 mm zijn.

Controle: De hoogteligging wordt normaal gecontroleerd met een profielwaterpassing. In sommige gevallen kun je doorzichten of een metselkoord gebruiken.



Afb. 6 Haaksheid: twee gevallen van 'niet – haaks' straatwerk. Links: is er sprake van het 'kruipen' van het 'te losse' straatwerk vanwege de verkeersbelasting. Rechts: het straatwerk is 'niet haaks' opgezet. De witte lijn geeft de haakse lijn aan en de rode lijn de afwijking ten opzichte van de haakse lijn.

04.4 Ad. 4: Effenheid

Milimeter-werk

De afwijking in de hoogteligging tussen onderling aaneensluitende gelijksoortige elementen (stenen, keien, tegels, kantopsluiting en kantlagen) mag maximaal 2 mm zijn.

Voor natuursteenelementen met een macrotextuur van 1,5 mm mag deze afwijking maximaal 5 mm zijn.

Controle: De controle gebeurt met de platte kant van een duimstok (5 mm) of met een meetplankje. Er moet worden gekeken naar het verloop (ronding) van de streklagen in (mol)goten waar gelopen of gefietst wordt.



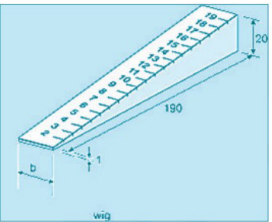
Afb. 7 Vlakheid: twee gevallen van 'onvlakheden' in straatwerk. Links: de onvlakheid wordt gemeten onder de rei met de 'meetwig'. Rechts: onder de rei met het 'meetplankje'.

04.5 Ad. 5: Vlakheid

Onder de rei

Gemeten onder een rei/waterpas van 3 m en evenwijdig aan de as is de toegestane afwijking in de vlakheid in langs-richting van de bestrating, kantopsluiting en kantlagen:

- A. voor stenen, betontegels, opsluit, trottoir en natuursteenbanden: maximaal 5 mm;
- B. voor natuursteentegels en natuursteenkeien voor klein-plaveisel: maximaal 10 mm;
- C. voor natuursteenkeien voor grootplaveisel of overige natuursteenelementen: maximaal 20 mm.



Controle: De controle van de vlakheid gebeurt dus evenwijdig aan de as van de weg of het pad. In bepaalde situaties is het nuttig om de vlakheid ook in andere richtingen te meten. Vaak is het handig om dit met een kortere rei te doen. Onder de rei wordt de on-vlakheid dan gemeten met de meetstaafjes (3 of 5 of 20 mm) of met een meetplankje, maar hiervoor bestaat ook een metalen meet-wig.

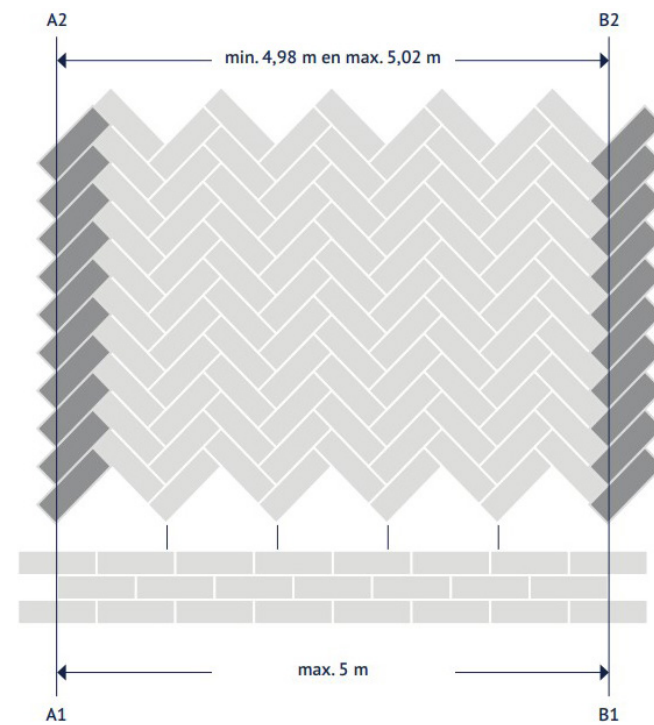
04.6 Ad. 6: Haaksheid

Loodlijnen

De afwijking van de lagen onderling in het voorgeschreven verband (strakheid van bestrating), zowel haaks als diagonaal gemeten, mag over een lengte van 5 meter niet meer zijn dan 20 mm.

Controle: Bij bestrating die al (gedeeltelijk) in gebruik is, staat dit gebrek aan haaksheid bekend als het kruipen van de bestrating. De controle van de bestrating op strakheid en haaksheid gebeurt niet zo vaak. Dit komt omdat veel auditors dit met het blote oog beoordelen. Het is misschien daarom dat de meesten niet eens weten hoe deze meting precies uitgevoerd wordt. De meting begint met het uitzetten van twee haakse lijnen aan het begin van het meet-vak en op circa 5 m van het einde. Voor het uitzetten van de haakse lijnen gebruik je de 3-4-5 steek met een metselkoord, draadpinnen en vetkrijt. Over strakheid en rechtheid van het verband lees je meer bij punt 11: Verband.

Fig. 7

**Werkwijze**

- Richt in A1 Loodlijn op A2;
- Meet vanuit A1 ca. 5 m naar B1;
- Zoek in B1 naar vergelijkbare laag;
- Projecteer deze laagrichting naar overzijde naar B2;
- Meet A2 naar B2;
- Norm: max. ± 20 mm.
- Kan ook diagonaal

04.7 Ad. 7: Klik

Extra hoogte

De bovenkant van de bestrating moet 10 tot 20 mm boven de aansluitende (verlaagde) kantopsluiting liggen, tenzij deze kantopsluiting onderdeel uitmaakt van een gootconstructie.

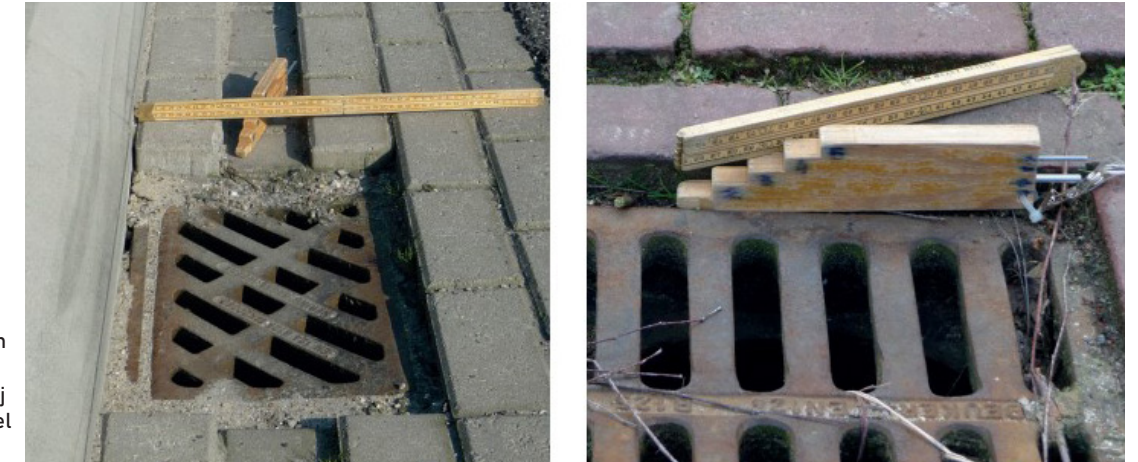
- De bovenkant van de bestrating moet gelijk, of maximaal 5 mm boven de bovenkant liggen van (controle)putafdekkingen, (gemetselde) randen en straatpotten.
- Langs de zijkant moet de bovenkant van de bestrating gelijk met, of maximaal 10 mm hoger liggen, dan op de verharding aansluitende kantlagen, kolkinlaten, (mol)goten of andere langs de zijkant van de bestrating opgenomen elementen. Dit geldt ook voor bestrating van natuursteen met een ongebonden straat-laag.
- Langs de zijkant van de bestrating van natuursteen met een gebonden straat-laag moet de bovenkant van de verharding maximaal 5 mm boven de op de verharding aansluitende kantlagen, kolkinlaten, (mol)goten of andere langs de zijkant van de bestrating opgenomen elementen liggen.
- Op plekken waar de bestrating tegen deuren van gebouwen grenst moet de bovenkant van de bestrating minimaal 30 mm onder de bovenkant van de dorpel liggen.

Afb. 8 Klik: twee voorbeelden van te veel uitgevoerde klik. Links: bij trottoirtegels ter plaatse van een verlaagde trottoirband. Rechts: bij een controle putdeksel in de rijbaan, waar ook fietsers rijden.



Controle: De klik is een noodzakelijk kwaad en moet tot het minimale beperkt worden; zeker op plekken waar voetgangers of fietsers oversteken (streklagen, goten) of bij deksels die (vaak) in de fietsroute liggen. De meting gebeurt met een duimstok of meetplankje.

Afb. 9 Klik: twee gevallen van te veel uitgevoerde klik. Links: bij de gootlagen onderling en bij de kolkdeksel. Rechts: bij een controle putdeksel in een parkeervak.

**04.8 Ad. 8: Paswerk**

Goed sluitend

De eisen bij passtukken van stenen, tegels, keien en kantopsluiting zijn:

A. bij keperverband:

- tegen de rijrichting van het verkeer in (zie figuur 3.12);
- haaks en recht afpassend gemaakt en niet scherper dan 45°;

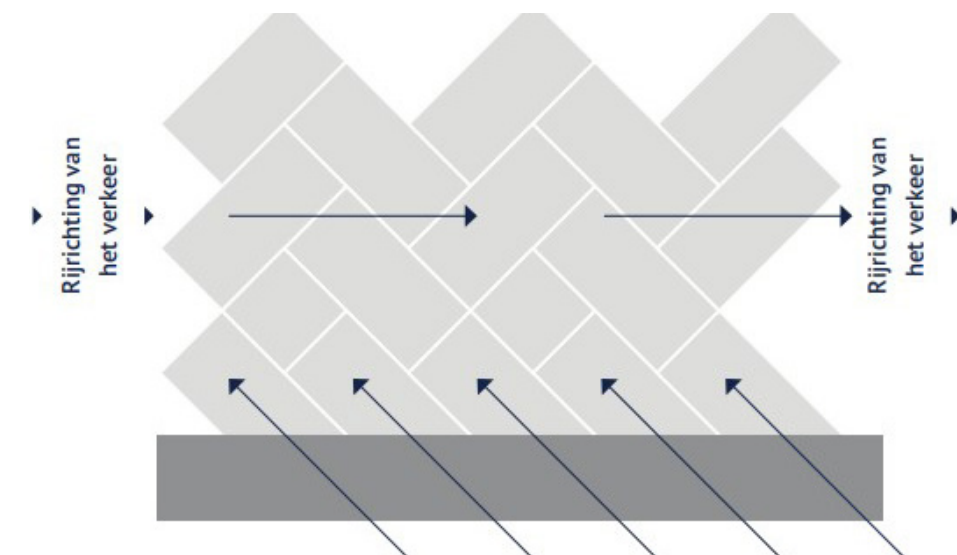
B. bij halfsteensverband:

- staat de pasgemaakte zijde van de kant/goot-laag of kantopsluiting af;
- bij gevels staat de pasgemaakte kant tegen de gevel;

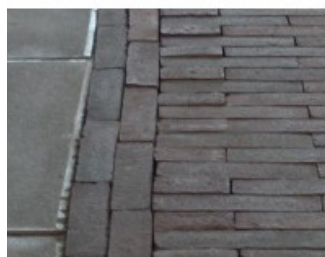
C. algemeen:

- pas-stuk sluit goed aan (gebruik geen elementen op zijn kop of op de zijkant);
- pas-stuk is niet kleiner dan een half element (bij kant- of trottoirband minimaal 0,5 m);
- gebruik passend in het verband en in een enkele rij maximaal 2 passtukken (behalve bij stroomlagen, die in bochten verlopen).

Fig. 8 Hakrichting volgens RAW



Afb. 10 Paswerk: een drietal gevallen van slordig uitgevoerd paswerk zoals: te kleine passtukken; beschadigingen door de straathamer; bisschopsmutsen met textuur verschillen en op de kop geplaatste stenen.



Controle: Bij keperverband bestaat over de hakrichting 'tegen de rijrichting in' soms onduidelijkheid. De RAW is hier echter duidelijk in. Het is namelijk logisch omdat de 'koppen' van de stenen de verkeersbelasting gericht met de verkeersrichting mee moeten opvangen. Het paswerk moet hiervoor wel goed (aan)sluitend zijn aangebracht met een maximale kier of voeg van 2 tot 3 mm. De kieren/voegen zijn visueel te controleren met een liniaal of meetstaafje van 3 mm.

04.9 Ad. 9: Voegen

04.9.1 Voegbreedte

Aansluiting

Banden

De voegbreedte tussen twee aansluitende banden mag niet meer dan 5 mm zijn.

Betontegels, straatstenen

In de Standaard RAW Bepalingen en de BRL 9334 staan geen voorschriften of eisen met betrekking tot de voegbreedte in tegel of straatsteenbestrating. Deze staan wel in de SEB - Kwaliteitsnormen en ook steeds vaker in bestekken. Dit gemis aan eisen wordt steeds meer ondervangen door fabrieksmatige afstand-houders.

Natuursteen

In de SEB Kwaliteitsnormen en de Standaard RAW Bepalingen staan ook eisen met betrekking tot de voegbreedte bij natuursteenbestrating.

Voegwijdte	
Bij twee aansluitende elementen niet meer dan:	
Betontegels	2 mm
Betonstenen	3 mm
Betonstenen in geval van herstraten	5 mm
Gebakken materialen	8 mm
Gebakken materialen in geval van herstraten	10 mm
Twee aansluitende banden	5 mm
Bijgevels, afscheidingen, verkeerspalen, straatmeubilair d.m.v. flexibele voegvulling	max. 10 mm
Bij minimale voegwijdte (bijv. 3 mm) gebruik afstandhouders of tapse stenen	
Controle: met meetstaafjes 3 en 5 mm	

Tab. 1

Oplossing: Bij audits, arbitrage of deskundigenonderzoek kun je onderstaande SEB eisen gebruiken. Als het geen SEB gerelateerd werk of onderzoek betreft, dan is vooraf overeenstemming nodig.

Normen voegen

Voor bestrating met stenen, tegels, keien en kantopsluiting geldt de volgende voegbreedte tussen twee aansluitende elementen of de daarin opgenomen objecten.

- A. Straatbakstenen: normaal maximaal 8 mm, bij her-straten maximaal 10 mm.
- B. Betonstraatstenen: normaal maximaal 3 mm, bij her-straten maximaal 5 mm.
- C. Betonbanden onderling of bij aansluiting met kolken: maximaal 5 mm.
- D. Natuursteenbanden onderling of bij aansluiting met kolken (afstand-houders verplicht): 5 tot 10 mm.
- E. Betontegels maat 150/300 × 300 mm: maximaal 2 mm.

F. Natuursteentegels

- 1. gezaagd met ongebonden voegen: maximaal 8 mm;
- 2. gekliefd met ongebonden voegen: maximaal 10 mm;
- 3. met veeg-vast voegmateriaal: 8 tot 12 mm.

G. Natuursteenkeien met ongebonden granulaire voegmateriaal

- 1. dikte < 60 mm: maximaal 6 mm;
- 2. dikte 60 tot 120 mm: maximaal 10 mm;
- 3. dikte > 120 mm: maximaal 15 mm.

Let op: de keien mogen niet klemmend tegen elkaar liggen.

H. Natuursteenkeien met giet/mortelvoegen of gebonden voegmateriaal

- 1. gezaagd: 8 tot 10 mm;
- 2. nieuw gekliefd: 10 tot 12 mm;
- 3. gebruikt gekliefd: 15 tot 20 mm.

I. Stenen, tegels en keien langs/met gevels, afscheidingen, verkeerspalen, straatmeubilair: maximaal 10 mm.

Controle: De voegen zijn visueel te controleren of met liniaal of meetstaafjes van 3 of 5 mm. Uiteraard moet het geen overdreven precisiewerk worden.

04.9.2 Voegvulling

Gevuld houden

De voegen moeten zodanig gevuld zijn dat er geen verdere vulling van de voegen meer mogelijk is. Voor bestrating kunnen verschillende passende voegmiddelen worden toegepast, zoals gebonden, flexibel gebonden, licht gebonden en ongebonden. Ongebonden voegvulmateriaal bestaat uit zand (straat-zand of brekerzand) of bij (ver)brede voegen uit spit/steenslag.

- A. Bij giet of mortelvoegen moeten de voegen minimaal 30 mm diep gevuld zijn.
- B. Bij de aansluiting van natuursteenbestrating langs/met gevels, afscheidingen, verkeerspalen, en straatmeubilair moet de voeg gevuld zijn met een flexibel voegmiddel. Dit geldt bij voorkeur ook bij tegel of steenbestrating.
- C. De kwaliteit van de voegmiddelen moet voldoen aan de Standaard RAW Bepalingen.

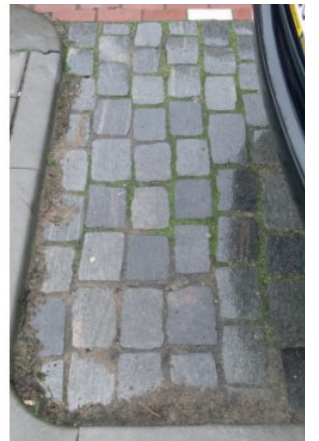


04.10 Ad. 10: Plaatsing

Sorteren en zetten

- A. Elementen (stenen, tegels, keien, banden) mogen niet ondersteboven of op de zijkant worden geplaatst. Ook mogen zij niet beschadigd of gescheurd zijn.
- B. Voordat de voegen zijn gevuld moeten de elementen 'op dracht' staan en mogen met de voet niet meer bewogen kunnen worden. Bij het straten 'onder de hamer' moet een goede dracht al gerealiseerd zijn voordat het straat-werk is afgetrild.
- C. Bij her-straten moeten de uitgekomen en nieuwe bestratingsmaterialen naar soort gescheiden en in aaneengesloten vakken verwerkt zijn.
- D. De kantopsluiting moet over de hele lengte dragen. Rechte kantopsluiting staat in één lijn, gebogen kantopsluiting in een vloeiende lijn. Voor de rechtheid van banden, zie punt 11: Verband.

Bij bogen is het advies om de bovenkant van de trottoirband, in het midden van de boog, 10 mm hoger te stellen dan de bovenkant van de boogbanden ter plaatse van de beide tangentpunten.



Afb. 12 Plaatsing: voorbeeld van slechte plaatsing van straatstenen. Ook de sortering op vorm, kleur en het paswerk is niet in orde (links). Verband en rechtheid van lagen: een tweetal gevallen van slecht halfsteens verband en van onvoldoende rechte lagen (rechts).

04.11 Ad. 11: Verband

Strakke, rechte lagen

A. Het voorgeschreven verband moet juist zijn uitgevoerd zoals:

1. bij elle-boog en keperverband liggen de diagonalen in een rechte lijn en de elementen zuiver haaks ten opzichte van elkaar;
2. bij blok en halfsteensverband liggen de lintstootvoegen duidelijk waarneembaar in één lijn;
3. bij halfsteens- en diagonaalverband liggen de elementen zuiver halfsteens verspringend;
4. bij klein plaveisel (zoals natuursteenkeijtjes) geldt standaard het segment, waaier, schelpen of schubbenverband.

B. Bij natuursteenkeien moeten de lint en stootvoegen volgens een gelijkmatig patroon zijn uitgevoerd. Keien in één rij mogen niet meer dan 10 mm van elkaar verschillen.

C. In bogen en kantlagen verspringen de stenen en tegels minimaal ¼ van de elementlengte.

Bij natuursteenkeien verspringen deze in alle gevallen minimaal ¼ van de elementlengte.

D. Voor de kantlaag geldt standaard het halfsteensverband.

E. Bij een putafdekking, kolkdeksel of soortgelijk voorwerp moet bij bestrating van stenen een volle krans, bestaande uit een streklaag, aanwezig zijn. Het straat-werk is hier tegenaan aangebracht.

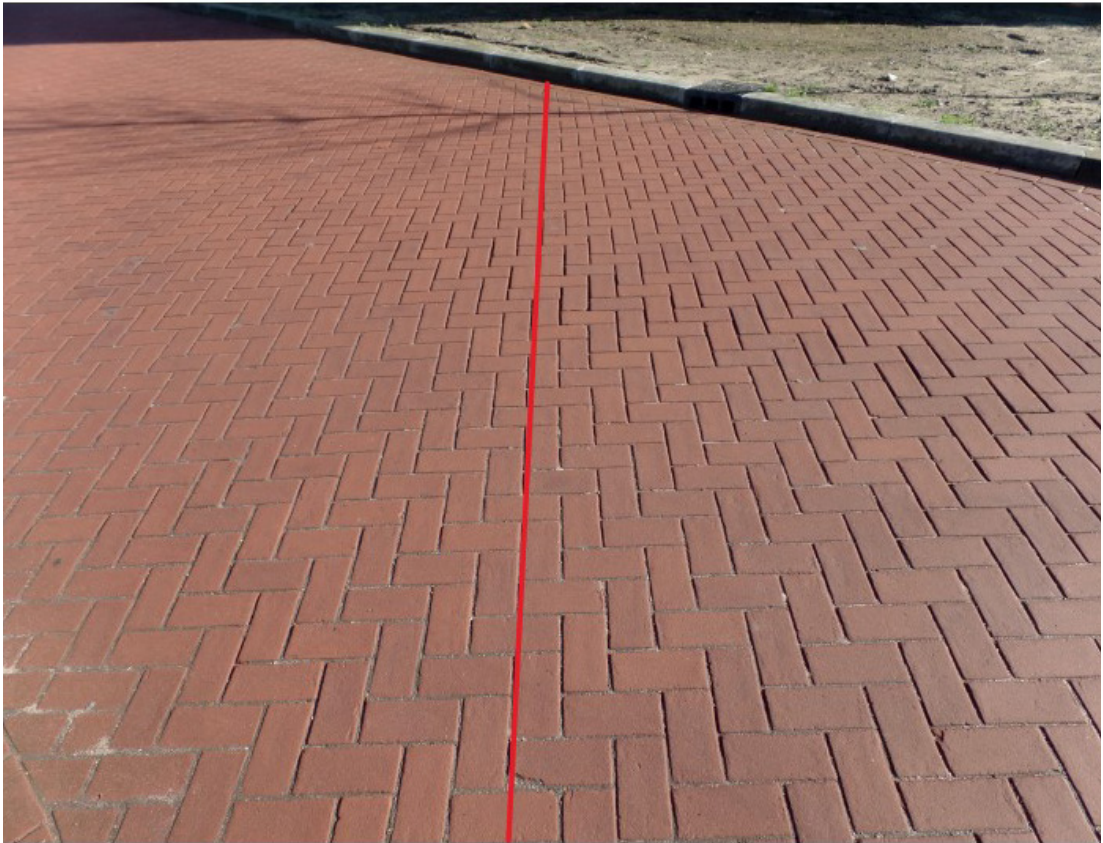
Controle: De controle van bestrating op plaatsing, dracht, verband en rechtheid is vooral visueel in combinatie met schoenbelasting. Bij handmatig aangebrachte bestrating zijn de elementen (stenen, tegels, keien) vaak onregelmatiger van vorm of afmetingen, en met een bijpassende straathamer op dracht en hoogte gebracht. Bij vlijmatig of mechanisch aangebrachte bestrating zijn de verwerkte elementen (stenen, tegels) op een vooraf afgetrild, en op hoogte afgewerkte straat-laag gelegd en na-behandeld. Deze elementen hebben dan ook nagenoeg dezelfde afmetingen.

De methode van het aanbrengen bepaalt daarom (soms) de kwaliteit van plaatsing, dracht, verband en rechtheid. Ondanks dat gelden bij het handmatig bestraten dezelfde normen als voor mechanisch bestraten en her-straten.

Gevuld houden

Voor het kruipen van bestrating, rechtheid van banden, lagen of diagonalen van het verband, bestaan geen objectieve criteria. De volgende - in de praktijk bewezen - formule blijkt hierbij succesvol: $\epsilon = 1,5\sqrt{L}$. Hierbij is 'ε' de toelaatbare maximale afwijking (in mm) en 'L' de lineaire afmeting (in cm).

Rekenvoorbeeld: Een rijbaan met een breedte van 5 m heeft een diagonaal met een lengte van 7 m. De maximale afwijking in rechtheid is dan 4 mm ($\epsilon = 1,5 \sqrt{7} = 4 \text{ mm}$). De controle van de rechtheid gebeurt met een strak metselkoord, draadpinnen en liniaal. Dat het verband (lagen en diagonalen) in bestrating altijd keurig recht moet verlopen is vooral een esthetische kwestie. Veel belangrijker is om door het aanhouden van de benodigde strakheid en voegbreedte de vereiste sterkte/constructie-eisen van de bestrating te realiseren.



Afb. 13 Kaarsrecht?

Afb. 14
Goten: gevallen van
(mol)goten met te
diep liggende kolken
en gootlagen



04.12 Ad. 12: Goten

De standaard mol-goot moet in halfsteensverband zijn uitgevoerd en mag maximaal 40 mm diep zijn. Deze diepte moet bij de kolkinlaat groter zijn dan bij het breekpunt. De diepte moet gelijkmatig verspringen over de voorgeschreven streklagen.

Het dwarsprofiel moet zoveel mogelijk de vorm van een cirkelsegment hebben.

Waterafvoer

Controle: Bij (mol)goten is extra aandacht nodig voor de voegvulling van bestrating en de verdichting van de ondergrond. Dat geldt ook voor de hoogteverschillen (klik) tussen verschillende streklagen, vooral in gebieden met voetgangers en fietsers.

Afb. 15 Kolken: de
vorm van de kolken
varieert. In deze beide
gevallen is te weinig
aandacht besteed aan
de kwaliteit van het
paswerk rondom de
kolken



04.13 Ad. 13: Kolken

Afvoerputten

- A. De voorkant van de kolk moet evenwijdig met en op 5 mm achter de voorkant van de trottoirband liggen.
- B. De spijlen van het kolkrooster moeten haaks liggen op de rijrichting. In ieder geval niet onder een hoek scherper dan 45° of 135° ten opzichte van de rijrichting.
- C. De kolk mag niet klakkeloos op een aanwezige afvoer of drainageleiding zijn aangesloten. De helling van de leiding is maximaal 10 % ofwel 100 mm/m.
- D. Een PVC afvoerleiding moet voorzien zijn van het KOMOkeurmerk, met de stijfheidsklasse SN8 en een nominale middellijn van 125 mm.

- E. De (onder)bak van de kolk moet schoon zijn en voorzien van een stankscherm en zandvang.
- F. Het type kolk moet overeenstemmen met de soort bestrating, de zwaarte van het verkeer en de eigenschappen van de af te voeren neerslag. Kolken moeten voldoen aan de klassen zoals deze nader zijn gespecificeerd (X = licht, Y = zwaar).
- G. Het aantal kolken moet overeenstemmen met de oppervlakte van de bestrating. Dit varieert van 100 tot 200 m² straat-werk per kolk.
- H. Ter plaatse van de kolkdeksel moet bij bestrating van straatstenen een volle krans, bestaande uit een streklaag, aanwezig zijn, waartegen de aanliggende bestrating volgens het juiste profiel is aan-gewerkt.

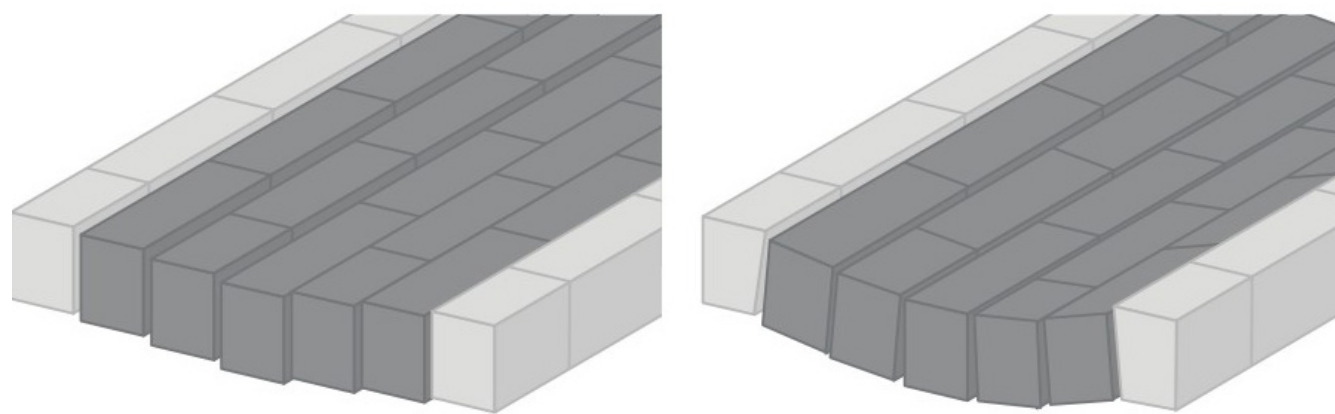


Fig. 9 Molgoten: de 'ronding' en diepte van de molgoot varieert. Bijbreekpunt vlakker dan bij de kolkinlaat.

Controle: Niet alle kwaliteitseigenschappen van kolken, putten of ondergrondse delen zijn daadwerkelijk goed controleerbaar. Bij controle van de kwaliteit van de ondergrondse afvoerleiding kan worden volstaan met gerichte vragen op het werk in combinatie met gegevens op de werktekening.

De aanvulling en verdichting naast, of rondom kolken verdient extra aandacht. Het is mogelijk om daar met een stenentrekker een steen of tegel te verwijderen om handsonderingen uit te voeren.

04.14 Ad. 14: Plasvorming

Geen natte
voeten

Neerslag moet om allerlei redenen zo veel mogelijk langs het oppervlak van de bestrating worden afgevoerd, behalve bij infiltrerende bestrating (zie hoofdstuk 05). In Nederland bestaat geen norm of regelgeving met betrekking tot plasvorming of wateroverlast op bestrating door (ernstige) regenval. De oorzaak van wateroverlast op bestrating is meestal het overlopen van de (gemeentelijke) riolering. In ons land is het ondenkbaar dat op bestrating nooit tijdelijke plasvorming zal ontstaan. In woongebieden is het acceptabel dat er incidenteel plasvorming op het straat-werk optreedt met een beperkte duur (gemiddeld 20 tot 30 minuten en maximaal 60 minuten) en beperkte omvang. In ieder geval moet voorkomen worden dat tijdens hevige neerslag water in woningen of gebouwen stroomt en schade veroorzaakt. In straten met verhoogde trottoirbanden, waarbij de rijbaan als tijdelijke waterbuffer kan dienen, bestaat daarop minder kans dan in voetgangersgebieden met weinig hoogteverschillen.

Controle: De kwaliteitsbepaling van bestrating gebeurt niet tijdens of vlak na neerslag. Dit betekent dat het controleren van bestrating op langdurige plasvorming zich beperkt tot het opsporen van plekken met in verhouding duidelijk zichtbare verkleuring of onkruidbegroeiing.

04.15 Ad. 15: Materialen

Afb. 16

Specialistisch
werk



- A. In de Standaard RAW Bepalingen, SEB-Kwaliteitsnormen en BRL 9334 wordt voor het keuren van de bestratingselementen verwezen naar de betreffende Nederlandse en Europese norm voorschriften. In de Standaard RAW Bepalingen staan wel bepalingen voor de kwaliteit en eigenschappen van bestratingselementen en bouwstoffen, zoals voor straatbakstenen, beton straatstenen, straat, brekerzand en split, voegvullingsmaterialen, natuursteenelementen, zandcement en funderingsmaterialen.
- B. Het (streng) keuren van bestratingselementen gebeurt in de fabriek door specialisten en onafhankelijke keuringsinstanties volgens standaardmethoden en certificeringeisen voor de elementen conform Nederlandse en Europese productnormen, beoordelingsrichtlijnen (BRL 's) en Bouwstoffenbesluit. Goedgekeurde elementen zijn dan voorzien van CE markering en/of van een KOMO - kwaliteitsverklaring.

Controle: Bij het onderzoek wordt gecontroleerd of de aanwezige elementen, materialen en bouwstoffen voldoen aan de voorgeschreven eisen van de opdrachtgever, zoals kleur, vorm en uiterlijk.

Verder wordt gekeken naar het Bewijs van Oorsprong (CE markering, KOMO - kwaliteitsverklaring, certificaten, datum van fabricage en gebruiksgeschiktheid, naam leverancier en/of fabriek) en mogelijke uiterlijke gebreken, zoals afgebroken hoeken, beschadigde oppervlakken of gebroken elementen.

De beoordeling van de elementen van de bestrating op de (juiste) kleur is lastig. Zo kan bijvoorbeeld hetzelfde type straatsteen per formatteringseenheid, partij of dagproductie zichtbare verschillen vertonen qua beleving of kleurintensiteit. Bovendien is de kleur in de buitenlucht in belangrijke mate afhankelijk van het vochtgehalte van de materialen en van (minimale) structuur of textuurverschillen tussen de elementen onderling. Ondanks dat is een kwaliteitsbepaling bedoeld om kritisch te kijken naar opvallend grote verschillen.

05 Infiltrerende bestrating

Infiltratie

Infiltrerende bestrating heeft een speciale constructie waarbij neerslag door of langs de straatstenen in de onderliggende fundering zakt en vervolgens in de ondergrond infiltreert. Er kan ook een speciaal ontwikkelde fundering toegepast zijn, die het water tijdelijk buffert en zuivert.

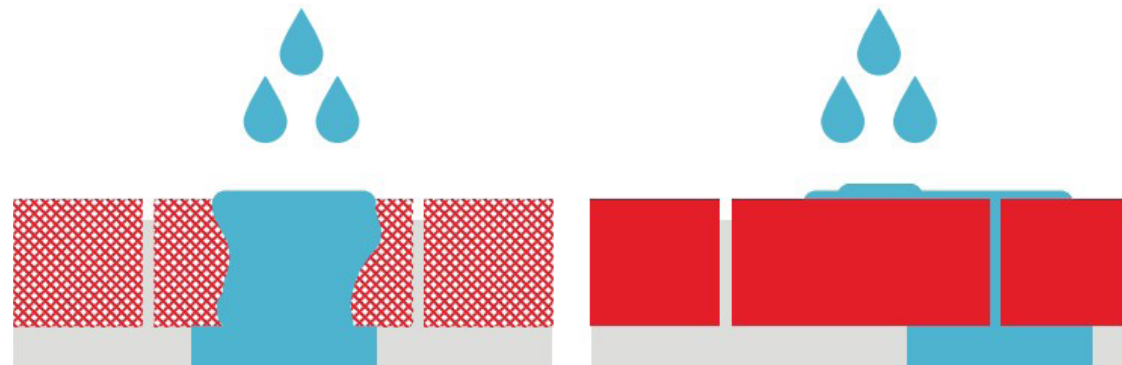
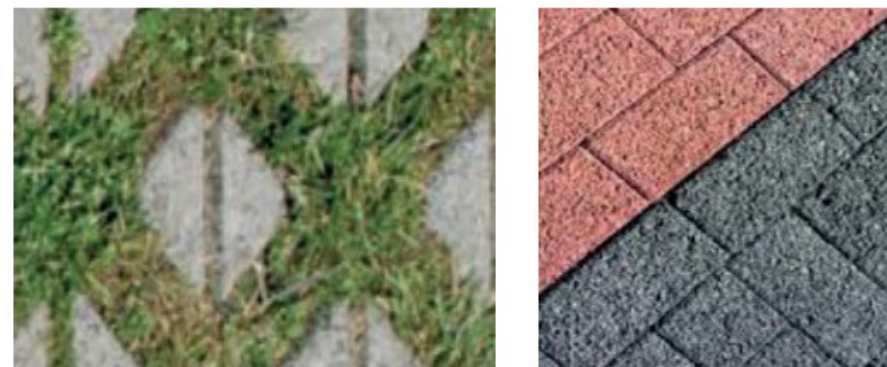


Fig. 10

Bij gebruik van infiltrerende bestrating zijn er eigenlijk geen kolken meer nodig. Als in bepaalde situaties of noodgevallen de capaciteit hiervan toch niet groot genoeg is, zijn kolken, riolen of overlopen alsnog nodig om de neerslag af te kunnen voeren.

Infiltrerende bestrating is erg gevoelig voor vervuiling, waardoor de waterdoorlatende werking vermindert. Daarom moet bij de uitvoering veel aandacht worden besteed om vervuiling van het oppervlak te voorkomen. Bij de kwaliteitsbepaling van infiltrerende bestrating gelden dezelfde 15 beoordelingscriteria met enkele verschillen ten opzichte van normale bestrating. Deze verschillen vind je hieronder.



Afb. 17 Voorbeelden van infiltrerende bestrating

05.1 Ad. 1: Fundering

Aandacht voor onderlaag

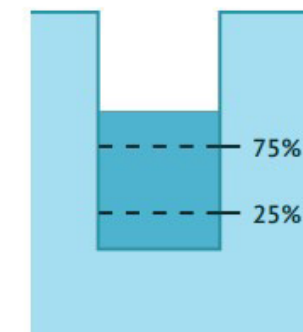
De bodem, fundering en straat-laag moeten bijzonder goede waterdoorlatende eigenschappen hebben. Dit wordt de waterdoorlatendheid of infiltratiecapaciteit genoemd. Deze moeten de volgende waarden hebben.

- Bij de bodem- en zandlagen moet de waterdoorlatendheidscoëfficiënt (k-waarde) liggen tussen de 2,7 tot $5,4 \times 10^{-5}$ m/sec ofwel (afgerond) tussen de 10 tot 20 cm/uur.
- Bij funderingslagen van puingranulaat of natuursteenslag moet het holle ruimtepercentage liggen tussen 30 à 40 %.
- Het is raadzaam om een straat-laag van split 2/6 mm aan te brengen.

Het grondwater moet minimaal 70 cm onder het maaiveld staan en het is raadzaam om een waterdoorlatende scheidelag (geo-textiel) te gebruiken. Verder moeten de materialen van de funderingslagen keihard zijn. De LA coëfficiënt moet dus zo laag mogelijk zijn.

LA coëfficiënt moet zijn voor:

- grind en natuursteenmaterialen: 25 tot 40;
- mengpuingranulaat: maximaal 60;
- split: maximaal 20.



Controle: De waterdoorlatendheid van de bodem kun je controleren met de putmethode. Hiervoor maak je een put of boorgat in de bodem met bepaalde afmetingen. Op de bodem breng je een dunne laag steenslag aan. Je plaatst een meetlat met markeringen (bijvoorbeeld ¾ vol en ½ vol) en vult de put met water. Vervolgens meet je de tijd waarin het water-niveau van ¾ vol naar ½ vol zakt. De gemeten tijd vergelijk je met de k-formule aan de vereiste k-waarde. De uitvoering van deze proef kan in de praktijk uren duren, vooral omdat deze 3 keer moet worden herhaald.

De k-formule is:

$$k = \frac{k = 360 \times \text{hoeveelheid verdwenen water in liters (bijvoorbeeld 5 l)}}{\text{tijd in seconde (bijvoorbeeld 370 sec)} \times \text{oppervlak binnenste ring in m}^2 \text{ (bijvoorbeeld } 0,50 \times 0,50 \text{ m)}} = \frac{360 \times 5}{370 \times 0,25}$$

In dit rekenvoorbeeld: k = 20 cm/uur (tijdsduur van proef circa 6 minuten).

Het controleren van het percentage holle ruimte in steenslag- of puingranulaatlagen is op het werk niet eenvoudig maar gebeurt door gerichte vragen aan medewerkers ter plaatse.

Bij de controle van de hardheid (LA coëfficiënt) wordt gekeken naar het Bewijs van Oorsprong, zoals de CE markering, KOMOkwaliteitsverklaring, certificaten, gebruiksgeschiktheid en de naam van de leverancier.

Minder (geen)
afschot

05.2 Ad. 2: Dwarsprofiel

Het dwarsafschot moet minstens 1 % (10 mm/m) zijn. Het maximale dwarsafschot is 3 % (30 mm/m). Dit om te snelle afstroming van het water naar het laagste punt en daarmee de kans van opeenhoping van vuil te voorkomen. Het is raadzaam om de midden-wang van het dwarsprofiel een boogspanning van minimaal 5 mm te geven.

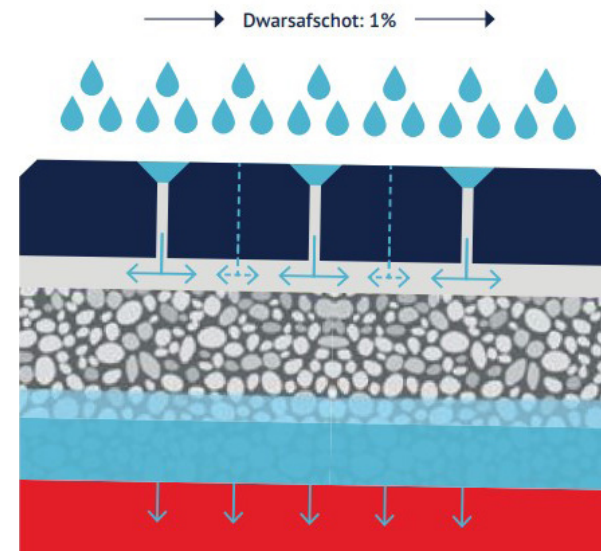


Fig. 11

Grotere voeg

05.3 Ad. 9: Voegen

Bij water-passerend straat-werk zijn de voegbreedten meestal iets breder dan normaal, maar een grotere breedte dan 10 mm is ongewenst (normaal 3 tot 5 mm).

De voegen moeten worden gevuld met een materiaal dat optimaal waterdoorlatend is en blijft. Hiervoor wordt vaak split toegepast. Afhankelijk van de voegbreedte heeft deze een gradering 1/3 of 1/6 mm. Om het verstopt raken van de poreuze betonstraatstenen te voorkomen gebruik je bij waterdoorlatende bestrating beter niet de fijne fractie van 0/0,5 mm.

Een alternatieve voegvulling is een waterdoorlatende strip van kunststof of weefsel (zogenaamde drainvoegen van circa 4 mm). Sommige strips zitten ingeklemd tussen de stenen en sommige zitten tussen uitsparingen.

Wateroverlast

05.4 Ad. 14: Plasvorming

Bij infiltrerende bestrating wordt plasvorming natuurlijk anders beoordeeld dan bij normale bestrating. Om wateroverlast te voorkomen is het belangrijk om de infiltrerende werking van de constructie te controleren.

De waterdoorlatende capaciteit van een water-passerende toplaag is aanzienlijk groter dan van een waterdoorlatende toplaag. Ook zijn er speciaal ontwikkelde kolken, die het water direct naar de fundering kunnen afvoeren, waardoor de interende werking van de toplaag wordt ontlast.

Waterdoor-
latendheid

Controle: De waterdoorlatendheid van bestrating kun je op het werk met de twee-rings-infiltratieproef controleren. Deze proef is echter wel erg tijdrovend, maar wordt voor de volledigheid toch beschreven.

Verlijm 2 ringen (bijvoorbeeld ø 15 en 100 cm) op het straat-werk. Vul beide ringen met water. Het water in de grote buitenste ring laat het water in de binnenste ring zo verticaal mogelijk in de bestrating infiltreren. Bepaal de waterdoorlatendheid door in de kleine binnenste ring een constant waterniveau aan te houden gedurende bijvoorbeeld 20 minuten.

Uit de verdwenen hoeveelheid water in liters, de tijd in seconden en de oppervlakte in m² van het straat-werk binnen de kleine binnenste ring kun je de waterdoorlatendheid van de bestrating ter plaatse berekenen met de k-formule:

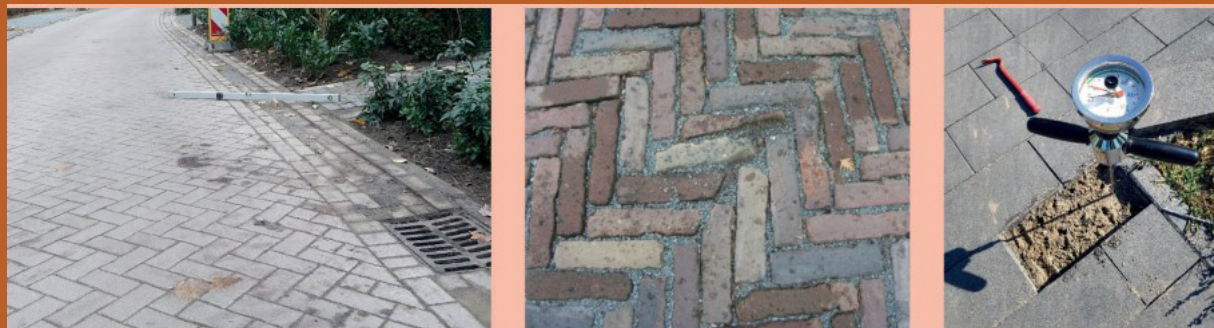
$$k = \frac{360 \times \text{hoeveelheid verdwenen water in liters}}{\text{tijd in seconden} \times \text{oppervlakte binnenste ring in m}^2}$$

Samenvatting

Aannemings-/Bestratingsbedrijven besteden intern veel tijd aan het samenstellen van kwaliteitshandboeken om de voorbereiding en uitvoering van bestratingswerkzaamheden goed te laten verlopen. Toch blijkt er op de werkvloer veel minder aandacht gegeven te worden aan controle van de eigen werkzaamheden, zoals de kwaliteit van de fundering of van de ligging van het straat-werk.

De systematische controle van bestrating wordt namelijk vooral door de directievoerder of de auditor van een certificerende organisatie gedaan.

Deze Handleiding 'Kwaliteitsbepaling Bestravingswerken' is gebaseerd op landelijke normen, eisen en voorschriften en helpt medewerkers in de uitvoering van bestratingswerken aan kennis en vaardigheden, zodat zij hun eigen (dag)resultaten kunnen bepalen. Hierdoor wordt zowel de kwaliteit van het uitgevoerde werk verhoogd als de trots en betrokkenheid van medewerkers.



Afb. 18 v.l.n.r.: klik bijkolk en in gootlagen bijmolgoot, verband straatbakstenen, meting verdichting zandbed

Deze handleiding beschrijft de voor bestrating geldende landelijke normen, eisen en voorschriften (SEB, RAW, BRL 9334). Verder wordt aandacht besteed aan de eigenschappen voor infiltrerende bestrating. Daarnaast wordt beschreven welke gereedschappen zoal nodig zijn om de metingen aan de bestratingswerken te kunnen verrichten, waarbij de meetmethoden en normen zijn onderverdeeld in een 15 – tal “Beoordelingscriteria”. Enkele belangrijke beoordelingscriteria zijn dan bijvoorbeeld:

- verdichting fundering;
- klik;
- verband.

Notities

[illegible]

Notities

[illegible]

Notities

[illegible]

www.straatwerknederland.nl

Projectleiding: Johan de Krom, De Krom en Teunis van de Pol, garDsign

Oorspronkelijke tekst: Hans de Vaan, HadrieëM

Geredigeerd: Fred Schuch, Conntext

Ontwerp en vormgeving STRAATWERK Nederland versie: Rene Cornelissen , Ontwerptoppers / C02media

Wij staan voor

Vakmanschap

Samenwerking

Kwaliteit