

DE



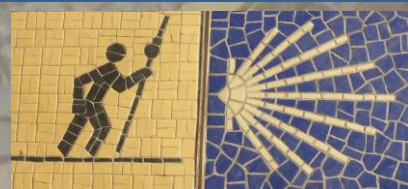
UNST'EN VAN:



Straatbouw en Straatwerk



Hoofdstuk 08: Kwaliteit en Bestratingsnormen



Σ ♥ TRAINING ♣ ONDERZOEK ♦ ADVISERING ♠

HADRIEEM.NL

Hans de Vaan



- ✓ Zorgt voor duidelijkheid
- ✓ Zorgt dat alles in orde is
- ✓ Zorgt voor vertrouwen
- ✓ Zorgt voor een alternatief



HADRIEEM

training - advies - onderzoek

ALLEREERST: HADRIEËM's ⇒ KUNST 'EN of TROEVEN

- © **HADRIEËM:** Na vele jaren met passie te hebben gewerkt in allerlei functies bij particuliere bedrijven en de gemeente Breda, heb ik een doorstart gemaakt als:

'HadrieëM ∑ ♥ Training ♣ Onderzoek/Arbitrage ♦ Advisering ♠'. Ik ben ook al vele jaren als Freelancer ingezet als: Docent, Trainer, (Rechtbank)Deskundige, Arbitrer en Mediator, wat deze doorstart logisch maakt.

- © **KUNST'EN:** Ik ben geen kunstenaar, maar wel de auteur van het unieke boek: 'De Kunst van Straatbouw en Straatwerk'. Mijn boek bestaat uit een 13-tal Hoofdstukken, zodanig beschreven dat deze afzonderlijk te lezen zijn; dit is vaak de reden dat velen niet in het bezit zijn van het complete boek, maar slechts beschikken over enkele Hoofdstukken (zoals: Verdichting, Klein plaveisel, Riolen & Regenwater, de Kunst van Infiltrerende Bestrating). Hierbij laat ik u kennis maken met een belangrijk onderdeel te weten:

Hoofdstuk 08 Kwaliteit – en Bestratingsnormen. In 2021 heb ik voor de " Ondernemersvereniging Bestratingen Nederland (OBN) " een praktische handleiding samengesteld over het inspecteren van bestratingswerken. Aansluitend heb ik daarover een landelijk Webinar gepresenteerd. Dit boekwerk is als: " Handleiding Kwaliteitsbepalingen bestratingswerken" verkrijgbaar bij "STRAATWERK NEDERLAND" te IJsselstein .

- © **TROEVEN:** HadrieëM 'voelt zich als een vis in het water' op het gebied van de Civiele techniek – vooral bij elementenverhardingen - in combinatie met mensen & gedrag in de Openbare Ruimte. Het doel van HadrieëM is het realiseren van: Betaalbare, Objectieve, Onafhankelijke, Deskundige dienstverlening met de inzet van een viertal sterke 'Troeven' te weten: Training, Onderzoek/Arbitrage, Advisering en Kosten:

- ♥ **Ad. Training:** Met het organiseren van gerichte (bedrijfs)trainingen verbetert HadrieëM iemands persoonlijke deskundigheid en vaardigheden zoals op de 13 vakkennisonderdelen van 'De Kunst van Straatbouw of Straatwerk', dan wel iemands persoonlijkheid en/of de Bedrijfscultuur (zoals: communicatie, motivatie, gedrag, conflicthantering, succesvol handelen en veilig werken);
- ♣ **Ad. Onderzoek /Arbitrage:** Een kernkwaliteit van HadrieëM is het uitvoeren van onderzoek/arbitrage t.b.v. Kwaliteitsbeoordeling, Schadebepaling of Uitspraken bij Geschillen. De betreffende Auditing vindt plaats op basis van: processuele uitgangspunten, technische - en juridische regelgeving, buitenonderzoek en Auditrapportage;
- ♦ **Ad. Advisering:** HadrieëM adviseert inzake: producten, methoden, eisen en voorschriften, kwaliteitsborging;
- ♠ **Ad. Kosten:** De kosten van inzet van HadrieëM zal geen aanleiding geven tot problemen. HadrieëM levert maatwerk tegen schappelijke vergoedingen; bij voorkeur tegen een vóóraf overeengekomen totaalbedrag. Daarenboven beschikt HadrieëM over de geactualiseerde inhoud van: 'De Kunst van Straatbouw en Straatwerk' en kan daardoor – in beginsel kosteloos - dienstbaar zijn bij het (digitaal) toezenden van één of meerdere Hoofdstukken.

- © **CONTACT:** Belanghebbenden of geïnteresseerden in: HadrieëM's ⇒ Kunst'en of Troeven, verzoek ik met mij contact op te nemen. Dit kan via: hahmdevaan@ziggo.nl ; hahmdevaan@gmail.com of via 'het contact' bij de website: www.hadrieem.nl ; mijn website biedt ook nog leerzame, verrassende verhalen.



Hans H.H.M. de Vaan ⇒ HadrieëM.

Teteringen, april 2023.

Drager van de 'Gouden Straatmakershamer'.

- ✓ Zorgt voor duidelijkheid
- ✓ Zorgt dat alles in orde is
- ✓ Zorgt voor vertrouwen
- ✓ Zorgt voor een alternatief



INLEIDING & AANLEIDING HOOFDSTUK 08

✚ "Aan de Lezers" zo opent in 1954 B.J. Kerkhof - de voorzitter van de Stichting BEVORDERING WEGENBOUW - zijn voorwoord in het handboek "DE BEGINSIELEN VAN HET STRAATMAKEN". Ik sluit mij graag aan bij deze stijlvolle en klassieke opening. Het hier betreffende Hoofdstuk 08 is de geactualiseerde versie van mijn boek 'De Kunst Straatbouw en Straatwerk'. Het oorspronkelijke boekwerk heb ik in 2010 samengesteld ten behoeve van de interne applicatiecursus voor de Auditors van de Stichting Erkenning voor het Bestratingsbedrijf (SEB) te IJsselstein. Voor dit boekwerk heb ik vele bronnen van derden geraadpleegd zoals: boeken, scripties, tijdschriften en websites. De zo volledig mogelijke opsomming van deze bronnen heb ik gedaan bij het einde van mijn boekwerk, evenals aan het einde van dit Hoofdstuk 08 (zie pagina 28). Mijn complete boekwerk bestaat uit een 13 - tal Hoofdstukken, allemaal zodanig beschreven dat deze (min of meer) afzonderlijk te lezen zijn. Dit is de reden dat ik hierbij de geactualiseerde versie (Standaard RAW 2020) van Hoofdstuk 08 afzonderlijk uitgeef. Het complete boekwerk is ook nog verkrijgbaar bij de Stichting Erkenning voor het Bestratingsbedrijf (SEB) te IJsselstein.

✚ Naast de vele door mij geraadpleegde bronnen, ben ik veel dank verschuldigd aan de Stichting Bevordering Wegenbouw (SBW, naderhand Fundeon en SOMA), het Zuidelijk Technisch Wegenbouw Centrum (ZTWC), de Nederlandse Vereniging voor Waterbeheer (NVA, naderhand Stichting Wateropleidingen) en de SEB. Het boekwerk – maar vooral het Hoofdstuk 08 - heb ik opgedragen aan mijn 'leermeester' Mathieu Mutsaerts, zelf een mr. straatmaker bij de Gemeente Tilburg, drager van de Zilveren Straatmakershamer¹ en als (hoofd)opzichter getransfereerd naar de Gemeente Breda. Hij bracht mij - zijn jonge chef - de wijsheden in het vak bij. Hij deed mij in zijn 75^e levensjaar (in 1989) zijn Straatwerkboek "STRAATBOUW" van 1931 - geschreven door H.A. Muus - cadeau. H.A. Muus was Oud -Inspecteur van de Gemeente Rotterdam. Uiteraard ben ik ook veel dank verschuldigd aan de vele West Brabantse 'mr. Straatmakers'.



✚ Bij het samenstellen van mijn boek heb ik géén commerciële bedoelingen.

Het mag door iedereen worden gebruikt met in achtneming van de normale rechten die voortvloeien uit de wetgeving ten aanzien van het intellectuele eigendom. Ik eindig dit voorwoord met een in dit kader 2 tal toepasselijke lijfspreuken:

- Nihil probat qui ni probat
- Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu
- In onze moerstaal zouden we zeggen:
 - Hij die teveel bewijst, bewijst niets
 - Er is géén waarheid zonder waarneming.

De vier raadgevingen in de rechterzijde van de koptekst, verwijzen naar de managementlessen welke ik bij trainingen doceer vanuit het verhaal van de legendarische boogschutter Wilhelm Tell, maar dat is weer een ander verhaal!

Hans H.H.M. de Vaan ⇒ HadrieëM (april 2023).

¹ Deze 'Zilveren Straatmakershamer' is hem destijds uitgereikt als de kampioen bij de landelijke wedstrijd voor straatmakers.

- ✓ Zorgt voor duidelijkheid
- ✓ Zorgt dat alles in orde is
- ✓ Zorgt voor vertrouwen
- ✓ Zorgt voor een alternatief



HADRIEEM

training - advies - onderzoek

INHOUDSOPGAVE HOOFDSTUK 08

08: KWALITEIT EN BESTRATINGSNORMEN

8.1. ALGEMENE VOORWAARDEN EN KWALITEITSAANDUIDINGEN

8.1.1: STABU – EN RAW SYSTEMATIEK pag. 2

8.1.2: REGELENDE - EN DWINGENDRECHTELIJKE BEPALINGEN pag. 3

Burgerlijk Wetboek

8.1.3: ALGEMENE KWALITEITSAANDUIDINGEN STRAATWERK pag. 5

Oorsprong civieltechnische kennis en kunde over verhardingen

8.1.4: BESCHRIJVING CONDITIE EN ONDERHOUDSTOESTAND pag. 7

8.2. KWALITEITS(BESTRATINGS)NORMEN en BEOORDELINGSCRITEIA pag. 8

8.2.1: BEGRIPPEN EN UITGANGSPUNTEN BESTRATINGSNORMEN pag. 8

8.2.2: ONDERGROND pag. 10 - 13

8.2.2.1: Bodem: 8.2.2.3: Straatlaag:

8.2.2.2: Zandbed: 8.2.2.4: Stijvere fundering:

8.2.3: STRAATWERK pag. 14 - 20

8.2.3.1: Gewijzigd tonrond profiel: 8.2.3.9: Vlakheid:

8.2.3.2: Gewijzigd tonrond profiel met ver- 8.2.3.10: Haaksheid:

plaatste kruin: 8.2.3.11: Klik:

8.2.3.3: Gewijzigd tonrond hangend profiel: 8.2.3.12: Pas-/zaag-/hakwerk:

8.2.3.4: Tonrond profiel: 8.2.3.13: VOEGEN: Breedte en Vulling

8.2.3.5: Dwarsprofiel voor bestrating van tegels: 8.2.3.14: Plaatsing:

8.2.3.6: Afwijkingen hoogteligging profiel: 8.2.3.15: Verband:

8.2.3.7: Dwarshelling: 8.2.3.16. Molgoten:

8.2.3.8: Oneffenheid:

8.2.4: AFWATERING: pag. 20

8.2.4.1: Kolken, putten en afvoerleiding

8.2.4.2: Plaatsing en ligging: Kolken, putten en afvoerleiding

8.2.5: BESTRATINGSELEMENTEN, MATERIALEN, BOUWSTOFFEN pag.21

8.2.5.1: Standaard RAW Bepalingen bestratingselementen en bouwstoffen:

8.3. ALGEMENE OPMERKINGEN KWALITEITS(BESTRATINGS)NORMEN pag. 22

8.4. THEORETISCHE & PRAKTISCHE OVERWEGINGEN pag. 23

8.4.1: HAKRICHTING:

8.4.2: AANSPRAKELIJKHEID VAN DE AANNEMER NA DE OPLEVERING ► UAV 2012 pag. 24

8.4.3: HET KRUIPEN VAN STRAATWERK pag. 25

➤ Factoren die het kruipen voorkomen of beperken pag. 27

➤ Kruipen en de wijze van aanbrengen van het straatwerk pag. 28

GERAADPLEEGDE LITERATUUR EN WEBSITES pag. 28 - 29



08: KWALITEITS -, BESTRATINGSNORMEN; CRITERIA

8.1. ALGEMENE VOORWAARDEN EN KWALITEITSAANDUIDINGEN

8.1.1: STABU – EN RAW SYSTEMATIEK

Het is in Nederland gebruikelijk voor de uitvoering van (openbare) werken de STABU-systematiek voor de woning- en utiliteitsbouw en de RAW- systematiek voor de Grond-, Weg- en Waterbouw te hanteren. De STABU wordt uitgegeven door de Stichting S.T.A.B.U.; de R.A.W. door de Stichting C.R.O.W.². Een belangrijke bijdrage aan de STABU – resp. RAW systematiek wordt geleverd door de zgn. Standaardbepalingen zijnde: de 'STABU Standaard 2019' resp. de 'Standaard RAW Bepalingen 2020'.

Een administratief/juridisch onderdeel van de beide Standaardbepalingen is de 'UAV (2012)'. De U.A.V. staat voor: Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de Uitvoering van werken. Hierin staan allerlei algemene voorwaarden en bepalingen zoals: de verhouding tussen opdrachtgever en aannemer tijdens de uitvoeringsfase, de verrekening van meer-/minderwerk, de oplevering van een werk, de onderhoudsverplichtingen en – termijn, de garantie en aansprakelijkheid van de aannemer na de oplevering.



De UAV gaat ervan uit dat de opdrachtgever verantwoordelijk is voor de ontwerp- en voorbereidingsfase van het werk, terwijl de uitvoering van het werk aan de aannemer wordt uitbesteed. De opdrachtgever kan hierbij ook kiezen om de directievoering uit te laten voeren door een derde partij (zoals een Ingenieursbureau). De UAV valt onder het privaatrecht. Geschillen worden beslecht bij de 'Raad van Arbitrage voor de Bouw'. Aangelegenheden die buiten de bepalingen van de UAV vallen, kunnen aan de rechter worden voorgelegd. De hiervoor bedoelde Standaardbepalingen, evenals de voorwaarden in de UAV kunnen zo nodig in het bestek worden gewijzigd. Dit kan worden gedaan om de positie van de opdrachtgever te versterken of om de bepalingen of voorwaarden aan te passen aan de specifieke situatie van het werk.

In de STABU Standaard zijn slechts summiere bepalingen opgenomen voor bestratingen. Voor meer gecompliceerde civieltechnische aangelegenheden wordt doorverwezen naar de Standaard RAW Bepalingen. Omgekeerd wordt in de Standaard RAW Bepalingen voor bouwkundige zaken al snel doorverwezen naar de STABU Standaard Bepalingen. Het zal duidelijk zijn dat voor bestratingswerken meestal de RAW-systematiek wordt voorgeschreven. De RAW-systematiek maakt thans gebruik van de 'Standaard RAW Bepalingen (2020)' met uitvoeringseisen, voorschriften en richtlijnen, zoals ten aanzien van de uitvoering van bestratingswerken (te weten: Hoofdstuk 83 "Elementenverhardingen").

De UAV (2012) mag niet worden verward met de samenwerkingsvorm volgens de 'UAV-GC (2005)'. De letters 'GC' in UAV-GC staan voor 'Geïntegreerde Contracten'. Geïntegreerde contracten zijn contracten waarbij de aannemer zowel ontwerp - als uitvoeringswerkzaamheden verricht. Bij een geïntegreerd contract verschuift dus een (substantieel) deel van de ontwerpbeslissingen naar de aannemer. Deze verschuiving heeft dan consequenties voor de inhoud van het contract en voor de verdeling van de verantwoordelijkheden tussen opdrachtgever en aannemer. Dit betekent dat de opdrachtgever minder invloed kan hebben op het ontwerp – en uitvoeringsproces. In de UAV-GC 2005 hebben (traditionele) termen (zoals: directievoering, toezichthouder, keuring) plaats gemaakt voor de termen zoals: toetsen en accepteren. Toetsings- en acceptatiemomenten kunnen worden toegepast in de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en tijdens de meerjarige onderhoudsperiode (indien opgedragen), terwijl de aannemer zelf een kwaliteitssysteem moet hanteren.

² De door mij gebruikte afkortingen betekenen: STABU = Nationale standaard bestekssystematiek voor de Burger- en Utiliteitsbouw; De RAW is een stelsel van juridische, administratieve en technische voorwaarden voor het samenstellen van bouwcontracten in de Grond-, Water- en Wegenbouw (GWW); CROW = Kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte.



Er zijn ook bedrijven die werken uitvoeren volgens de 'Cumelavoorwaarden'. Het betreft dan vooral loonwerk, grondverzet en cultuurtechnisch werk. De Cumelavoorwaarden worden periodiek samengesteld door 'Cumela Nederland', zijnde de brancheorganisatie voor bedrijven in groen, grond en infra.

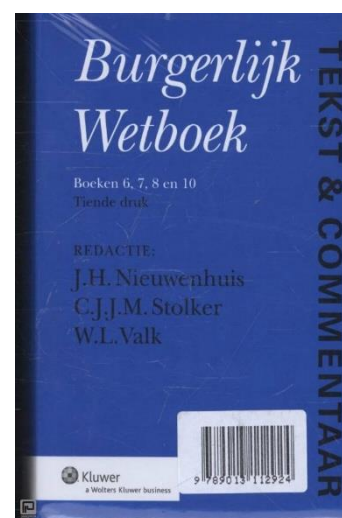
De Cumelavoorwaarden bestaat uit een veelvoud van bepalingen en voorwaarden, maar bevatten géén technische bepalingen of - voorschriften met betrekking tot enig (straat)werk. In die zin zijn de Cumela-voorwaarden enigszins vergelijkbaar met de UAV.

8.1.2: REGELENDE - EN DWINGENDRECHTELIJKE BEPALINGEN

BURGERLIJK WETBOEK

Bij dit alles dient vooral te worden gerealiseerd dat voor enig werk de STABU Standaard, Standaard RAW Bepalingen of Cumelavoorwaarden **niet** automatisch van toepassing zijn, tenzij in de voorbereidingsfase (zoals in: opdracht, offerte, bestek) van het werk expliciet daar naar wordt (door)verwezen of tenzij in zee wordt gegaan met een SEB- Erkend en/of met een BRL 9334 gecertificeerde aannemingsbedrijf (zie hierna bij par. 8.1.3)

Bij alle overeenkomsten zijn wel automatisch van toepassing de bepalingen van het Burgerlijk Wetboek. Ook is het zo dat op grond van het Burgerlijk Wetboek (art.6:233 sub b) bepaalde algemene voorwaarden *vernietigbaar* kunnen zijn, als een van de partijen niet de (redelijke) mogelijkheid is geboden om daarvan kennis te nemen. *Als voorbeeld*: bepaalde algemene voorwaarden waar een aannemer naar verwijst, maar welke bij het sluiten van de overeenkomst door deze aannemer niet aan de opdrachtgevende partij werden toegezonden, maar waar slechts (in de offerte of factuur) naar is verwezen.



Naast het hiervoor bedoelde feit dat één partij in sommige gevallen een beroep kan doen op de vernietigbaarheid van algemene voorwaarden, kan het ook zijn dat bij een overeenkomst een *tweetal* verschillende algemene voorwaarden van toepassing zijn (verklaard). In het Nederlandse recht wordt in beginsel de '*first shot – theorie*' aangehangen. Aldus is in het Burgerlijk Wetboek (art. 6:225 lid 3) bepaald dat aan de tweede verwijzing naar algemene voorwaarden geen werking toekomt, tenzij daarbij de algemene voorwaarden uit de eerste verwijzing uitdrukkelijk van de hand zijn geweest. Deze situatie kan zich bij voorbeeld voordoen wanneer een hoofdaannemer bij zijn onderaannemer een prijs opvraagt voor een deel van het werk. Bij deze offerte-aanvraag verklaart de hoofdaannemer zijn algemene voorwaarden dan van toepassing. De hoofdaannemer is dus in dit geval de eerste verwijzer (*first-shot*). Voor het geval dat de betreffende onderaannemer in zijn offerte ook zijn algemene voorwaarden van toepassing verklaart, zal dat dan de tweede verwijzing (*second-shot*) zijn, welke dan niet van toepassing is. De eerste verwijzing van de hoofdaannemer gaat immers voor. Dit zou alleen niet het geval zijn wanneer de onderaannemer in zijn offerte de voorwaarden van de hoofdaannemer uitdrukkelijk van de hand heeft geweest onder de toepasselijke verklaring van zijn voorwaarden. Alleen in dat geval gaat de tweede verwijzing voor. Dit wordt dan de '*last shot – theorie*' genoemd³.

Bij de uitvoering van ieder werk is dus *automatisch* van toepassing het wettelijke bepaalde volgens het Burgerlijk Wetboek (BW) zoals: BW: Boek 7 titel 12: Aanneming van werk. Onder "aanneming van werk" wordt volgens de wet verstaan: "*Indien sprake is van een overeenkomst waarbij de ene partij - de aannemer - zich jegens de andere partij - de opdrachtgever - verbindt om buiten dienstbetrekking een werk van stoffelijke aard tot stand te brengen en op te leveren, tegen een door de opdrachtgever te betalen prijs in geld*". In de artikelen over 'aanneming van werk' worden de verhoudingen tussen de opdrachtgever en de aannemer geregeld. De

³ Het 'geharrewar' over de toepasbaarheid van verschillende algemene voorwaarden in overeenkomsten en contracten staat juridisch bekend als de 'battle of forms' en komt ook vaak voor: enerzijds bij de inkoopvoorwaarden van de koper en anderzijds bij de verkoopvoorwaarden van de leverancier.



betreffende overeenkomst hoeft niet schriftelijk te zijn, tenzij het om een overeenkomst gaat voor de bouw van een woonhuis.

Bepaalde artikelen in het BW voor 'aanneming van werk' zijn ook van toepassing op de verhouding hoofdaannemer (in dat geval: de opdrachtgever) en onderaannemer. Daarvan zijn sommige artikelen 'regelend recht', zodat daarvan bij een bepaalde overeenkomst tussen opdrachtgever en aannemer kan worden afgeweken. Er zijn echter ook 'dwingendrechtelijke' bepalingen waar het juridisch niet (altijd) mogelijk is om daarvan af te wijken. Met andere woorden bij een overeenkomst mag niet van 'dwingend recht' worden afgeweken, anders is deze overeenkomst in strijd met de wet en dus ongeldig. Overigens is het zo dat het voor niet-juristen erg moeilijk om regelende en (ten dele) dwingendrechtelijke bepalingen van elkaar te onderscheiden. Het spreekt voor zich dat in de UAV 2012 (STABU en RAW) en in de CUMELA voorwaarden 2013 (versie 95/2013) al met de betreffende wetgeving rekening werd gehouden.

In tegenstelling tot de STABU Standaard en Standaard RAW Bepalingen, staan in het Burgerlijk Wetboek voor de werken geen concrete kwaliteitseisen, - normen en - voorschriften. Er wordt hierin slechts gesproken over: '(on)deugdelijk werk' en 'werk met (verborgen) gebreken'. Volgens de 'Dikke van Dale' wordt onder deugdelijk verstaan: "aan alle vereisten voldoende". Het spreekt voor zich dat je de 'deugdelijkheid' van een werk pas kunt beoordelen aan de hand van wat daarover afgesproken of overeengekomen is. Bovendien dient het werk, nadat de ondeugdelijkheid is vastgesteld, ook 'deugdelijk' te zijn gebruikt. Het zal duidelijk zijn dat voor het bepalen van de (on)deugdelijkheid van het werk of voor het vaststellen van gebreken⁴ en bij geschillen daarover, door de rechter vaak een externe deskundige wordt ingeschakeld. Ik ben daarvoor al vele keren bij Rechtbanken in het gehele land ingezet.

Voor het geval de bedrijfstak (branche) waarover een klacht of geschil gaat, beschikt over een geschillencommissie, kan deze klacht of geschil bij De Geschillencommissie te 's Gravenhage worden ingediend. Wel is het zo dat dan ook de leverancier van het product of de aannemer van het werk aangesloten moet zijn bij de geschillencommissie van deze bedrijfstak. Er zijn onder andere geschillencommissies voor: Natuursteen, Bouw – en Afbouwmaterialen, Verbouwingen en Nieuwbouw. Voor de behandeling van een aangelegenheid is geen rechtshulp nodig, maar kan zelfstandig worden afgehandeld met De Geschillencommissie. De kosten van de afhandeling van een klacht zijn forfaitair en verschilt per geschillencommissie. In bepaalde gevallen krijg je de 'klager' de betaalde kosten terug.

8.1.3: ALGEMENE KWALITEITSAANDUIDINGEN STRAATWERK ; OORSPRONG KENNIS, KUNDE

Als we uit visueel/esthetisch oogpunt naar een bestrating kijken dan dient het straatwerk er mooi, vlak en strak bij te liggen. De voegen dienen aan te sluiten en rechte / vloeiende lijnen te vormen. In kwalitatief goed straatwerk komen geen gebroken, beschadigde of verkeerd geplaatste elementen voor. De esthetische kwaliteit⁵ van de bestrating wordt in belangrijke mate bevorderd door een goede detaillering zoals: pas - / hakwerk, mooi aansluitwerk nabij: gevels, palen, objecten, kruispunten, inritten, kolken, putten e.d. Onderstaand geef ik een opsomming van een aantal algemeen geldende kwaliteitsaanduidingen voor straatwerk:

⁴ Niet alleen het vaststellen van 'ondeugdelijke straatwerk' is arbitrair, maar ook het verschil tussen 'gebrek' en 'ondeugdelijk'.

Ik neem hiervoor als voorbeeld: optredende plasvorming op het straatwerk. Plasvorming kan optreden als:

- er een vereiste kolk ontbreekt; dit duidt op een gebrek aan het werk;
- het straatwerk verzakt is of met te weinig afschot is aangelegd; dit duidt op ondeugdelijk werk;
- er een (te) hevige regenbui heeft plaats gehad; dit kan duiden op een ontwerpfout van de riolering of op een regenbui met een abnormaal hoge regenintensiteit.

⁵ De esthetische kwaliteit van verharding in woonwijken heeft kennelijk ook invloed op de gemoedstoestand van haar bewoners; in het bijzonder van de jeugd. In de 60 'er en 70 'er van de 20^{ste} eeuw werden grootschalige nieuwbouwwijken voorzien van geasfalteerde pleinen, wegen en straten. Een constatering daarbij was dat de jeugd in deze (weinig rustiek ingerichte) openbare ruimte zich op agressieve wijze gedroeg (zoals 'motorisch ongeremde' ontladingen, met veel geschreeuw en handtastelijkheden). Dit soort jeugd werd destijds aangeduid met 'Asfaltjeugd'. Tegenwoordig noemen we het geen 'Asfaltjeugd' meer maar 'Hangjongeren'. Om allerlei redenen creëren we dan hangplekken; zelfs voor ouderen.



- De **vlakheid** in langs- en dwarsrichting is van belang voor de veiligheid en afwatering, maar geldt in eerste instantie als een maatstaf voor comfort. Een comfortabel wegdek dient ook de veiligheid. Voldoende vlakheid, dwarsafschot en tonronde voorkomt ongewenste - te langdurige - plasmvorming en te grote waterin-dringing in de onderbaan.
- De **oneffenheid** ofwel het hoogteverschil tussen de bestratingselementen onderling mag niet zo groot zijn dat hierdoor gevaar voor struikelen ontstaat. Ook ontstaat door te grote hoogteverschillen onnodige ge-luidshinder en extra belasting voor de verhardings - voertuigconstructie.
- De juiste **voegwijdte** en **voegvulling** zijn van belang voor de sterkte van de bestrating zoals: het voorko-men van deformaties en zorgen voor een goede spreiding van de verkeersbelasting. Verder kan een te grote voegwijdte onaangename gevolgen hebben voor personen op naaldhakken en voor (brom)fietsers. Ook bestaat dan de grote kans op ongewenste (on)kruid begroeiing. Bij een te kleine voegwijdte of door te strak aanbrengen van het straatwerk bestaat de kans op onvoldoende vulling van de voegen, evenals dat de koppen en/of zijkanen van de stenen afschilferen. Het gebruik van stenen met een splintervrije kop en/of met afstandhouders verdient aanbeveling
- Een **snelle uitvoering** van het werk kan de overlast voor omwonenden beperken en de bereikbaarheid van aanliggende bedrijven en woningen verbeteren.

De hiervoor genoemde kwaliteitsaanduidingen⁶ geven feitelijk geen antwoord op de aard, ernst en omvang van gebreken. Daartoe is het nodig dat gebreken en beoordelingscriteria exact worden beschreven, evenals worden gekwantificeerd, zodat deze specifiek en objectief meetbaar zijn ('SMART' gemaakt worden⁷). Om dat te bereiken is in de loop der tijd op civieltechnisch gebied voor verhardingsconstructies veel kennis en kunde ontwikkeld.

OORSPRONG KENNIS EN KUNDE STRAATWERK

De civieltechnische kennis (zoals in leer- en lesboeken) op het gebied van verhardingsconstructies dateert al van ver vóór de Tweede Wereldoorlog. De praktische ontwerp- en aanlegisen, evenals beoordelingscriteria, zijn vooral pas gedurende en direct na de Tweede Wereldoorlog vanuit deze les- en leerboeken ontstaan. Dit was vooral te danken aan de oprichting van de Stichting Bevordering Wegenbouw (SBW) in 1941 resp. de (her)oprichting van Vereniging van Bitumineuze Werken (VBW) in 1948, waardoor voor bestratingen (open-/elementenverhardingen) resp. voor gesloten verhardingen, op allerlei manieren aan landelijke kennisvergro-ting is gedaan, evenals (besteks)eisen en richtlijnen zijn samengesteld; in combinatie met allerlei opleidingen voor straatmakers, grondwerkers, wegenbouwers, machinisten, opzichters, uitvoerders en overig directievoe-rend of leidinggevend personeel.

Verder is mij bekend dat Rijkswaterstaat al vanaf 1953 periodiek 'Eisen voor bouwstoffen ' publiceerde ten aanzien van bouwstoffen in de wegenbouw (zand, cement, bitumen, stenen, natuursteen, tegels).

⁶ Deze (te) algemene aanduidingen zijn vergelijkbaar met zoal het bepaalde in de verkeerswet dat je niet 'te hard' mag rijden. Volgens dit voorbeeld zou je dan van een agent een bekeuring van € 1000 ontvangen wegens te hard rijden, maar hij is niet instaat je daarbij te vertel-len hoe hard je feitelijk reed, noch hoe hard je daar ter plaatse mag rijden. In de praktijk maak ik bij herhaling mee, vooral bij werken voor bedrijventerreinen, dat met de aannemer mondeling is overeengekomen dat 'het werk' er 'netjes' moet uitzien. Het zal duidelijk zijn dat bij het netjes maken van een werk geen 'schoonmakers' aan te pas komen.

⁷ Het SMART-principe is management- of pedagogenjargon voor het eenvoudig en eenduidig opstellen en controleren van doel(stel-ling)en, maar wordt vaak voor allerlei aangelegenheden gebruikt. De letters van SMART staan voor:

- **Specifiek** – zijn deze eenduidig?
- **Meetbaar** - Onder welke (meetbare/observeerbare) voorwaarden of vorm zijn deze vast te stellen?
- **Acceptabel** - Is deze acceptabel voor alle betrokkenen?
- **Realistisch** – Zijn deze haalbaar?
- **Tijdsgebonden** - Wanneer (in de tijd) moet deze bereikt zijn?



Bij de voorbereiding en uitvoering van projecten werden destijds door iedere opdrachtgever afzonderlijk haar opdrachten of bestekken (min of meer) als 'maatwerk' voor de betreffende projecten samengesteld, waarbij dan 'geput' werd uit de hiervoor bedoelde 'Eisen Rijkswaterstaat', de les- en leerboeken, publicaties en studies van de voornoemde organisaties SBW en VBW.

Op het gebied van algemene regelgeving kwam omstreeks 1972 de doorbraak met de oprichting van de Stichting Rationalisatie en Automatisering Grond-, Weg- en Waterbouw (RAW). Deze stichting kwam in 1979 voor het eerst met landelijke eisen, normen en bepalingen de zogenoemde: Voorlopige "Standaard RAW Bepalingen". Deze Voorlopige Standaard RAW Bepalingen resulteerde in 1985 in de 'Standaard RAW Bepalingen 1985'. In 1987 is vanuit deze Stichting RAW, de 'CROW' opgericht zijnde: het Kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en

openbare ruimte. Opmerkelijk genoeg bevatte deze Standaard Bepalingen nog nauwelijks eisen of normen ten aanzien van bestratingen of straatwerk.

Vanaf 1985 wordt door de CROW om de vijf jaar (1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 en 2020) de nieuwe 'Standaard RAW Bepalingen' uitgegeven. Iedere Standaard RAW, met de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de uitvoering van werken (UAV), bevat telkens steeds meer standaardbepalingen, uitvoeringseisen, voorschriften en is daarmee uitgegroeid tot een omvangrijk stelsel van juridische, administratieve en technische voorwaarden voor het samenstellen van bouwcontracten in de Grond-, Water- en Wegenbouw (GWW); voor veel onderdelen kan het ook worden beschouwd als een leer-/lesboek.

De 'Ondernemersvereniging Bestratingsbedrijven Nederland' ('de OBN') heeft in 1993 de 'Stichting Erkenning voor het Bestratingsbedrijf' ('de SEB') opgericht en gelijktijdig baanbrekend werk verricht op het gebied van het landelijk ontwikkelen van (eigen)bestratingsnormen: de zogenaamde SEB – Bestratingsnormen. Door een CROW werkgroep zijn met ingang van 2000 deze SEB – Bestratingsnormen voor een belangrijk deel in de Standaard RAW Bepalingen 2000 en van 2020 verwerkt. Daarmee zijn voor elementverhardingen landelijk erkende standaardbepalingen, – normen en – eisen een feit geworden.

In de par. 8.2 van dit hoofdstuk geef ik een opsomming van de standaardnormen op het gebied van elementverhardingen. Concreet genoemd is dat een combinatie van de SEB - Bestratingsnormen (2020) en de Standaard RAW Bepalingen (2020). De aanbevelingen in het 'Handboek natuursteenbestrating van september 2006' (CROW publicatie 231) zijn voor een belangrijk deel opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen 2020; de meeste van deze aanbevelingen maakten al deel uit van de SEB – Bestratingsnormen.

In de praktijk komt het ook voor dat door de toezichthouder wordt afgeweken van de Standaardnormen. Wellicht is dat een goed recht onder het motto: Wie betaalt, die bepaalt. Toch wil ik in dit kader graag wijzen op het gevaar dat iets dergelijks (eigenlijk) onrechtmatig is en/of onvoldoende gemotiveerd plaats vindt. In de meeste gevallen is de aannemer verplicht om (bestratings)werkzaamheden uit te voeren met inachtneming van de voorgeschreven kwaliteitsnormen, behoudens ingeval door een opdrachtgever *schriftelijk* een afwijkende opdracht daartoe wordt/werd verstrekt. De ervaring heeft mij geleerd dat in geval van door mij geconstateerde afwijkingen deze schriftelijke bewijsvoering op het werk meestal ontbreekt. Zodoende kan dan niet bewezen worden of de bevoegde opdrachtgever inderdaad ervan op de hoogte is/was dat het gerealiseerde bestratingswerk niet (geheel) voldoet aan de standaardnormen, dan wel of het hier gaat om gebrek aan kennis of om de uitoefening van een 'hobby' van een toezichthouder op het werk. In dit verband organiseer ik trainingen met als titel: " *Sjoemelen of onkunde* ".

Tot slot wil ik in dit kader niet onvermeld laten dat in november 2014 de 'Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO PROCESCERTIFICAAT voor straatwerk (BRL 9334)' tot stand is gekomen. Deze beoordelingsrichtlijn heeft betrekking op het aanbrengen van elementenverhardingen (zgn. maaiveldinrichting) inclusief de fundering en de aansluiting op gebouwen, putten en kolken en overige inrichtingselementen, zoals verkeersbordpalen, lantaarnpalen en straatmeubilair, alsmede de aansluiting op bestaand straatwerk. De aannemer (zgn. Certificaathouder) dient te voldoen aan de in de beoordelingsrichtlijn gestelde eisen en moet zich



periodiek door een certificatie-instelling laten onderzoeken. In die zin lijkt dit procescertificaat - qua procedure en methodiek - veel op de SEB – Erkenningsregeling voor Bestratingsbedrijven; dit te meer ook omdat de BRL- kwaliteitseisen (vanaf 2023) geheel gebaseerd zijn op de eerdergenoemde SEB - Bestratingsnormen.

Het in zee gaan met 'SEB- erkende⁸' resp. met 'BRL 9334 gecertificeerde aannemingsbedrijven' heeft voor opdrachtgevers het grote voordeel dat dit soort bedrijven zich bereid hebben verklaard de bestratingswerken automatisch uit te voeren in overeenstemming met de SEB- Erkenningsregeling resp. de Beoordelingsrichtlijn, met als gevolg dat bij in het gebreke blijven tegen het betreffende bedrijf passende herstelmaatregelen kunnen worden afgedwongen en/of sancties worden opgelegd.

| Kwaliteitsniveau | Omschrijving | Indicatie kwaliteit |
|------------------|--------------|---|
| A+ | Zeër hoog | Nagenoeg ongeschonden |
| A | Hoog | Mooi en comfortabel |
| B | Basis | Functioneel |
| C | Laag | Onrustig beeld, discomfort of enige vorm van hinder |
| D | Zeër laag | Kapitaalvernietiging, uitlokking van vernieling, functieverlies, juridische aansprakelijkstelling [1] of sociale onveiligheid |

8.1.4: BESCHRIJVING CONDITIE EN ONDERHOUDSTOESTAND

In par. 5.2 van Hoofdstuk 5 heb ik beschreven dat de onderhoudstoestand van de bestrating kan worden bepaald en vastgelegd met behulp van diverse CROW methodieken zoals: Wegbeheersystematiek (Publicatie nr. 147) en de systematiek van Kwaliteitsgestuurd beheer (Publicatie nr. 323).

Hierbij wordt zoal gebruik gemaakt van de vijf 'kwaliteitsbeelden' uit de CROW-kwaliteitscatalogus te weten de kwaliteitsniveaus 's: A+, A, B, C en D (*zie tabel hiernaast*)

Het Nederlands Normalisatie-instituut (NEN) heeft met de NEN 2767 eveneens een methodiek ontwikkeld om de conditie (onderhoudstoestand) van gebouwen en infrastructuur op een objectieve en eenduidige wijze te bepalen. Deze standaard conditiemeting en - beschrijving kan in het contract tussen opdrachtgever en aannemer als criterium worden opgenomen. Het vastleggen van de conditie geschiedt hierbij volgens een 'zespunts-schaal'. Dit wordt gedaan omdat bij de toepassing van een fijnere schaal (zoals bij de normale 'schoolse' tienpuntschaal) de kans op interpretatieverschillen aanzienlijk groter is. Ook zijn bij een fijnere punts-indeling de conditieniveaus onvoldoende onderscheidend om goed meet- en waardeerbaar te zijn voor de Auditor.

| Conditie | Omschrijving |
|----------|----------------------|
| 1 | Uitstekend - Goed |
| 2 | Goed |
| 3 | Redelijk - Matig |
| 4 | Matig |
| 5 | Slecht - Zeer slecht |
| 6 | Zeer slecht |

De *nevenstaande tabel volgens de NEN 2767* geeft de omschrijving van deze zespunts-schaal met conditiescores. Hierbij representeert:

- conditiescore 1: de 'nieuwbouwstaat';
- conditiescore 3: de maatstaf voor een schools 'zesje'; het verouderingsproces is over de gehele linie duidelijk op gang gekomen;
- conditiescore 6: de slechtst aan te treffen conditie.

Het voert te ver hier uitgebreider in te gaan op de NEN 2767 methodiek ten aanzien van de conditiescore. Zoals bij de CROW - Wegbeheermethoden wordt ook hier gewerkt met de ernst, omvang en intensiteit van de gebreken.

Tijdens mijn werk als Auditor/Arbiter/Deskundige wordt van mij vaak gevraagd om de (algemene) toestand/conditie van een – vaak reeds in gebruik genomen - bestratingswerk te beoordelen. Hierbij maak ik dan bij voorkeur gebruik van de hiervoor bedoelde zespunts-schaal volgens de NEN 2767, omdat deze voor alle partijen beter aansluit bij de meer gangbare 'schoolse' beoordelingsmethodiek van 'uitstekend, goed, matig, slecht'. Als het te beoordelen werk uit meerdere kwalitatief verschillende vakken bestaat, kan het gewogen gemiddelde (vanzelfsprekend) worden bepaald met de formule:

⁸ Binnen de SEB bestaat vanaf 2014 ook een soortgelijke erkenningsregeling voor bestratingsbedrijven zonder personeel (ZZP'ers). Deze regeling staat bekend als: "Erkend Ambachtelijk Ondernemer Straatmaker" (EAO- straatmaker). Omdat deze EAO - erkende bedrijven veelvuldig werken voor particuliere opdrachtgevers, zijn zij aangesloten bij de 'Geschillencommissie'.



$$\text{Gewogen Gemiddelde (bestratings)werk} = \frac{\Sigma (\text{conditiescore per vak} \times \text{oppervlakte per vak})}{\text{Totale oppervlakte werk}}$$

Voorbeeld: gewogen gemiddelde conditie van een bestratingswerk:

| Wegvaknummers + Oppervlakte vakken | conditiescore | Product : Score x oppervlakte |
|------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| 1) 860 m ² | 3 | 3 x 860 = 2.580 |
| 2) 1.500 m ² | 2 | 2 x 1.500 = 3.000 |
| 3) 1.125 m ² | 4 | 4 x 1.125 = 4.500 |
| Totaal: 3.485 m² | | Σ = 10.080 |

Gewogen gemiddelde conditie voorbeeld bestratingswerk:

$$\frac{\Sigma (\text{scores} \times \text{oppervlakten})}{(\text{oppervlakten})} = \frac{10.080}{3.485} = 2,9$$

Ofwel in 'schooljargon': 'een zes - minnetje'.

8.2. KWALITEITS(BESTRATINGS)NORMEN EN BEOORDELINGSCRITERIA

In par. 8.1 heb ik algemene voorwaarden en bepalingen voor werken besproken en een opsomming gegeven van algemene kwaliteitsaanduidingen voor straatwerk. In deze paragraaf zal ik de belangrijkste kwaliteits- (bestratings)normen⁹ bespreken. Deze normen zijn een combinatie van de SEB – Bestratingsnormen en de Standaard RAW Bepalingen 2020. De wijze van het beschrijven van de betreffende bestratingsnormen doe ik in het kader van dit Hoofdstuk 8 bewust vanuit het standpunt van: te realiseren inspanningsverplichtingen of van: reeds gerealiseerde resultaten. Tegenwoordig wordt steeds meer infiltrerende bestrating toegepast. De meeste van de hierna bedoelde bestratingsnormen zijn ook hierop van toepassing. Volledigheidshalve verwijs ik naar mijn nieuwe Hoofdstuk 12 wat ik: 'De kunst van Infiltrerende Bestrating' genoemd heb en waarin ik uitgebreid inga op dit soort bestrating.

8.2.1: BEGRIPPEN EN UITGANGSPUNTEN BESTRATINGSNORMEN

Hoewel het verschil tussen de begrippen: straatwerk, bestrating en plaveisel vanuit de nomenclatuur niet verklaarbaar is, wordt in de civiele techniek onder 'straatwerk' en 'plaveisel' vaak verstaan: het bovenste gedeelte van een elementenverharding (de deklaag). Onder 'bestrating' wordt vaak begrepen: de complete constructie van de 'elementenverharding'. In de praktijk, evenals in de Standaard RAW 2020 (Hoofdstuk 83.0¹⁰) worden begrippen en benamingen zoals: straatwerk, bestrating, plaveisel en (elementen)verharding verschillend en soms inconsequent gebruikt. Om onnodige misverstanden te voorkomen, lijkt het mij daarom nuttig (in alfabetische volgorde) definities te geven van de in dit verband door mij gebruikte begrippen en uitgangspunten.

BEGRIPPEN BESTRATINGSNORMEN:

- Bestrating: de complete constructie van de elementenverharding zoals: de deklaag, straatlaag, funderingslaag, bodem, kantopsluitingen en afwateringsvoorzieningen (goten, putten, leidingen). In sommige gevallen wordt gesproken over 'verharding', 'straatwerk', 'plaveisel' of over 'elementenverharding'.
- Bestratingsnormen: de voorwaarden, eisen, richtlijnen en criteria op basis waarvan de eigenschappen en/of de functionaliteit van de bestrating en/of het resultaat van bepaalde verrichtingen en werkmethoden kan worden vastgesteld. De betreffende Bestratingsnormen zijn gebaseerd op de SEB - Bestratingsnormen, in combinatie met de Standaard RAW Bepalingen 2020 (kortweg: de 'Standaard RAW 2020'). Voor nog meer informatie verwijs ik kortheidshalve naar par. 8.3.
- Infiltrerende bestrating: Een infiltrerende bestrating is een constructie waarbij water door of langs de tegels of straatstenen in de onderliggende fundering zakt en vervolgens in de ondergrond infiltreert. Het is hierbij mogelijk om tijdelijk water in de funderingslaag te bufferen/bergen, vertraagd te infiltreren of af te

⁹ In Hoofdstuk 10 'Eisen en richtlijnen voor uitvoering kleinplaveisel' zijn in paragraaf 10.3 ook nog bestekseisen en richtlijnen opgenomen ten aanzien van de uitvoering voor gekleefde klein plaveiselkeitjes.

¹⁰ In de Standaard RAW 2020 wordt het deelhoofdstuk 83.1 aangeduid als "Straatwerk", terwijl het deelhoofdstuk 83.2 wordt benoemd als "Elementenverharding van natuursteen". Dit zou b.v. bij tegels tot de conclusie kunnen leiden dat een elementenverharding van betontegels "straatwerk" is en een elementenverharding van natuursteentegels geen "straatwerk" zou zijn.



voeren naar een andere voorziening. Ook kan een speciaal ontwikkelde funderingslaag worden toegepast die een zuiverend vermogen heeft. Bij de toepassing van infiltrerende bestrating zijn in beginsel geen kolken meer nodig aan het oppervlak. Wel dient voor nood of extreme gevallen, wanneer de capaciteit niet meer toereikend is een kolk, riool of een overloop aanwezig te zijn waardoor het regenwater in alle gevallen kan afvoeren. In het nieuwe Hoofdstuk 12 ga ik uitgebreid in op de infiltrerende bestrating.

- d) Goot: de aansluitend aan/tussen het straatwerk aangebrachte open afvoer voor de neerslag. De goot is meestal samengesteld uit een of meerdere streklagen van straatwerkelementen. De molgoot is een bijzondere uitvoering van de goot, meestal bestaande uit een oneven aantal streklagen met een dwarsprofiel (zo goed mogelijk) in de vorm van een cirkelsegment. Afhankelijk van de ligging van de bestrating wordt in het lengteprofiel van de (mol)goot een helling aangebracht. Het hoogste punt in het lengteprofiel wordt dan met 'breekpunt' of 'schei' aangeduid. De afwatering kan ook plaats vinden door middel van prefab 'lijngoten' met stalen roosters.
- e) Handmatig aanbrengen bestrating: hieronder wordt verstaan een tweetal methoden van aanbrengen van het straatwerk, ook wel 'het straten' genoemd:
1. Het pure ambachtelijke vakwerk. Dit wordt ook wel het straten 'onder/met de hamer' genoemd. De te verwerken elementen (stenen, tegels, keien) zijn dan vaak onregelmatig van vorm en afmetingen en worden handmatig met een speciale hamer op 'dracht' en hoogte geslagen. Ook op moeilijk toegankelijke plekken wordt handmatig gewerkt, danwel bij bijzondere verbanden of patronen.
 2. Een andere vorm van handmatig aanbrengen is het vlijen. De te verwerken elementen (stenen, tegels) worden op een vooraf afgetrild en op hoogte afgewerkte straatlaag gelegd en nabehandeld. Bij het handmatig vlijen is het nodig dat de elementen nagenoeg dezelfde afmetingen hebben en bij moeilijk toegankelijke plekken (zoals taluds) of moeilijke verbanden of gecompliceerde patronen.
- f) Herstraten: het bestaande straatwerk wordt opgenomen en onder een verbeterd profiel weer aangebracht (met toevoeging van extra zand). De bestratingselementen (tegels, straatstenen, keien, banden, kolken) worden daarbij opnieuw gebruikt, nadat ze gereinigd zijn van restanten vuil, zand en grond.
- g) Kantlaag: de langs/tussen het straatwerk aangebrachte kleinere (straatwerk)elementen bedoeld om de bestrating zijdelingse steun te geven zoals: streklagen, rollagen, koplagen en stroomlagen. Vaak dient de kantlaag ook als 'goot'.
- h) Kantopsluiting: de langs/tussen het straatwerk aangebrachte langwerpige elementen bedoeld om de bestrating zijdelingse steun te geven. Dit soort elementen zijn vaak geprefabriceerd op standaardlengtes zoals: betonnen opsluit- of trottoirbanden; maar er zijn ook langwerpige elementen van natuursteen. Het is gebruikelijk om de bovenkant van een trottoirband aan één zijde met een opmerkelijk hoogteverschil aan te brengen. Dit hoogteverschil wordt dan met 'zicht' aangeduid. Het spreekt voor zich dat het zicht bij de kolk inlaat groter is dan bij het breekpunt.
- i) Klik: de aangebrachte overhoogte van het straatwerk ten opzichte van de aanliggende elementen of objecten (zoals: merktegels, roosters, deksels). De 'klik' is bedoeld ter compensatie van de zetting van de bestrating. Na verloop van tijd is de dan nog resterende klik ook een indicatie van de onderhoudstoestand. Het aanbrengen van klik is in beginsel 'geen doel op zich'.
- j) Kolk: een afwateringsput (met stalen deksel) enigszins verdiept (met 'klik') in het straatwerk aangebracht om de neerslag via de goot en de afvoerleiding af te voeren. Veel kolken hebben een 'stankscherm' en een blad-/zand(op)vangvoorziening ('zandvang'). De afvoerleiding is in de meeste gevallen van Polyvinylchloride (PVC) en de waterlozing op het riool of open watergang vraagt extra aandacht.
- k) Kwaliteits(bestratings)normen hierna te noemen: 'Bestratingsnormen'; zie bij Bestratingsnormen.
- l) Mechanisch aanbrengen bestrating: Het mechanisch aanbrengen van bestrating vindt volgens de 'vlijmethode' plaats. Met behulp van een machine en/of passende voorzieningen worden de elementen (stenen, tegels) op een vooraf afgetrild en op hoogte afgewerkt straatlaag gelegd en nabehandeld. De stenen en tegels worden ten behoeve van het mechanisch aanbrengen in het vereiste verband vanuit de fabriek op de locatie aangevoerd. Voor mechanisch aangebrachte bestrating geldt in beginsel dezelfde normen dan voor handmatig aangebrachte bestrating.
- m) Ondergrond: de natuurlijke en/of aangebrachte grond- en funderingslagen onder de bestrating.
- n) Plaveisel: zie straatwerk.



- o) SEB: De Stichting Erkenning voor het Bestratingsbedrijf (kortweg: SEB) is binnen de bestratingsbranche vanaf 1993 operationeel. Voor de SEB-deelnemende bedrijven gelden maatstaven voor kwaliteit en arbeidsomstandigheden, evenals voor opleiding en vakbekwaamheid van de medewerkers. Na toekenning van het predicaat 'Erkend bestratingsbedrijf' moet blijvend voldaan worden aan de verplichtingen, die de erkenningsregeling inhoudt. De SEB – kwaliteitsstandaard is een reflectie van de landelijke normen voor bestratingen, regels over beroepskwalificaties van uitvoerend personeel en het stipte naleven van arbeidsomstandigheden (VCA). Met de SEB vergelijkbare regelingen zijn: de 'BRL 9334' en de 'EAO Straatmaker'; deze laatste regeling ook door de SEB wordt geleid.
- p) Straatwerk, plaveisel: het bovenste gedeelte ofwel de deklaag van een elementenverharding zoals van: (straat)stenen, (trottoir)tegels en (natuursteen)keien. Bij sierverbanden, zoals van natuursteen, wordt vaak gesproken over '(klein)plaveisel'.

UITGANGSPUNTEN BESTRATINGSNORMEN

- o De Bestratingsnormen zijn van toepassing tijdens de uitvoering of bij het opleveren van een bestrating, dan wel voor een bestrating die binnen een redelijke termijn na de aanleg (opnieuw) wordt beoordeeld, zoals ten behoeve van de beëindiging van de onderhoudstermijn of bij de tweede oplevering van een bestrating¹¹.
- o De betreffende Bestratingsnormen zijn bedoeld om bij een bestrating de 'aard' en 'ernst' van eventuele afwijkingen en/of gebreken vast te stellen. Bij 'CROW wegbeheerinspecties' gelden andere bepalingen en wordt naast de aard en ernst, ook de 'omvang' van afwijkingen en/of gebreken vastgesteld. Verder is het daarbij gebruikelijk te bepalen binnen welke periode een voorgeschreven schadebeeld (gebrek) niet mag optreden en wanneer de wegbeheerder – ook juridisch gezien - passende onderhoudsmaatregelen moet nemen.
- o Voor het 'handmatig aanbrengen van bestrating' en voor het 'mechanisch aanbrengen van bestrating', evenals voor het 'herstraten' gelden in beginsel dezelfde kwaliteitsnormen; uiteraard voor zover deze normen met elkaar vergelijkbaar zijn.
- o De bestratingsnormen beschrijven de voorwaarden, eisen, richtlijnen en criteria op basis waarvan de eigenschappen en/of de functionaliteit van de bestrating en/of het resultaat van bepaalde verrichtingen en werkmethoden kan worden vastgesteld. De hierbij beschreven verrichtingen en werkmethoden zijn in dit kader niet uitputtend bedoeld. Voor alternatieve verrichtingen en werkmethoden verwijst ik naar de inhoudelijke Hoofdstukken.

8.2.2: ONDERGROND

8.2.2.1: BODEM:

De (bestaande) bodem moet geschikt zijn om de bestrating daarop te kunnen aanbrengen. Is de bodem niet geschikt, omdat zoal de ondergrond te zwak is, moet een stijvere funderingslaag aanwezig zijn voor de vereiste draagkracht. Het ontwerp van de fundering moet zijn gebaseerd op de resultaten van grondmechanisch onderzoek, rekening houdend met de te verwachten belastingen, de optredende zettingen en de eigenschappen van de bodem.

8.2.2.2: ZANDBED:

In alle gevallen moet een zandbed aanwezig zijn, waarop daarna de straatlaag (*zie hierna onder 8.2.2.3*) en vervolgens het straatwerk is aangebracht. Het zand van het zandbed moet voldoen aan de eisen en tijdens het aan-

¹¹ Direct na de aanleg van de bestrating begint in feite de gebruiksfase en daarmee het proces van veroudering, verval en slijtage. Tijdens de gebruiksfase wordt de kwaliteit/toestand van de verharding bepaald en vastgelegd op basis van de Beheersystematiek van de C.R.O.W. Hierbij wordt gewerkt met schade classificaties voor de diverse schadebeelden en/of schadetypes van de verharding. Bij elementenverharding wordt gekeken naar de schadetypes, dwarsonvlakheid en oneffenheid, zie hiervoor Hoofdstuk 5 paragraaf 5.2 Wegbeheer methode CROW.

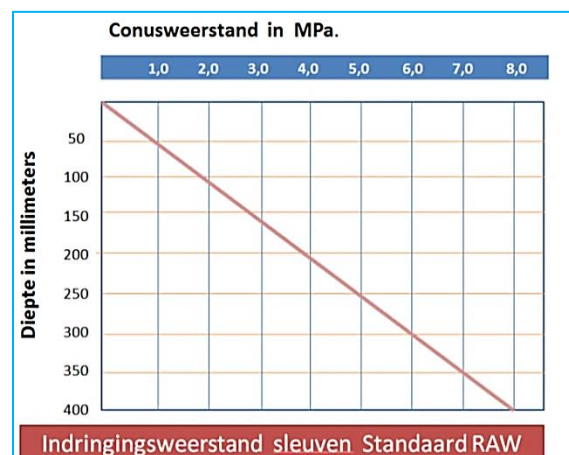


brengen voldoende zijn verdicht. Het zandbed moet ook goed waterdoorlatend zijn. In beginsel heeft het zandbed een laagdikte van 40 cm. De verdichting moet zijn gerealiseerd met een verdichtingapparaat met voldoende slagkracht, waarbij de verdichtingsgangen, van buiten naar binnen, elkaar overlappen met minimaal 50% van iedere verdichtingsgang. Na de verdichting moeten de resultaten daarvan zijn vastgelegd.

De resultaten van de verdichting moeten zijn bepaald door middel van laboratorium- of nucleaire meetmethoden. Voor het zandbed geldt volgens het bepaalde in 22.02.07 van de Standaard RAW 2020 een verdichtingsgraad van ten minste 93 % mpd, evenals een gemiddelde verdichtingsgraad van minimaal 98 dan wel 100 % mpd (dit is afhankelijk van de diepte beneden het oppervlak van het straatwerk).

Bij het tussentijds op het werk controleren van de verdichtingsresultaten van het zandbed kan gebruik gemaakt zijn van een (zelfregistrerend) handsondeerapparaat. Bij een goed verdichtingsresultaat bedraagt de indringingsweerstand dan minimaal 6 MPa (op een diepte van maximaal 300 mm).

Voor aanvullingen met zand (zoals bij sleuven) dient volgens het bepaalde in 24.02.05 resp. 24.02.06 van de Standaard RAW 2020 tijdens het aanvullen op een diepte van minder dan 1 m beneden het oppervlak een verdichtingsgraad van ten minste 95 %, bij een gemiddelde verdichtingsgraad van ten minste 100 % te zijn bereikt resp. een indringingsweerstand die per 10 mm diepte met ten minste 0,20 MPa toeneemt, dan wel ten minste 4 MPa bedraagt (*volgens nevenstaande grafiek*).



8.2.2.3: STRAATLAAG:

Op het zandbed moet een straatlaag met een dikte van ongeveer 5 à 6 cm aanwezig zijn. Het straatwerk moet in/op deze straatlaag zijn aangelegd. Het zand van deze straatlaag wordt straatzand genoemd en heeft meestal een andere samenstelling dan het zand in het zandbed. Soms kan in plaats van straatzand: brekerzand of split worden gebruikt.

Naast de hiervoor bedoelde (ongebonden) straatlaag kan ook een gebonden straatlaag zijn toegepast. Een gebonden straatlaag heeft meestal een cementgebonden samenstelling, in combinatie met een cementgebonden funderingslaag en wordt vaker gebruikt bij bestrating van natuursteentegels. Het cementgebonden mengsel dient in een menginstallatie bereid en aardvochtig zijn, binnen één uur na het mengen te zijn verwerkt, bij een temperatuur niet lager dan 5°C.

8.2.2.4: STIJVERE (ECHTE) FUNDERING:

Als de bestrating (te) zwaar belast wordt, moet onder het straatwerk een stijvere (zgn. 'echte') fundering zijn aangebracht. Het ontwerp van de fundering moet zijn gebaseerd op de resultaten van grondmechanisch onderzoek rekening houdend met de te verwachten belastingen, de optredende zettingen en de eigenschappen van de bodem. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen "Verhardingslagen van steenmengsels" en "Gebonden funderingen". In het kader van dit Hoofdstuk 08 ga ik niet verder in op de speciale eigenschappen waaraan een funderingslaag bij infiltrerende bestrating ook nog aan moet voldoen. Hiervoor verwijs ik naar Hoofdstuk 12 van de Kunst van Straatbouw en Straatwerk.



VERHARDINGSLAGEN VAN STEENMENGSELS:

Voor elementenverhardingen betreft het meestal een funderingslaag bestaande uit puingranulaat, vaak met een dikte van 20 cm¹² en een sortering 0/31,5 mm. Ook de sortering 0/16 komt voor. Het puingranulaat komt voor in een drietal variaties en wordt beschouwd als een (min of meer) ongebonden¹³ mengsel en dient - op een gecontroleerde wijze - bereid te zijn te weten:

- Metselwerkgranulaat: een mengsel van ten minste 85 % gebroken metselwerkpuin (met een dichtheid van ten minste 1.600 kg/m³) met ten hoogste 15 % andersoortig gebroken steen en steenachtig materiaal (zoals: lichtbeton, glas, sintels, slak, asfalt); ingeval van enkel asfaltmateriaal ten hoogste 10 %
- Menggranulaat: een mengsel van 50 % gebroken grind- en steenslagbeton (met een dichtheid van ten minste 2.100 kg/m³) met ten hoogste 50 % gebroken metselwerkpuin (met een dichtheid ten minste 1.600 kg/m³). Er mag ten hoogste 10 % andersoortig gebroken steen en steenachtig materiaal zijn toegevoegd (zoals: lichtbeton, glas, sintels, slak, asfalt); ingeval van enkel asfaltmateriaal ten hoogste 5 %;
- Betongranulaat: uit een mengsel van 80 % gebroken grind- en steenslagbeton (met een dichtheid van ten minste 2.100 kg/m³) met ten hoogste 10 % gebroken metselwerkpuin en overig gebroken steen en steenachtig materiaal (met een dichtheid van ten minste 1.600 kg/m³), dan wel andersoortig gebroken steen en steenachtig materiaal zijn toegevoegd (zoals: lichtbeton, glas, sintels, slak, asfalt); ingeval van enkel asfaltmateriaal ten hoogste 5 %.

Naast de hiervoor genoemde puingranulaatmengsels kunnen voor funderingslagen ook steenmengsel zijn gebruikt bestaande uit: Hydraulisch menggranulaat en Hydraulisch betongranulaat¹⁴. Bij de hydraulische meng- en betongranulaatmengsels wordt aan het puingranulaat een hydraulische slak toegevoegd, met een aandeel tussen de 5 en 20 %. Deze hydraulische slak moet zijn een gegraneerde hoogovenslak, LD-staalslak, Electroovenslak of een mengsel van deze soorten slak.

Ook bij alle hiervoor bedoelde stijvere funderingsmethoden moet op de granulaatlaag een straatlaag aanwezig zijn met een gemiddelde dikte van 5 cm (minimaal 4 en maximaal 6 cm), terwijl de ondergrond (te weten de straatlaag, het zandbed, de stijvere fundering) ten behoeve van het straatwerk eveneens in het juiste profiel en hoogteligging moet zijn aangebracht (zie hierna bij par. 8.2.3 'Straatwerk').

In de Standaard RAW 2020 staan in Deelhoofdstuk 80.1 (Verhardingslagen van steenmengsel) de hiernavolgende bepalingen voor de steenmengsels Meng- en Betongranulaat:

Voor de CBR – waarde:

- Metselwerkgranulaat: CBR₀: > 50%
- Menggranulaat: CBR₀: > 50%; CBR₂₈: > 62,5% (= 125 % CBR₀)
- Betongranulaat: CBR₀: > 50%; CBR₂₈: > 62,5% (= 125 % CBR₀)
- Hydraulisch meng-/ betongranulaat: CBR₀: > 50%; CBR₂₈: > 75% (= 150 % CBR₀).

Voor de mpd verdichtingsgraad:

- bij een oppervlakte < 3000 m² per monster ten minste 98% mpd;
- bij een oppervlakte > 3000 m² per monster ten minste 97% mpd en gemiddeld ten minste 101%.
 - Steenmengsel moeten zo spoedig mogelijk zijn verdicht, maar uiterlijk binnen één week na het aanbren- gen

¹² De dikte moet wel onderbouwd zijn door resultaten van grondmechanisch onderzoek rekening houdend met de te verwachten belastingen, de optredende zettingen en de eigenschappen van de bodem.

¹³ Ik spreek hier over "(min of meer)" ongebonden omdat vanwege de cementrestanten in het puingranulaat na verloop van tijd wel dege- lijk enige uitharding en/of verkitting plaats vindt.

¹⁴ Er bestaan ook nog funderingslagen samengesteld uit complete slakmengsels (zoals: hoogoven, LD, fosfor). Het voert in dit kader te ver om deze mengsels verder te beschrijven.



Voor het resultaat:

- **Vlakheid:** De afwijking in vlakheid in langs – en dwarsrichting van de wegfundering mag, gemeten met een rei van 3 m lengte, ten hoogste 15 mm bedragen;
- **Ontmenging:** Tijdens het transport en verwerking moet ontmenging¹⁵ van het materiaal voorkomen zijn.
- Afhankelijk van het soort puingranulaat moet voor de funderingslaag een Elasticiteitsmodulus tussen de 500 – 800 MPa bereikt zijn.

GEBONDEN FUNDERINGEN:

Voor elementenverharding kan ook een cementgebonden funderingslaag zijn toegepast. Dit soort nog stijvere, starre constructies komt steeds vaker voor bij bestrating van natuursteentegels. De samenstelling van het cementgebonden materiaal moet afgestemd zijn op het soort straatwerk, dient in een menginstallatie te zijn bereid en voor wat betreft de hoogte in één laag, aardvochtig te zijn aangebracht. Bij cementgebonden funderingslagen wordt een onderscheid gemaakt tussen een drietal mengsels te weten:

1. Zandcement: een mengsel van cement en zand in de volumeverhouding van 1: 5¹⁶ en water;
2. Spitbeton: een mengsel van cement met fijne steenslag (sortering 4/8 mm) in de volumeverhouding 1: 4¹⁶, met per m³ materiaal een watergehalte van ten minste 80 liter en ten hoogste 100 liter;
3. Steenslagbeton: een mengsel van cement met een grof steenslagmateriaal (sortering 16/32 mm) in de volumeverhouding van 1: 4¹⁶, met per m³ materiaal een watergehalte van minste 70 liter en ten hoogste 110 liter

Ook het aanbrengen van bestrating met gebonden funderingen is gebonden aan een nauwkeurige manier van verwerken, verdichten en controleren van het eindresultaat. De resultaten van stijvere funderingslagen moet voldoen aan het bepaalde eisen zoals ten aanzien van:

- druksterkte (in MPa of N/mm²);
- buigtreksterkte (in N/mm²);
- elasticiteitsmodulus (in MPa of N/mm²);
- vorst/dooi bestendigheid (in g/m²);
- holle ruimte (in %).

Afhankelijk van het cement – en watergehalte van het mengsel moet voor de cementgebonden funderingslaag bepaalde resultaten bereikt zijn; zoals voor de:

- druksterkte tussen de 4 en 10 MPa
- elasticiteitsmodule tussen de 3.000 en 5.000 MPa.
- Voor de afwijking in de **vlakheid** in langs – en dwarsrichting van de gebonden fundering voor een elementenverharding geldt een afwijkende eis aan het resultaat. In tegenstelling tot de eis van ten hoogste 15 mm, geldt hiervoor de eis van **ten hoogste 30 mm** gemeten onder een rei van 3 m lengte.

CONTROLE VAN DE VERDICHINGSGRAAD

Per 500 m² aangebracht zandbed, steenmengsel - of gebonden funderingsmateriaal dient ten minste eenmaal de verdichtingsgraad te worden bepaald met een minimum van 3 metingen per aaneengesloten verhardingsoppervlak.

¹⁵ Ontmenging (segregatie) houdt in dat de zwaardere granulaatkorrels niet meer over het geheel verdeeld zijn en bovenmatig naar de rand of bovenkant toe verplaatst zijn. Dit betekent altijd een verslechtering van de eigenschappen. Daarbij komt dat de kans bestaat dat de fijnere fractie van de straatlaag in de ontmengde puinfunderingslaag verdwijnt en het gevaar dat een geringe straatlaag te dun wordt.

¹⁶ + ¹⁶ Een mengverhouding van 1:5 komt overeen met ca. 250 kg cement/m³ materiaal; een mengverhouding 1:4 komt overeen met ca. 300 kg. cement/m³ materiaal. In 1 m³ normale huis/tuin/keuken - beton, volgens de mengverhouding 1:2:3, zitten ca.: 300 kg cement, 600 kg betonzand, 900 kg grind en 150 l water. De hoeveelheid benodigd water wordt aangegeven met de watercementfactor (wcf) welke doorgaans varieert van 0,4 tot 0,6. In formulevorm: $wcf = \frac{\text{hoeveelheid water (liter)}}{\text{hoeveelheid cement (kg)}}$



8.2.3: STRAATWERK

8.2.3.1: GEWIJZIGD TONROND PROFIEL:

Voor bestrating van straatstenen dient in het dwarsprofiel het gewijzigd tonrond profiel aanwezig te zijn (zie figuur 3.1). Het gewijzigd tonrond profiel is als volgt vastgelegd: De kruin is gelegen in het midden van de verharding op een kruinhoogte 'H' boven de basis van het dwarsprofiel, waarbij 'H' wordt bepaald als het product van de halve breedte van die basis en de voorgeschreven helling¹⁷. Elk van de twee bogen tussen kruin en de beide tenen van het profiel is een cirkelboog, gericht naar boven met een spanning S, waarbij S wordt bepaald als: $\frac{1}{8}$ van de kruinhoogte 'H'. In formulevorm: $H = (\text{dwarshelling}) \times b/2$ en $S = H/8$. Ook de bestrating in het hart van een leiding-sleuf dient te zijn aangebracht met (gewijzigd)tonrondte.

8.2.3.2: GEWIJZIGD TONROND PROFIEL MET VERPLAATSTE KRUIJN:

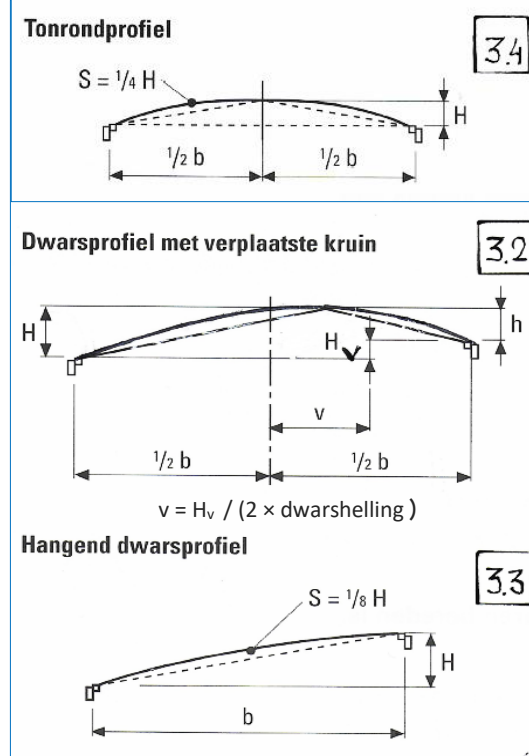
Afhankelijk van de omstandigheden kent het gewijzigd tonrond profiel voor bestrating van straatstenen nog een eerste variant te weten: het profiel met verplaatste kruin (zie hiernaast figuur 3.2). Dit dwarsprofiel heeft in beginsel dezelfde eigenschappen als het (normale) gewijzigde tonrond profiel en is als volgt vastgelegd: De kruin is gelegen op een afstand van $(v + b/2)$ vanaf het laagste punt van de verharding op een kruinhoogte 'H' boven de horizontale basis door het laagste punt van het profiel, waarbij 'H' wordt bepaald als: $(b/2 + v) \times (\text{dwarshelling})$. De (zelfde) kruinhoogte op 'h' kan ook worden bepaald vanaf het hoogste punt van het profiel, waarbij: $h = (b/2 - v) \times (\text{dwarshelling})$. Elk van de twee bogen tussen kruin ('H' en 'h') en beide tenen van het profiel is een cirkelboog, gericht naar boven met een tweetal spanningen (S_1 en S_2). In formulevorm: $H_v = H - h$; $v = H_v / (2 \times \text{dwarshelling})$; $S_1 = H/8$ en $S_2 = h/8$.

8.2.3.3: GEWIJZIGD TONROND HANGEND PROFIEL:

Afhankelijk van de omstandigheden kent het gewijzigd tonrond profiel¹⁸ voor bestrating van straatstenen nog een tweede variant te weten: het gewijzigd hangend profiel (zie bovenste figuur). Dit dwarsprofiel heeft in beginsel dezelfde eigenschappen als het (normale) gewijzigde tonrond profiel en is als volgt vastgelegd: De kruin is gelegen op een afstand van b vanaf het laagste punt van de verharding op een kruinhoogte H boven de horizontale basis door het laagste punt van het profiel, waarbij H wordt bepaald als het product van de breedte van die basis en de voorgeschreven helling. De boog tussen kruin en teen van het profiel is een cirkelboog, gericht naar boven met een spanning S, waarbij S wordt bepaald als $\frac{1}{8}$ van de kruinhoogte H. In formulevorm: $H = (\text{dwarshelling}) \times b$ en $S = H/8$.

8.2.3.4: TONROND PROFIEL:

Voor bestrating van natuursteen in rijbanen kan het gewijzigd tonrond profiel (zie hiervoor bij par.8.2.3. 1) en het tonrond profiel aanwezig zijn (zie figuur 3.4). Het tonrond profiel is als volgt vastgelegd: De kruin is gelegen in het midden van de verharding op een kruinhoogte 'H' boven de basis van het dwarsprofiel, waarbij 'H'



¹⁷ In geval van infiltrerende bestrating wordt weinig helling (1 % dwarsafschot) toegepast zodat dan ook geen sprake kan zijn van een groot hoogteverschil 'H'. Ik vind het raadzaam om dan toch altijd in de wang een spanning van ten minste 5 mm toe te passen.

¹⁸ Gewijzigd tonrond profiel is een moderne variant op tonrond profiel. De eigenschap gewijzigd tonrond geeft aan dat het betreffende dwarsprofiel een boog- of gewelfvormig karakter heeft. Als voorbeeld: Bij een halve rijbaan van 4 m en een dwarsafschot van 30 mm/m, is bij het gewijzigd tonrond een cirkelboog met een straal van ca. 70 m aanwezig. Bij het handmatig afreien van de zandbaan en bij mechanisch aanbrengen van de elementen komt het steeds vaker voor dat de vereiste spanning ontbreekt. Het is een goede ontwikkeling dat vaker een instelbare afreibalk wordt gebruikt voor het bepalen van het vereiste gewijzigd tonrond profiel.



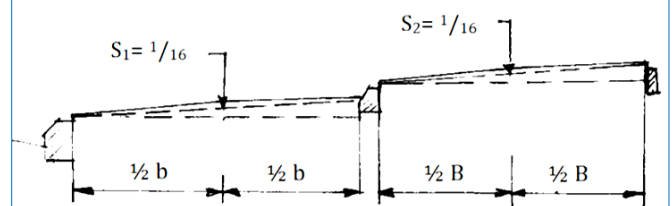
wordt bepaald als het product van de halve breedte van die basis en de voorgeschreven helling. Elk van de twee bogen tussen kruin en de beide tenen van het profiel is een cirkelboog, gericht naar boven met een spanning S , waarbij S wordt bepaald als: $\frac{1}{4}$ van de kruinhoogte 'H'. In formulevorm: $H = (\text{dwarshelling}) \times b/2$ en $S = H/4$.

Afhankelijk van de omstandigheden kent het tonrond profiel nog een tweetal andere varianten te weten: het profiel met verplaatste kruin en het hangend profiel. Bij beide varianten word(en)t ook de spanning(en) $S_{(1,2)}$ gebruikt als: $\frac{1}{4}$ van het hoogteverschil 'H' of 'h'. In formulevorm: Verplaatste kruin: $S_1 = H/4$ en $S_2 = (H-h)/4$; Hangend profiel: $S = H/4$.

8.2.3.5: DWARSPROFIEL VOOR BESTRATING VAN TEGELS:

- Voor bestrating van tegels in trottoirs en fietspaden, met een éézijdige afwatering, moet in het dwarsprofiel een variant van het hangend profiel (zie hiervoor bij par.8.2.3.3 en bij figuur 3.5) aanwezig zijn te weten: in het midden een spanning van $\frac{1}{16}$ deel van het hoogteverschil tussen het hoogste en laagste punt, doch ten minste 5 mm. In formulevorm: $S_1 = b \times (\text{dwarshelling})/16$; $S_2 = B \times (\text{dwarshelling})/16$.
- Voor bestrating van tegels in vrijliggende voet- en fietspaden moet in het dwarsprofiel een gewijzigd tonrond profiel (zie onder 3.1) aanwezig zijn te weten: in het midden een spanning van $\frac{1}{8}$ van de kruinhoogte 'H', doch ten minste 5 mm.

fig. 3.5: hangend profiel
Éézijdig afwaterende tegelbestrating



8.2.3.6: AFWIJINGEN HOOGTELIKKING PROFIEL:

De afwijking in hoogteligging ten opzichte van het voorgeschreven langs- en dwarsprofiel mag ten hoogste 10 mm bedragen en wordt gemeten met behulp van een profielwaterpassing. Voor wat betreft het dwarsprofiel wordt in de praktijk ook wel gewerkt met metingen met behulp van een strakke draad of met een **set (mini) zichtjes** (zie foto hiernaast) of met drie stenen op de kop geplaatst.



8.2.3.7: DWARSHELLING:

In het dwarsprofiel van straatwerk moet een dwarshelling (afschot) aanwezig zijn van:

- Voor straatstenen¹⁹: ten minste 2 % (20 mm/m) en ten hoogste 4 % (40 mm/m); ingeval van infiltrerende straatstenen minimaal 1 % (10 mm/m);

¹⁹ In geval van stadsstraten met trottoirbanden dient rekening te worden gehouden met opmerkelijke verschillen in afschot in het dwarsprofiel. Dit houdt verband met de gangbare methoden voor het berekenen van de kruin- en de wanghoogte. De kruinhoogte wordt berekend met een gemiddeld zicht aan de band van 100 mm, terwijl de wanghoogte wordt berekend met een zicht aan de band van 80 mm (nabij schei/breekpunt).

Ik geef 2 rekenvoorbeelden: stel rijbaanbreedte 6 m, bandhoogte 0,50+ en bij een voorgeschreven dwarsafschot van 20 mm/m¹ resp. 30 mm/m¹. Voor de goot nabij de kolk houd ik een zicht aan van 120 mm.

- Kruinhoogte: 0,46+; schei: 0,42+; bij gootkolk: 0,38+; wanghoogte: 0,445+ → afschot tussen kruin en wang: 10mm/m¹; → afschot tussen wang en schei: 17 mm/m¹; → afschot tussen wang nabij goot kolk: 43 mm/m¹ (exclusief klik in gootconstructie)
- Kruinhoogte: 0,49+; schei: 0,42+; bij gootkolk 0,38+; wanghoogte: 0,465+ → afschot tussen kruin en wang: 17mm/m¹; → afschot tussen wang en schei: 30 mm/m¹; → afschot tussen wang nabij gootkolk : 57 mm/m¹ (exclusief klik in gootconstructie!).



- b. Voor betontegels, met de afmetingen 150/300 × 300 mm: 2 % (20 mm/m); in brede(re) pleinen kan voor betontegels worden volstaan met: 1,5 % (15 mm/m);
 - c. Bij sleuven: ten minste 40 mm/m en ten hoogste 80 mm/m bij straatstenen en keien; ten minste 20 mm/m en ten hoogste 40 mm/m bij tegels;
 - d. Voor natuursteenkeien in rijbanen: ten minste 3,5 % (35 mm/m); voor het overige straatwerk in natuursteenkeien: ten minste 3 % (30 mm/m);
 - e. Voor aan de bovenzijde gezaagde natuursteentegels: 2 % (20 mm/m); voor ruwe gekliefde natuursteentegels 3 % (30 mm/m);
 - f. Voor een (mol)goot: 0,5% (5 mm/m¹ gootlengte);
 - g. Voor leidingsleuven: ten minste 40 mm/m en ten hoogste 80 mm/m voor straatstenen en keien; ten minste 20 mm/m en ten hoogste 40 mm/m voor tegels.
- Voor straatwerk in natuursteen zijn in de dwarsstelling afwijkingen van 0,4 % toegestaan (zie ook bijvoetnoot 17).

8.2.3.8: ONEFFENHEID:

De afwijking in de hoogteligging tussen onderling aansluitende gelijksoortige elementen, (stenen, keien, tegels, kantopsluiting en kantlagen) mag niet meer dan 2 mm bedragen. Deze norm m.b.t. de oneffenheid van 2 mm kan ook gelden voor het straatwerk van sleuven en voor de maximale klik tussen de onderlinge streklagen zoals voor opsluitingen of bij (mol)gootconstructies.

Voor natuursteenelementen met een macrotextuur van 1,5 mm mag deze afwijking ten hoogste 5 mm bedragen.



8.2.3.9: VLAKHEID:

De afwijking in de vlakheid in langsrichting van het straatwerk, de kantopsluiting en - lagen mag gemeten onder een rei van 3 m lengte²⁰ en evenwijdig aan de as bedragen:

- a. Voor straatstenen, betontegels, opsluit-, trottoir- en natuursteenbanden: ten hoogste 5 mm;
 - b. Voor natuursteen tegels en natuursteen keien voor kleinplaveisel: ten hoogste 10 mm;
 - c. Voor natuursteen keien voor grootplaveisel of overige natuursteenelementen: ten hoogste 20 mm.
- De meting voor de vlakheid geschiedt evenwijdig aan de as van de bestrating.



²⁰ Het is bij de SEB- Audits - om praktische redenen- gebruikelijk om de metingen met een rei/waterpas met een lengte van 1,20 meter. Dit komt overeen met de lengte van de rei die ook bij de wegbeheerinspecties volgens de CROW methode (zie paragraaf 5.2) wordt gebruikt. Dat SEB Auditoren landelijk voor dit soort metingen een rei met een lengte van 1,20 meter hanteren, betekent niet dat daardoor aan de metingen (eventuele) onjuiste conclusies verbonden kunnen worden. Het tegendeel is waar, een dergelijke kortere rei is vaak beter hanteerbaar en mede daardoor zijn aan deze metingen vaak betrouwbaardere resultaten te ontleiden, mits deze kortere rei op een deskundige manier en juiste wijze op het werk wordt geplaatst. Het spreekt voor zich dat er bij Audits t.b.v. derden overeenstemming moet zijn over afwijkende reilengte.

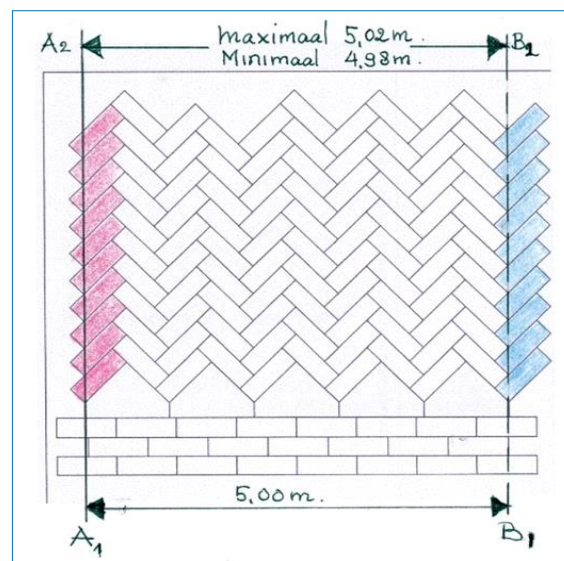


8.2.3.10: HAAKSHEID:

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

8.2.3.11: KLIK:

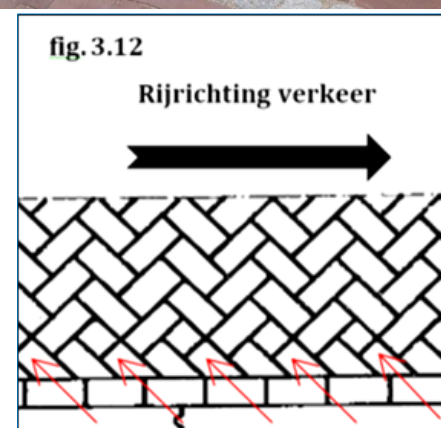
- De bovenkant van het straatwerk moet 10 tot 20 mm boven de aansluitende (verlaagde) kantopsluiting liggen, tenzij deze kantopsluiting onderdeel uitmaakt van een gootconstructie.
- De bovenkant van het straatwerk moet gelijk met of ten hoogste 5 mm boven de bovenkant liggen van (controle)putafdekkingen, (gemetselde) randen, straatpotten.
- Langs de zijkant moet de bovenkant van het straatwerk gelijk met of ten hoogste 10 mm hoger te liggen dan op de verharding aansluitende kantlagen, kolk-inlaten, (mol)goten of andere langs de zijkant van het straatwerk opgenomen elementen; deze bepaling geldt ook voor bestrating van natuursteen met een ongebonden straatlaag.
- Langs de zijkant van de bestrating van natuursteen - met een gebonden straatlaag- moet de bovenkant van de verharding ten hoogste 5 mm boven op de verharding aansluitende kantlagen, kolk-inlaten, (mol)goten of andere langs de zijkant van het straatwerk opgenomen elementen liggen.
- Op plekken waar het straatwerk grenst tegen deuren van gebouwen moet de bovenkant van het straatwerk minimaal 30 mm onder de bovenkant van de dorpel liggen.
- Voor de maximale klik in bepaalde situaties (zoals bij goten, streklagen in verblijfsgebieden) gelden de bepalingen t.a.v. de oneffenheid.



8.2.3.12: PAS-/ZAAG-/HAKWERK:

De kwaliteit van de pastukken van stenen, tegels, keien en kantopsluiting moet zijn:

- Bij keperverband: plaatsing tégen de rijrichting²¹ van het verkeer in (zie figuur 3.12);
- Netjes, haaks en rechtaf passend gemaakt en niet scherper dan 45°;
- Bij halfsteensverband moet de pasgemaakte kant van de kant-/gootlaag of kantopsluiting af zijn geplaatst; bij gevels moet de pasgemaakte kant tégen de gevel geplaatst zijn;
- Goed (aan)sluitend²²; geen elementen op de kop of zijkant;



²¹ 'Tégen de rijrichting in' aanbrengen is logisch omdat de 'koppen' van de stenen de verkeersbelasting moeten opvangen. In die zin is het vergelijkbaar met een heiblok dat met kracht op de 'kop' van de heipalen slaat. Zie verder bij par. 8.4.1: 'Het dilemma van de hakrichting'.

²² Goed (aan)sluitend betekent in feite 'zonder' tussenruimte. In par. 8.2.3.13 staan maattoleranties voor bestratingselementen (tegels, stenen, keien) maar deze gelden dus niet voor het pas-/hak-/zaagwerk. In de praktijk houdt ik hiervoor aan een kier/voeg van maximaal 2 mm; ongeachte of het stenen, stenen of keien betreft (zie ook hierna bij voetnoot 23).



- e. Niet kleiner dan een half element (in geval van een kantopsluiting ten minste 0,50 m);
- f. Passend in het verband en in een enkele rij niet meer dan twee passtukken aanwezig, behoudens in geval van stroomlagen die in bochten verlopen.

8.2.3.13: VOEGEN: BREEDTE EN VULLING

VOEGBREEDTE²³:

Voor straatwerk van stenen, tegels, keien en kantopsluiting moet de voegbreedte tussen twee aaneensluitende elementen of voor in het straatwerk opgenomen objecten bedragen:

- a. Voor straatbakstenen: maximaal 8 mm; ingeval van herstraten: maximaal 10 mm;
- b. Voor betonstraatstenen: maximaal 3 mm; ingeval van herstraten: maximaal 5 mm;
- c. Voor betonbanden, evenals tussen kolken en de aansluitende banden: maximaal 5 mm;
- d. Voor natuursteenbanden, evenals tussen kolken en de aansluitende banden: ten minste 5 mm en ten hoogste 10 mm. In de voegen moeten afstandhouders gebruikt zijn;
- e. Voor betontegels met de afmetingen 150/300 × 300 mm: maximaal 2 mm²⁴;
- f. Voor natuursteentegels:
 - Bij ongebonden voegen: Voor gezaagde natuursteentegels: ten hoogste 8 mm; Voor gekliefde natuursteentegels: ten hoogste 10 mm;
 - Bij voegen gevuld zijn met een veegvast materiaal: ten minste 8 mm en ten hoogste 12 mm
- g. Voor natuursteenkeien, waarbij de voegen gevuld zijn met ongebonden granulair materiaal:
 - Bij een dikte van de keien < 60 mm: ≤ 6 mm;
 - Bij een dikte van de keien tussen de 60 en 120 mm: ≤ 10 mm;
 - Bij een dikte van de keien > 120 mm: ≤ 15 mm;
 - De keien mogen niet te strak ('klemmend') tegen elkaar geplaatst zijn
- h. Voor natuursteenkeien waarbij de voegen gevuld zijn met giet- en mortelvoegen of gebonden voegmateriaal:
 - Voor gezaagde keien tussen de 8 en 10 mm
 - Voor nieuwe gekliefde keien tussen de 10 en 12 mm
 - Voor gebruikte gekliefde keien tussen de 15 en 20 mm;
- i. Voor stenen, tegels en keien: langs/met gevels, afscheidingen, verkeerspalen, straatmeubilair: maximaal 10 mm.



VOEGVULLING:

- a. De voegen moeten zodanig gevuld zijn dat geen verdere vulling van de voegen meer mogelijk is. Er mag geen opeenhoping van afstrooi -/inveegmateriaal aanwezig zijn.

²³ In beginsel dient de breedte van de voegen, tussen de elementen onderling, te zijn afgestemd op de eigenschappen van de verhardings-elementen en zodanig te zijn gekozen dat de verhardingselementen niet zijdelings kunnen bewegen, evenals dat de voegen adequaat gevuld kunnen worden. Als exacte voegbreedten nodig zijn, is het verstandig te kiezen voor straatstenen met afstandhouders. De hier bedoelde breedte van de voegen geldt niet voor de (tussen)ruimte bij het pas-/hak-/zaagwerk. Immers het pas-/hak-/zaakwerk moet goed (aan)sluitend zijn aangebracht. In de praktijk hanteer ik een maximale kier/voeg van 2 mm. Dat deze tussenruimte klein moet zijn blijkt voldoende uit de eis: het paswerk moet goed (aan)sluitend zijn. Ik haal in dit verband het voorbeeld van een deur aan. Een deur moet ook 'goed (aan)sluiten' in het kozijn, waarbij smalle kieren vaak niet te vermijden zijn en dan eventueel met tochtband wordt afgedicht. *Voor de noodzaak en functie van voegwerk en -vulling verwijst naar Hoofdstuk 7.*

²⁴ In België wordt t.a.v. voegen voor voetpaden nog bepaald: De voegen in tegels of stenen zijn in de rechte stukken nergens breder dan 3 mm. In bochten met een straal van minder dan 15 m, zijn voegen nergens breder dan 6 mm.



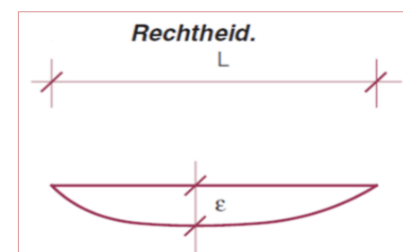
- Ongeveer 2 maanden na het aanbrengen, dient het aangebrachte straatwerk opnieuw te zijn bestrooid en ingeveegd.
- Voor bestrating kunnen verschillende voegmiddelen worden toegepast zoals: gebonden, flexibel gebonden, licht gebonden en ongebonden. Het ongebonden voegvulmateriaal bestaat veelal uit zand (straat-zand of brekerzand) of bij (ver)brede voegen spit/steenslag.
- Bij toepassing van giet – mortelvoegen moeten de voegen gevuld zijn over een hoogte van ten minste 30 mm.
- Ter plaatse van de aansluiting van de natuursteenbestrating langs/met gevels, afscheidingen, verkeerspalen, en straatmeubilair moet de voeg gevuld zijn met een flexibel voegmiddel.
- De gebonden voegmiddelen moeten voldoen aan het bepaalde in de Standaard RAW 2020 (de bepalingen 83.16.11en 83.22.05).

8.2.3.14: PLAATSING:

- Er mogen geen elementen (stenen, tegels, keien, banden) ondersteboven of op de zijkant worden aangetroffen. Ook mogen geen beschadigde of gescheurde elementen aanwezig zijn.
- Na de plaatsing, vóórdat de voegen zijn gevuld, moeten de elementen 'op dracht' staan en mogen deze met de voet niet meer bewogen kunnen worden. Bij het straten 'onder de hamer' moet een goede dracht al gerealiseerd zijn, voordat het straatwerk is afgetrild.
- De bij het herstraten, uitgekomen en nieuwe bestratingsmaterialen moeten naar soort gescheiden en in aaneengesloten vakken verwerkt zijn.
- De kantopsluiting moet over de gehele lengte dragen; de rechte kantopsluiting moet in één lijn²⁵ zijn aangebracht; de gebogen kantopsluiting in een vloeiende lijn.
 - Bij bogen is het raadzaam de bovenzijde van de trottoirband, in het midden van de boog, 10 mm hoger te stellen dan de bovenzijde van de boogbanden ter plaatse van de beide tangentialpunten.

8.2.3.15: VERBAND:

- Het voorgeschreven verband moet juist zijn uitgevoerd zoals:
 - Bij elleboog- en keperverband moeten de 'diagonalen' in een rechte lijn²⁶ liggen en moeten de elementen zuiver haaks ten opzichte van elkaar zijn aangebracht;
 - Bij blok- en halfsteensverband moeten de lint - stootvoegen duidelijk waarneembaar in één lijn liggen;



²⁵ Voor de afwijking voor de rechtheid van 'lijnen', de voegen of voor de (straat)afmetingen zijn weinig normen bekend. In de STABU-Standaard 2012 wordt voor de vlakheid van 'schoon metselwerk' resp. 'tegelwerk' bepaald: een maximale afwijking van 13 mm resp. 15 mm tussen twee meetpunten met een onderlinge afstand van 15 m. Ik acht deze beide STABU- toleranties ontoelaatbaar groot voor straatwerk. In de Belgische voorschriften wordt voor de rechtheid van de architecturale lijnen (de zgn. verticaliteit en horizontaliteit) diverse formules voor de maximale maatafwijking 'ε' gehanteerd zoals:

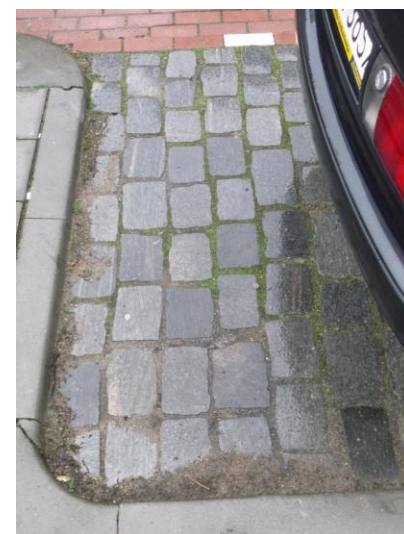
- $\epsilon = 1/12 \sqrt[3]{L}$. (of: $1/8 \sqrt[3]{L}$). Hierbij is 'ε' de toelaatbare afwijking in [cm] en 'L' de lineaire afmeting in [cm];
- $\epsilon = 1,5\sqrt{L}$. Hierbij is 'ε' de toelaatbare maatafwijking in [mm] en 'L' de lineaire afmeting in [m].

De eerste formule resulteert voor ons gebruik in grote afwijkingen zoals: bij een lengte van 5 m → 7 mm en bij een lengte van 15 m → 10 mm. Bij de tweede formule is de uitkomst voor het bepalen van de 'rechtheid' beter bruikbaar zoals: bij een lengte van 5 m → 3 mm en bij een lengte van 15 m → 6 mm. Daarom opteer ik voor de rechtheid van banden, voegen, 'kruip' of diagonalen) of voor de variatie in breedte, opteer voor de formule: $\epsilon = 1,5\sqrt{L}$; met een maximale afwijking van 20 mm (zie bovenstaande figuur). Volgens deze formule is de maximale afwijking van 20 mm bereikt bij een bandlengte van 175 m ($\epsilon = 1,5\sqrt{175}$).

²⁶ Dat de lagen en diagonalen in straatwerk altijd keurig recht moeten verlopen is vooral een esthetische kwestie. Veel belangrijker is het om de vereiste strakheid en voegbreedte aan te houden. Vooral bij (gebruikte) gebakken of (gebruikte) natuurstenen materialen vind ik het een verkeerd uitgangspunt als te veel de nadruk wordt gelegd op de esthetische rechte lagen, dan wel als deze eigenschappen als kwaliteitscriterium voor het straatwerk worden gehanteerd. Dit soort kwaliteitsnormen zegt niets over de constructie - eisen van de wegverharding. De constructie is meer gebaat bij straatwerk met juiste voegen. Bij maatvast betonnen bestratingsmaterialen is de combinatie van sterke constructie en strakke lagen eenvoudiger te realiseren dan bij gebakken of natuurstenen materiaal. **Rekenvoorbeeld:** Bij een rijbaanbreedte van 6 m mag de afwijking in de rechtheid van de diagonalen maximaal 4,4 mm bedragen (volgens de formule bij voetnoot 25: $\epsilon = 1,5\sqrt{6 \times 1,414} = 4,4 \text{ mm}$).



3. Bij halfsteens – en diagonaalverband moeten de elementen zuiver $\frac{1}{2}$ steens verspringend zijn aangebracht;
 4. Voor kleinplaveisel, zoals van natuursteenkeitjes, geldt standaard het: segment -, waaier -, schelpen - of schubbenverband.
- b. Bij natuursteenkeien moeten de lint- en stootvoegen en lagen volgens een gelijkmatig patroon zijn uitgevoerd; keien in één rij mogen niet meer van elkaar verschillen dan 10 mm;
 - c. In bogen en kantlagen moeten de stenen en tegels minimaal $\frac{1}{4}$ van de elementlengte verspringen; bij natuursteenkeien moeten deze in alle gevallen minimaal $\frac{1}{4}$ van de elementlengte verspringen;
 - d. Voor de kantlaag geldt als standaard het halfsteensverband;
 - e. Ter plaatse van de putafdekking, kolkdeksel of soortgelijk voorwerp moet bij bestrating van stenen een volle krans, bestaande uit een streklaag, aanwezig zijn, waartegen het aanliggende straatwerk is aangewerkt.



8.2.3.16. MOLGOTEN:

- a. De molgoot moet standaard in halfsteensverband zijn uitgevoerd en mag ten hoogste 40 mm diep zijn. Deze diepte dient nabij de kolkinlaat groter te zijn dan nabij het breekpunt. De aanwezige diepte moet gelijkmatig verspringend over de voorgeschreven streklagen zijn.
- b. In de molgoot moet in lengterichting een helling aanwezig zijn van een 0,5% (5 mm/m).
- c. Het dwarsprofiel dient zoveel mogelijk in de vorm van een cirkelsegment te zijn uitgevoerd.
 - Bij Molgoten is extra aandacht nodig voor de voegvulling van het straatwerk, evenals voor de verdichting van de ondergrond.
 - Voor de maximale klik in bepaalde situaties (zoals bij goten, streklagen in verblijfsgebieden) gelden de bepalingen t.a.v. de oneffenheid.
 - In geval van infiltrerende bestrating is het niet nodig (mol)gootconstructies aan te brengen. Wel is het raadzaam om op bepaalde plekken waar het waterdoorlatende vermogen kwetsbaar is, goten aan te brengen ten behoeve van noodkolken. Kwetsbare plekken zijn b.v. plekken met veel bladval.



8.2.4: AFWATERING:

8.2.4.1: KOLKEN, PUTTEN EN AFVOERLEIDING

- a. De kolk mag niet klakkeloos op een aanwezige afvoer- of drainageleiding zijn aangesloten, noch mag deze zondermeer afvoeren door infiltratie in de bodem of naar het nabij gelegen oppervlaktewater.
- b. De (onder)bak van de kolk moet schoon en voorzien zijn van een 'stankscherm' en 'zandvang'.
- c. Het type kolk moet overeenstemmen met de soort bestrating, de zwaarte van het verkeer en de eigenschappen van het af te voeren neerslag.
- d. Het aantal kolken moet overeenstemmen met de oppervlakte van het straatwerk. Dit varieert van 100 tot 200 m² straatwerk per kolk.
- e. Kolken moeten voldoen aan de NEN 7067 en NEN 7068 waarin de klassen van de kolken nader zijn gespecificeerd (X = licht, Y = zwaar). De roosters, deksels, afdekkingen en de materialen voor putten en kolken



moeten voldoen aan de NEN-EN 124, BRL 9203 en BRL 9204. Ook moeten kolken voorzien zijn van het KOMO keurmerk.

- f. De PVC afvoerleiding moet voorzien zijn van het KOMO keurmerk, met de stijfheidsklasse SN8, kleur grijs en met een nominale middellijn van 125 mm.

8.2.4.2: PLAATSING EN LIGGING: KOLKEN, PUTTEN EN AFVOERLEIDING

- a. Het bovenvlak van de kolk of (controle)putafdekking moet het profiel volgen van het aanliggende straatwerk. Verder moet de trottoirkolk: de voorkant, op een evenwijdige wijze, op 5 mm achter de voorkant van de trottoirband zijn gesteld.
- b. Het kolkdeksel moet zodanig geplaatst zijn dat de sleuven/spijlen in het rooster geen hinder opleveren voor het verkeer. De hoek tussen de lengterichting van deze sleuven/spijlen en de rijrichting van het verkeer, dient bij voorkeur te liggen tussen de 45 en 135 graden (voor de klik bij kolken en putafdekkingen zie par. 3.11).
- c. Ter plaatse van de putafdekking, kolkdeksel of soortgelijk voorwerp moet bij een bestrating van straatstenen een volle krans, bestaande uit een streklaag, aanwezig te zijn, waartegen het aanliggende straatwerk is aangewerkt.
- d. De aanvulling rondom de geplaatste kolk en gelegde afvoerleiding moet zodanig goed verdicht zijn, dat ter plaatse zoveel mogelijk dezelfde verdichting aanwezig is als de dichtheid van de omringende grondslag (volgens het bepaalde in 22.02.06 lid 04 van de Standaard RAW 2020). Bij onvoldoende draagkracht moet een grondverbetering zijn aangebracht. De te graven sleuven dienen niet dieper te zijn uitgegraven dan nodig.
- e. De afvoerleiding van de kolk moet via de kortste weg zijn aangesloten op de hoofd-afvoerleiding (helling maximaal 1 % ofwel 10 mm/m)



8.2.5: BESTRATINGSELEMENTEN, MATERIALEN, BOUWSTOFFEN

8.2.5.1: STANDAARD RAW BEPALINGEN BESTRATINGSELEMENTEN EN BOUWSTOFFEN:

In de Standaard RAW 2020 wordt voor het keuren van meeste bestratingselementen verwezen naar de betreffende Nederlandse en Europese normvoorschriften.

In de Standaard RAW 2020 zijn voor de kwaliteit en eigenschappen van bestratingselementen en bouwstoffen bepalingen opgenomen zoals ten aanzien van:

- a. Straatbakstenen: 83.16.04;
 - b. Betonstraatstenen: 83.16.05; Betontegels: 83.16.06;
 - c. Betonnen trottoir – en opsluitbanden: 83.16.07;
 - d. Straat-, brekerzand en split: 83.16.01, 83.16.03, 83.26.01, 83.26.03; 83.26.07;
 - e. Hoogovenslakkenzand, kalkmortel, cement en cementspecie: 83.16.02, 3.26.02, 83.16.08, 83.16.09, 83.16.10 en 83.26.04;
 - f. Voegvullingsmassa: 83.16.11;
 - g. Gebonden straatlaag: 83.22.02, 83.22.04;
 - h. Zandcement: 83.26.05; splitbeton: 83.26.06;
 - i. Natuursteenelementen (algemeen): 83.26.08; natuursteentegels: 83.26.09; natuursteenkeien: 83.26.10 en natuursteenbanden: 83.26.11.
- Het (streng) keuren van bestratingselementen geschiedt in beginsel op de fabriek door specialisten en onafhankelijke keuringsinstanties volgens standaardmethoden en certificeringeisen voor de elementen conform Nederlandse en Europese normvoorschriften, Beoordelingsrichtlijnen (BRL's) en in het Bouwstoffenbesluit. De goedgekeurde elementen zijn dan voorzien van het CE-keurmerk en/of van het KOMO keurmerk.



- Op het werk wordt gecontroleerd of de aanwezige elementen, materialen en bouwstoffen voldoen aan de voorgeschreven eisen van de opdrachtgever voor wat betreft: kleur, vorm, uiterlijk. Verder wordt gekeken naar het 'bewijs van oorsprong' (KOMO-keurmerk, markeringen, certificaten, datum van fabricage en gebruiksgeschiktheid, naam leverancier of fabriek), evenals de aanwezigheid van mogelijke uiterlijke gebreken zoals: afgebroken hoeken, beschadigde oppervlakken of gebroken elementen.
- De op het werk aangevoerde partijen of leveringen, met een goed 'bewijs van oorsprong', kunnen in beginsel niet geweigerd of teruggestuurd worden, omdat de fabrikant of leverancier daarmee in feite bewezen heeft aan alle verplichtingen te hebben voldaan.
- Bij het (mechanisch) aangebrachte straatwerk moet 'kieskeurig' te werk zijn gegaan zoals bij het sorteren van de te gebruiken elementen en/of bij de (fabrieksmatig) geformatteerde pakketten. Onder het sorteren wordt verstaan het op maat, kleur, gaafheid en vorm kiezen van de bestratingselementen tijdens het aanbrengen.
- De beoordeling van de elementen van het aangebrachte straatwerk op de (juiste) kleur is een delicate aanlegenschap. Zo kan b.v. hetzelfde type straatsteen per partij en/of dagproductie waarneembare kleurverschillen vertonen qua beleving of in kleurintensiteit. Bovendien is de kleur in de buitenlucht in belangrijke mate afhankelijk van het vochtgehalte van de materialen en van (minimale) structuur en/of textuur verschillen tussen de elementen onderling.
- Het zal duidelijk zijn dat de hiervoor bedoelde keuringseisen voor materialen en bouwstoffen alleen van toepassing (kunnen) zijn wanneer tussen de betrokken partijen dit soort landelijke voorschriften en bepalingen in de overeenkomst specifiek is vastgelegd. In Hoofdstuk 11 ga ik uitgebreid in op de materiaaleisen, beproevingen en keuringsvoorschriften van de bestratingselementen straatbakstenen, betonstraatstenen, betontegels en banden, kolken en PVC buizen.

8.3. ALGEMENE OPMERKINGEN KWALITEITS(BESTRATINGS)NORMEN

- Ondanks alle voorschriften en normen blijft de beoordeling van straatwerk ook maat- en mensenwerk, waar de kennis en praktijkervaring van de Auditors aan te pas komt. De voorschriften en normen moeten pragmatisch worden gehanteerd. Het blijft vaak werk van compromissen, waarbij niet ieder geconstateerd gebrek mag worden 'uitvergroot'. Straatwerk blijft, ondanks de steeds verdergaande mechanisatie, immers een ambachtelijk product en ontleent voor een belangrijk deel de charme aan de optredende kleinere afwijkingen.
- In geval van geschillen zoals bij arbitrage 's, komt het vaak voor dat de op een werk toegepaste materialen (vooral bij hergebruik) of het te keuren werk niet altijd voor de volle 100 % aan alle keuringseisen (zullen/ kunnen) voldoen. Het gevolg daarvan is dat het te keuren werk dan ook niet volledig voldoet aan alle kwaliteitsvoorschriften. In die gevallen mag dan van een Arbitrator geen 'zwart-wit' oordeel worden verwacht, maar zal hij kiezen voor een 'grijstinten' benadering van de keuringsnormen. Dit conform de gangbare praktijk en/of volgens het gevoel van billijkheid.



Dit houdt zoal in dat door de Arbitrator wordt gekeken naar de mogelijke herstelkosten en tevens kritisch en constructief wordt afgewogen wat de mogelijke effecten van het geconstateerde gebrek zijn voor de kwaliteit. Dit alles in relatie met het doel en functie van de beoogde (esthetische) kwaliteit, waarbij plaatselijke herstelwerkzaamheden in een elementenverharding relatief eenvoudig uitvoerbaar zijn.

Zonder daarin uitputtend zijn, noem ik als voorbeeld enkele belangen en over-/afwegingen:

- Hoe verhoudt het geconstateerde gebrek aan kwaliteit zich ten opzichte van de (on)mogelijkheden van een zo optimaal mogelijk (her)gebruik van materialen en de maatschappelijke, milieutechnische en economische gevolgen daarvan.



- In welke mate levert het geconstateerde gebrek aan kwaliteit een negatieve bijdrage voor het gebruik, de levensduur en de verkeersveiligheid, met inbegrip van de beheer- en onderhoudsaspecten.
- In welke mate beïnvloedt het geconstateerde gebrek aan kwaliteit de belevingswaarde en/of de esthetische kwaliteit voor de gebruikers. Heel vaak zal daarbij blijken dat de normale burger (zijnde de consument) zich zelden bezig houdt met dergelijke in zijn ogen 'futiliteiten'. De ervaring heeft mij geleerd dat het toch vaak dit soort futiliteiten zijn, die tussen partijen onderwerp van het geschil zijn.

8.4. THEORETISCHE & PRAKTISCHE OVERWEGINGEN

8.4.1: HET DILEMMA VAN DE HAKRICHTING:

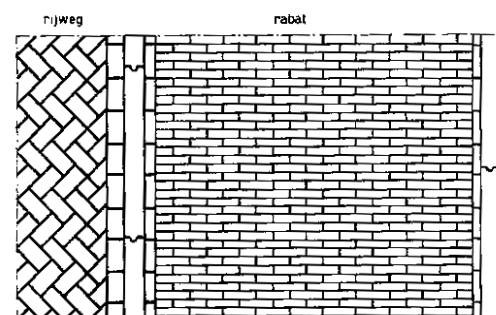
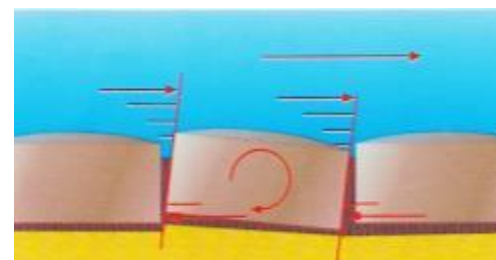
Tijdens mijn werk als Auditor, Arbitrator en Docent behoort de discussie over de juiste hakrichting van het keperwerk tot de hardnekkigste vorm van misverstanden en onbegrip. Het verwarrende daarbij is dat in bepaalde studieboeken de hakrichting voor keperwerk anders genoemd wordt en tevens met schetsjes foutief wordt weergegeven. Dit betekent dat veel welwillenden in de branche hun hakrichting verkeerd aangeleerd hebben gekregen; wellicht ook nog steeds aangeleerd krijgen!

Ten behoeve van de totstandkoming van de Standaard RAW 2000 had ik zitting in de desbetreffende CROW werkgroep. In deze werkgroep was eveneens de OBN/SEB vertegenwoordigd. Ook deze CROW werkgroep was op de hoogte van het geharrewar over de vereiste hakrichting van het keperwerk. Daarom werd besloten om het voorschrift 'aanhakken tégen de richting van het verkeer in' te verduidelijken met een figuur (*dit is figuur nr. 83.1.3 van de Standaard RAW 2020*). Aldus geschiedde en de RAW-concept-voorschriften werden gedurende de voorgeschreven periode voor commentaar aan alle betrokken partijen toegezonden. Daarna werd de Standaard RAW 2000 goedgekeurd en gedrukt. Het was voor het eerst in de geschiedenis dat daarmee voor Straatwerk op landelijk niveau de hakrichting en overige uitgebreide bestratingsvoorschriften waren vastgelegd. Op dit moment is de Standaard RAW 2020 van toepassing, maar de voorschriften op dit gebied zijn t.o.v. de Standaard RAW 2000 ongewijzigd gebleven. Maar desondanks blijft de discussie voortdurend aanhouden!

De vraag blijft natuurlijk: waarom is de ene hakrichting nu wel goed en de andere hakrichting fout? Het antwoord wordt gegeven door de theorie over de belasting van straatwerk. Het verkeer oefent op het straatwerk krachten uit *mèt de rijrichting mee*. Het afremmen en optrekken van de wielen hebben daar nauwelijks invloed op. Het straatwerk verplaatst, 'kruipt', zich dus met het verkeer mee (*zie ook hierna bij par. 8.4.3*). Dit is overigens ook de reden waarom de straatmaker tégen de rijrichting van het verkeer in straat en waarom de arme en de rijke kant van de straatbakstenen consequent in de goede richting moeten worden aangebracht. Aangezien het straatwerk dus met het verkeer mee beweegt, dient het hakwerk er voor te zorgen dat het kruipen (zo veel mogelijk) voorkomen wordt. Om dezelfde reden moeten de hakstukken tégen de rijrichting in geplaatst worden. De **figuur hiernaast** is ontleend aan een oud boek van vóór de Tweede Wereldoorlog. Ik wil hiermee aangeven dat met de Standaard RAW inzake de juiste hakrichting "*het wiel niet is uitgevonden*".

Nu zijn er altijd mensen die zeggen, maar dat is slechts theorie.

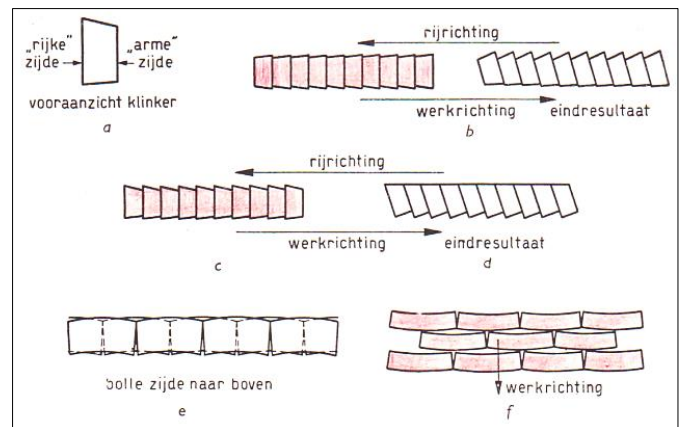
Tegen hen geef ik het antwoord dat ik eens hoorde van Prof. Span tijdens een college te Delft: "*Er is niets praktischer dan een goede theorie*".





Van de **figuren hiernaast** kunnen ook nog andere praktische zaken worden afgelezen:

- Indien mogelijk werkt de straatmaker met de rug gekeerd naar de zijde vanwaar het meest intensieve verkeer vandaan kan komen.
- Hij plaatst altijd de 'rijke' klinkerzijde van zich af.
- De bolle klinkerkant moet naar boven zijn gericht.
- De bolle klinkerzijde moet tegen het verkeer in worden geplaatst; de straatmaker plaatst de bolle zijde van zich af.



8.4.2: AANSPRAKELIJKHEID VAN DE AANNEMER NA DE OPLEVERING ► UAV 2012²⁷

Op 30 januari 2012 is de tekst van de nieuwe UAV in de Staatscourant gepubliceerd. Hoewel de UAV 2012 door de overheid zijn vastgesteld, zijn ze niet automatisch op een (bouw)contract van toepassing. Ze zijn alleen op een overeenkomst van toepassing, wanneer partijen overeenkomen dat zij op hun overeenkomst van toepassing zijn. Wanneer het gaat om het keuren en (eind)opleveren van bestratingswerken wil ik in dit kader extra aandacht vragen om het bepaalde in de nieuwe UAV 2012 ten aanzien van de aansprakelijkheid van de aannemer na de oplevering van een werk.

Onderstaand citeer ik de **letterlijke tekst van paragraaf 12 van de UAV 2012**

1. Na de dag, waarop het werk overeenkomstig het bepaalde in § 10, eerste of tweede lid, als opgeleverd wordt beschouwd, is de aannemer niet meer aansprakelijk voor tekortkomingen aan het werk.
2. Het in het eerste lid bepaalde lijdt uitzondering indien sprake is van een gebrek:
 - (a) dat toe te rekenen is aan de aannemer en
 - (b) dat bovendien ondanks nauwlettend toezicht tijdens de uitvoering dan wel bij de opneming van het werk als bedoeld in § 9, tweede lid, door de directie redelijkerwijs niet onderkend had kunnen worden en waarvan
 - (c) de aannemer binnen een redelijke termijn na de ontdekking mededeling is gedaan.
3. (Vervallen).
4. De rechtsvordering uit hoofde van een gebrek waarvoor de aannemer krachtens het tweede lid aansprakelijk is, is niet ontvankelijk indien zij wordt ingesteld na verloop van:
 - (a) vijf jaren na de in het eerste lid bedoelde dag, of
 - (b) tien jaren na de in het eerste lid bedoelde dag, indien het werk geheel of gedeeltelijk is ingestort of dreigt in te storten dan wel ongeschikt is geraakt of ongeschikt dreigt te geraken voor de bestemming waarvoor het volgens de overeenkomst bedoeld is en dit slechts kan worden verholpen of kan worden voorkomen door het treffen van zeer kostbare voorzieningen.
5. Indien in het bestek een onderhoudstermijn is voorgeschreven, treedt voor de toepassing van deze paragraaf de dag na het verstrijken van die termijn in de plaats van de in het eerste lid bedoelde dag en wordt onder opneming van het werk verstaan: de opneming genoemd in § 11, zesde lid.

PARAGRAAF 12 UAV EN DE RIJKSOPDRACHTGEVERS

Enige tijd geleden vond ik op de website een Cobouw- artikel over de Rijksopdrachtgevers m.b.t. de par. 12 van de UAV over de minister van Verkeer en Waterstaat van destijds. Het luidde als volgt:

²⁷ Ik vraag ook aandacht voor art.83.14 van de RAW 2020. Hierin wordt bepaald dat bij ingebruikneming van (delen van) het straatwerk een nieuwe risicoverdeling en andere garantie van toepassing is geworden.



" Minister Schultz gaat de nieuwe UAV 2012 niet ondertekenen. Ook defensie minister Hans Hillen zal dat niet doen. Dat werd bekend gemaakt tijdens het congres van het Instituut voor Bouwrecht over de UAV. Reden is vooral een artikel over de aansprakelijkheid van de aannemer voor gebreken die pas na de oplevering worden opgemerkt. Volgens dat artikel is de aannemer alleen aansprakelijk als de opdrachtgever voldoende toezicht heeft gehouden en het gebrek niet zonder meer opgemerkt had kunnen worden tijdens de uitvoering.

Volgens juristen van beide ministeries strookt dat artikel niet met de huidige bouwpraktijk waarbij meer verantwoordelijkheid ook tijdens de uitvoering bij de aannemer ligt en er dus minder of geen toezicht op de bouwplaats is.

Voor de geïntegreerde opdrachten van Rijkswaterstaat maakt dit alles weinig uit. Voor die projecten worden de UAV-GC toegepast die een dergelijke aansprakelijkheidsbepaling niet kent. Volgens het ministerie van Binnenlandse Zaken maakt het ook voor andere projecten niet uit aangezien beide ministeries de UAV 2012 wel gaan toepassen met uitzondering van een enkele bepaling. (Bron: cobouw.nl)".

Samenvattend mag ik concluderen dat het deskundig directievoeren en toezichhouden tijdens de uitvoering van werken in Nederland weer 'op de kaart is gezet'.

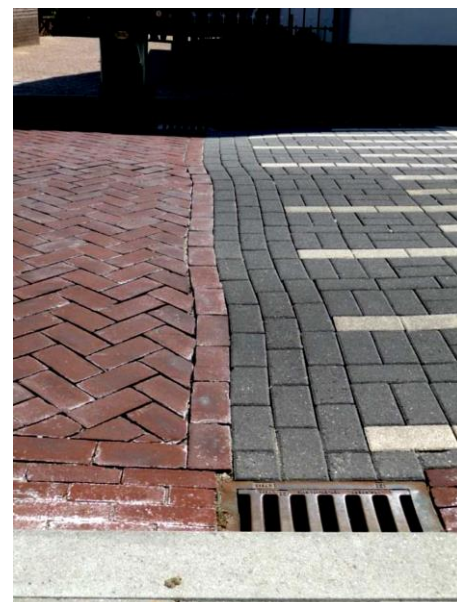
Daarbij zal (zoals wij dat noemen) de 'Belgische manier' van toezicht houden wellicht weer tot het verleden gaan behoren. Onder de Belgische manier van toezicht houden verstaan wij populier gezegd: "wel steeds op het werk komen, een gezellig praatje maken, daarbij niets inhoudelijks zeggen en alle opmerkingen bewaren totdat het moment van opleveren is aan gebroken".

SAMENVATTEND:

De UAV 2012 gaat uit van de situatie dat een gebrek pas 'verborgen' is in het geval het betreffende gebrek ondanks nauwlettend toezicht tijdens de uitvoering dan wel bij de opnemings door de directie redelijkerwijs niet onderkend had kunnen worden. De UAV is gezien vanuit de opdrachtgever strenger dan het Burgerlijk Wetboek en de UAV-GC 2005, zonder dat daarvoor een duidelijke reden bestaat. Echter algemeen is erkend dat het houden van toezicht door of namens de opdrachtgever tijdens de uitvoering van het werk geen verplichting is en het komt voor dat opdrachtgevers desgewenst in het bestek of de aannemingsovereenkomst van paragraaf 12 lid 2 UAV 2012 kunnen afwijken.

8.4.3: HET KRUIPEN VAN STRAATWERK

Het komt vaker voor dat het straatwerk vooral in de rijstrook of rijbaan zich in horizontale richting aan het verplaatsen is. In de bestratingstechniek wordt deze ongewenste vorm²⁸ van deformatie/verplaatsen: het 'kruipen' van de straatstenen i.c. het straatwerk genoemd. Bij par. 8.2.3.14 heb ik al aangegeven dat er geen concrete eis of tolerantie is bepaald voor de 'rechtheid' van de lagen. Wel heb ik een bruikbare formule gegeven waarmee de rechtheid (de mate van kruip) kan worden bepaald (zie ook voetnoten 25 en 28).



De hoofdoorzaak van het optreden van kruipen in straatwerk is **in feite** het verkeer, waarbij zwaar en intensief vrachtverkeer en autobussen, met een relatief laag zwaartepunt, een aanzienlijke stootbelasting op het straatwerk uitoefenen. Daarbij komt dat in bebouwde komgebieden de autobussen draaiende, optrekkende en afremmende verkeersbewegingen moeten uitvoeren. Het intensief zwaar belasten wordt nog extra gestimuleerd

²⁸ De vraag hierbij is: **wanneer is het ongewenst?** Op pag. 20 bij **voetnoot 25** heb ik een formule gegeven voor het berekenen van de toelaatbare afwijking in de 'rechtheid'. Volgens deze formule bedraagt de toelaatbare afwijking bij een straat van 6 m breed \blacktriangleright 3,7 mm resp. bij een diagonaal van een straat van 6 m breed \blacktriangleright 4,4 mm { $1,5 \sqrt{6} = 3,7$ mm. resp. $1,5 \sqrt{(6\sqrt{2})} = 4,4$ mm}.



bij hellingen, maar vooral bij een relatief smalle rijbaanindeling, alwaar dit soort zware voertuigen met de linker- en rechterwielen steeds van dezelfde rijsporen van de rijbaan gebruik moeten maken. Het is niet voor niets dat bij het dimensioneren van verhardingsconstructies, zoals bij bedrijfsgebieden en busbanen, gerekend wordt met extra belasting door middel van versporings - en vrachtwagenschadefactoren.

Het is bekend dat vooral elementenverhardingen (straatstenen, tegels en keibestratingen) in beginsel gevoelig zijn voor het optreden van horizontale deformaties (het kruipen). Dit houdt enerzijds verband met de openheid en anderzijds met de (enigszins) oneffenheden van dit type verharding. Onder de openheid van elementenverhardingen wordt verstaan: de aanwezigheid van de vereiste voegen tussen de bestratingselementen, waardoor de stotende werking van het zware verkeer de onderlinge voegbreedte tussen de elementen ongunstig kan beïnvloeden en er een cumulatie van voegruimte kan optreden. Onder de oneffenheden van de elementenverharding wordt in dit kader verstaan: de in beginsel geringe afwijking in de hoogteligging tussen de onderling aaneensluitende bestratingselementen, waardoor het rijdende zware verkeer extra dynamische belastingen op het straatwerk uitoefent; zeker wanneer je in dit kader de vergelijking maakt met het uiterst gladde oppervlak van b.v. een asfaltbeton rijbaan. Toch mag hierbij niet worden vergeten dat bij een asfaltbetonverharding op bepaalde plekken in de rijbaan ook een vorm van kruipen kan optreden. Dit soort horizontale overbelasting van asfaltbeton wordt dan " ribbelforming " genoemd; de verticale overbelasting " spoorvorming " ⁽²⁹⁾.

Een bijkomend probleem bij het kruipen van straatwerk houdt verband met de eigenschap dat iedere straatsteen zich, niet alleen in horizontale zin, maar ook in verticale richting onafhankelijk van elkaar kan verplaatsen, waardoor grote(re) oneffenheden en/of (kleinere) verzakkingen in het straatwerk kunnen ontstaan, met als gevolg (nog) bredere voegen en (nog) hogere dynamische verkeersbelastingen (zoals val-/stootkrachten, wringing en draaiing van de wielen). Dit is vooral het geval bij overbelasting van de ondergrond. Er is dus ook een causaal verband tussen het optreden van het kruipen van straatwerk en de aanwezigheid, dan wel het ontstaan van grotere onvlakheden en/of ongewenste verzakkingen.

Met andere woorden: niet alleen een goede voegbreedte, maar ook een goede draagkracht van de ondergrond is van vitaal belang ter voorkoming van het kruipen van straatwerk. Het zal duidelijk zijn dat zodra het 'spel' van het ontstaan van extra voegruimte/speling en/of extra oneffenheden in het straatwerk eenmaal is begonnen, het door de voortdurende verkeersbelasting onvermijdelijk zal uitmonden in een niet te stuiten proces van extra slijtage en vernieling van de bestratingsconstructie. Dit vernielingsproces wordt nog versterkt doordat de bredere voegen leeg raken, waardoor extra neerslag kan binnendringen met het gevaar van verweking ('verdrinking') en bevriezing van de ondergrond van het straatwerk.

Het bizarre bij straatwerk is nu dat het juist deze hierboven zogenoemde 'zwakke' eigenschappen (zoals: de voegen en oneffenheid) zijn die "straatwerk" de gewenste charme en uitstraling geeft van het ambachtelijke product en resultaat. Het zijn vooral deze eigenschappen die ontwerpers, beheerders en bestuurders laten besluiten om vooral **niet** te kiezen voor b.v. een asfaltverharding, maar voor de aanleg van het veel kwetsbaardere en kruipgevoelige "straatwerk".

In beginsel is straatwerk in halfsteensverband gevoeliger voor het kruipen dan b.v. keperverband, omdat de straatstenen bij halfsteensverband middels de stootvoegen niet onderling met elkaar verbonden zijn. Het kruipen van het straatwerk in de rijbaan uit zich qua verschijningsvorm meestal in het (boogvormig; S-boogvormig) verplaatsen van de lintlagen (bij halfsteensverband) of van de opzet-laagrichting (bij keperverband); in beide gevallen met de richting van het verkeer mee. De ernst (aard en omvang) van het kruipen is meet-/zichtbaar aan de hand van de verplaatsing van de oorspronkelijke haakse legrichting van de straatstenen.

Ook bij rijbanen, met verkeer in beide richtingen, vindt uiteraard ook het kruipen van het straatwerk plaats met de richting van het verkeer mee. Omdat de linker wielen van de voertuigen voor beide rijrichtingen min of

²⁹ Ik pretendeer hierbij niet dat het kruipen van straatwerk (helemaal) vergelijkbaar is met spoor- en ribbelform in asfaltbeton. Daarvoor is de totale problematiek te complex. Ik wil slechts aantonen dat ook asfaltbeton net zo min als straatwerk kruipveilig en zettingsgevoelig is en onder bepaalde omstandigheden ook ongewenste deformaties vertoont.



meer gebruik maken van het (zelfde) midden van de rijbaan worden dezelfde straatstenen daar ter plaatse steeds in tegengestelde richting verplaatst (wat in de praktijk uiteraard niet mogelijk is). Daarom ontstaat er bij/tussen deze straatstenen een conflictsituatie met als gevolg dat de stenen gaan kantelen en/of draaien, waardoor onderling zeer brede voegen ontstaan. Ik heb in de praktijk daarvan extreme situaties meegemaakt waarbij bepaalde straatstenen in het midden van de rijbaan zelfs op de zijkant/rechtop kwamen te staan. Door het aanbrengen van streklagen (zoals in het midden van de rijbaan d.m.v. een asstreep van meerdere streklagen) wordt het mogelijk gemaakt dat het straatwerk van de ene rijstrook zich onafhankelijk van het straatwerk van de andere naastgelegen rijstrook kan verplaatsen.

Het zal duidelijk zijn dat ook niveauverschillen, zoals verkeersdrempels, een extra bijdrage leveren aan het kruipen (extra verkeersbelasting door stoten, draaien, wringen).

FACTOREN DIE HET KRUIPEN VOORKOMEN OF BEPERKEN

De hoofdoorzaak van het optreden van kruipen in straatwerk is dus het zware en intensieve vrachtverkeer en de autobussen. De ernst (mate en omvang) van het kruipen hangen in beginsel nauw samen met factoren zoals:

- De juiste voegwijdte tussen de straatstenen: niet te breed, niet te smal
- De juiste voegvulling: materiaal met sterke, zware en scherpe korrels; goede gradatie (niet te groot niet te klein)
- Het juiste straatsteenformaat: liever keiformaat dan dik- of waalformaat (hoe minder voegen per oppervlakte-eenheid des te beter)
- Het juiste legverband: in de rijbaan liever keperverband dan elleboog – of halfsteensverband
- Een maximale schuifweerstand van de onderzijde van de straatstenen ten opzichte van de onderbaan/ondergrond: kwalitatief goede straatlaag bestaande uit scherp straatzand of brekerzand
- Een optimale laagdikte van de straatlaag: maak deze niet te dik en voorkom te grote fluctuaties in de laagdikte
- Een sterke kantopsluiting langs het straatwerk: voorkom dat het straatwerk zijdelings kan uitwijken
- Een optimale afwatering: voorkom plasvorming en verweking door voldoende kolken en adequate (mol)goten
- De snelheid, intensiteit en zwaarte van het verkeer
- De rijbaanbreedte: geef het verkeer de mogelijkheid tot 'versporen'. In geval dat moeilijk te realiseren is, breng dan in het midden van de rijbaan of rijstrook een of meerdere streklagen aan, zodat de verschillende kruiprichtingen zich onafhankelijk van elkaar kunnen manifesteren en de schade vaak tot een aanvaardbare ernst wordt beperkt
- Vermijdt de aanwezigheid van scherpe bochten en niveauverschillen (zoals verkeersdrempels): voorkom extra verkeersbelastingen zoals stoten, vallen, draaien en wringen
- Een maximale straatsteendikte in combinatie met een stabiele/draagkrachtige/vochtregulerende ondergrond: voorkom dat ongewenste oneffenheden en verzakkingen ontstaan door:
 - Goede keuze in straatsteendikte (minimaal dikte van 100 mm);
 - Het aanbrengen van een granulaat betonpuinfundering (minimaal laagdikte 250 – 300 mm). In plaats van een (ongebonden)granulaat puinfundering kan ook gekozen worden voor een hydraulisch gebonden menggranulaat met nog krachtiger en meer solide eigenschappen.
 - Met een goede waterhuishouding. Een goede vochtbalans en waterhuishouding in de ondergrond is van vitaal belang voor het behoud van de stabiliteit onder natte en winterse omstandigheden (voorkomen moet worden dat de draagkracht 'verdrinkt' en 'bevroest').
 - De aanwezigheid van een granulaat puinfundering heeft ook een gunstige werking op de vochtbalans en de capillaire werking van de ondergrond. Daarom wordt onder bepaalde omstandigheden een kwalitatief goed zandbed met een laagdikte van 500 mm aanbevolen.
- Allerlei zaken van uitvoeringstechnische aard zoals: deskundig vakmanschap, juiste klik, goede hakrichting (tégen het verkeer in), stabiele plaatsing van de stenen, goede recht-/haaksheid van de lagen, voldoende



afschot en tonrond in het dwarsprofiel (liever te veel dan te weinig), goede hoogteligging in het lengteprofiel, adequate samenstelling en verdichting van de bodem, zand- en funderingslagen.

KRUIPEN EN DE WIJZE VAN AANBRENGEN VAN HET STRAATWERK

Uit de hierboven door mij genoemde factoren blijkt dat naar mijn mening de wijze van aanbrengen (handmatig of mechanisch) in beginsel géén invloed heeft op de oorzaken en/of de ernst van het kruipen van het straatwerk. De wijze van aanbrengen van straatwerk wordt bepaald door geheel andere factoren zoals: de beschikbare techniek (mechanische hulpmiddelen, pakkettering/ formatering), eventuele beperkingen in de ruimte, figuratie en/of legverband, taludhelling en soort/type materialen (maatvastheid) en de betreffende Arboret- en regelgeving.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR EN WEBSITES³⁰.

1. Uitgave: Koninklijk Verbond van Nederlandse Baksteenfabrikanten (KNB) 2005
2. Wienerberger B.V.
3. Centraal Bureau Bouwtoezicht (2005)
4. Gemeente Dordrecht, sector Stadsbeheer (2008)
5. Cliënten Belang Utrecht: Voetpaden voor iedereen (2010)
6. Diverse Uitgaven VBW asfalt (2001/2; maart 2002)
7. Afstudeerproject R. Hartgers en P van der Linde (HTS Utrecht 2003)
8. Avenue-advies Breda
9. Steengoed infiltreren G J Lith en A Roorda (april 2005)
10. Gemeente Bergen Limburg
11. Klinkers Talma Borgh
12. Febestral Brussel
13. SBW gedenkboek (1941-2006)
14. Wegen naar Morgen (25 jaar NVW. 1962)
15. Elementverhardingen (Ir. LJM Houben TU Delft 1992)
16. Collegedictaat Materiaalkunde (Prof. Dr. Ir. JMJM Bijen TU Delft 1992)
17. Op Weg 4000 jaar Nederlandse Wegen (NVWB. 1987)
18. Beheerplan Wegen Gemeente Langedijk 2009-2013
19. Wegenbeleidsplan Enschede 2009-2013
20. Beheersplan Wegen Slochteren 2009-2013
21. Rationeel wegbeheer Breda (1986)
22. Onderhoud openbare wegen Breda (1989)
23. Visie op beheer Bredase Buitenruimte 2007-2010
24. Asfalt in wegen-en waterbouw (VBW asfalt 2000)
25. Wegenbouw (NVWB Ir. GMH Beijers 1982)
26. Grond-, water- en wegenbouwboek (SBW 1999)
27. Baksteenfabricage in Noord Brabant 19^e en 20^e eeuw (Dr. GB Janssen 1992)
28. De economische ontwikkeling van het bouwbedrijf in Nederland (Ir. JJ van der Wal 1940)
29. Kostprijberekeningen in de Wegenbouw (NVWB Drs. Ing. JHM Rovers 1983)
30. Regie in de ondergrond (RIONED 2004)
31. Het provinciaal wegenbeheer in Noord Brabant (Mr. Dr. BR de Roy van Zuidewijn 1915)
32. Handboek natuursteenbestrating (CROW 2006)
33. Verdichtingscontrole via handsonderingen (CROW-rapport 05-01)
34. Standaard RAW Bepalingen 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, aanvulling 2008 (CROW)
35. ASVV 2004 (CROW)
36. Bouwkundige en waterbouwkundige constructies (PW Scharroo 1919)
37. Wegenbouw (BJ Kerkhof 1920)
38. Straat en Straatmaker (J. Geldof 1937)
39. Weg en Verkeer (Prof. Ir. TH van Wisselingh; Ir. J Volmüller e.a. 1955?)
40. Wegen en Spoorwegen (Ir. WF Zieck; Ir. JA Postema 1955)
41. Straatbouw (HA Muus 1931)

³⁰ Deze volgorde is volgtijdelijk tot stand gekomen tijdens het redigeren van het boekwerk.



42. Bestrating (Dr. Ir. Thoenis; W. Drillenburger 1941)
43. Straatmaken delen 1,2 en 3 (SBW 1957, 1958, 1963)
44. Wegenbouw en Wegenonderhoud (Ir. WJ Hol 1939)
45. Arcadis Infrastructuur, Milieu, Gebouwen
46. Gemeente Amsterdam Technische eisen
47. Opzoekcentrum voor de Wegenbouw (O.C.W.) Brussel (B)
48. Straatwerk in Perspectief Wierden
49. GOC Veenendaal
50. Koac-NPC
51. Ophoogmaterialen en – materialen Delftcluster Publicatie code CT 03.10
52. Nieuwsbrief Bestratingsbedrijven van het Hoofdbedrijfschap Ambachten d.d. jan. 2010
53. Mechanisch aanbrengen elementen-verhardingen CROW publ. nrs. 282 en 324
54. Bijzondere verharding rondom en in gebouwen CROW publ. nr. 41
55. Straatwerk vergeleken CROW publ. nr. 78
56. Diverse studieboeken van SBW, Fundeon en SOMA
57. De handzame klapper "Uitleg Straatwerk" Fundeon (nr. 7558)
58. Boombescherming op Bouwlocaties Stadswerk
59. Duikerbuis
60. NPR 3218 en 3220
61. Kabels, leidingen en boomwortels (Ned. Ver. van hoofden van gem. beplantingen 1985)
62. Riolen van Beton (Ver. van producenten van betonleidingsystemen VPB 2003)
63. Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (VOTB)
64. Delftclusters Project CT 03.10 DOS
65. Deltaris
66. Wegenbeheer en onderhoudsbehoefte Economisch Instituut voor de Wegenbouw
67. Riolen van Beton VPB/TSTP
68. Standaard RAW Bepalingen 2000, 2005, 2010, 2015 en 2020
69. Diverse publicaties van: OBN, SEB, Bouwend Nederland, Kenniscentrum Bestratings (KCB) en De Geschillencommissie (DGC)
70. Diverse publicaties van de Arbeidsinspectie
71. KOMO, KIWA
72. BENOR
73. Martens
74. Struyk Verwo
75. Nering Bögel
76. Wavin
77. Aquafix
78. Dijka
79. Bleijko
80. RIONED, Centraal Beheer Achmea en OVO
81. de Belgische " Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen" (OCW A 80/09)
82. Van der Valk + de Groot
83. Van Camp Natuursteen
84. Prof. ir. FHLR Clemens
85. Ingenieursbureau Beheeraccent
86. Eco consult Groen, Milieu & Management
87. Kwaliteitscatalogus openbare ruimte CROW publ. nr. 323
88. "Navigator, koersen naar Kwaliteitsgestuurd beheer" van Stadswerk
89. Bomag Economizer Fayat Group
90. Bulletin "Cementgebonden funderingen" FEBELCEM – Federatie van de Belgische Cementnijverheid
91. Porodur® Lava en straatstenen

Met het samenstellen van mijn boekwerk i.c. dit Hoofdstuk 08 heb ik geen commerciële bedoelingen. Een ieder mag hiervan gebruik maken. Wat mij betreft is hiervoor geen toestemming nodig; uiteraard wel met in achtneming van de normale rechten die voortvloeien uit de wetgeving ten aanzien van het intellectuele eigendom. Het complete boekwerk is verkrijgbaar bij de Stichting Erkenning voor het Bestratingsbedrijf (SEB) te IJsselstein.

Het samenstellen van mijn boekwerk i.c. dit Hoofdstuk 08 is (al met al) een langdurend, gecompliceerd proces (geweest). De mogelijkheid bestaat dat ik bij de hiervoor bedoelde lijst met geraadpleegde literatuur, websites e.d. bepaalde bronnen of betrokkenen vergeten ben te vermelden. In die gevallen verzoek ik om mij hiervan in kennis te stellen zodat ik in de gelegenheid ben om aanpassingen te doen.

