



De vereniging
waar stratenmakers
specialisten zijn

Webinar

Kwaliteitsbepalingen Bestravingswerken (2.0)

door: **Hans HHM de Vaan c.i.**

Auditor, Arbiter, Rechtbankdeskundige, Docent

I: KWALITEIT: METEN IS WETEN, MAAR WEET

Wat is kwaliteit, wat is daar zo moeilijk aan

II: BESTRATINGSNORMEN

Welke soorten zijn er; wanneer worden ze toegepast

III: GEREEDSCHAP voor CONTROLES (AUDITS)

Welke gereedschappen en instrumenten zijn er zoal nodig

IV: 15-tal BEOORDELINGSCRITERIA BESTRATING

V: INFILTRERENDE BESTRATING

Verschillen met andere bestrating.



BASISKENNIS
AANWEZIG !

- ❖ **VLAK** ► plassen, botsen, schokken
- ❖ **EFFEN** ► veiligheid, struikelen
- ❖ **VOEGEN** ► naaldhakken, onkruid
- ❖ **MILIEU** ► lawaaioverlast, neerslag
- ❖ **MOOI** ► streling oog, vakwerk, beleving
- ❖ **LANGE LEVENSDUUR** ► weinig onderhoud
- ✓ **» OBJECTIEF = MEETBAAR NIET VEROORDEELBAAR !?**



WAT IS KWALITEIT ?



❖ **VERWACHTINGEN**

❖ **AFSPRAKEN**

❖ **MEET – en CONTROLEERBAAR**

❖ **DUS NODIG: NORMEN - EISEN**

❖ **PRIJZEN ??**

Goede afspraken maken goede vrienden

Burgerlijk Wetboek
Boek 7
Bijzondere overeenkomsten



1993: SEB

Ondernemersvereniging
Bestratingen Nederland

SEB
STICHTING ERKENNING
VOOR HET BESTAATSBEDRIJF



2000: RAW

2014: BRL 9334

VMS
Vereniging
Modern
Straatwerk

KOMO
Gecertificeerd
door SKG-IKOB



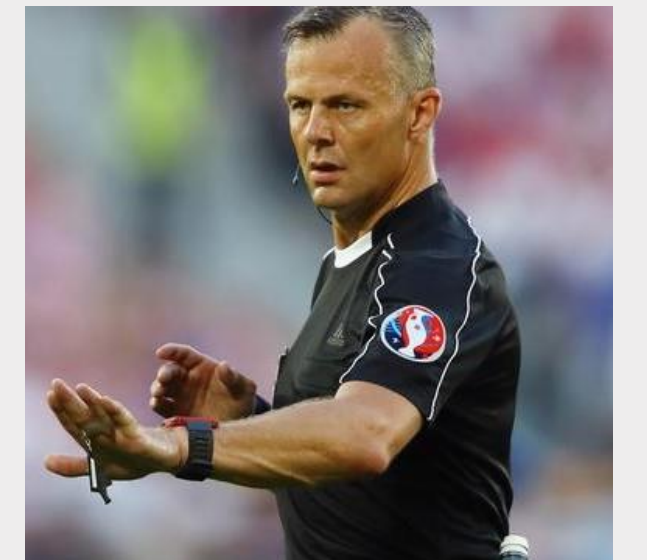


2 SOORTEN BESTRATINGSNORMEN

■ **NIEUWWERK: oplevering + redelijke termijn na aanleg**
OBN/SEB, CROW/RAW, VMS/BRL 9334 ► B.W. » OBN/Webinar

■ **BESTAAND WERK: CROW Wegbeheer-systematiek voor:**
onderhoudprogramma's & regeling W.A.

» VERGELIJKBAAR: SPELREGELS ► ARBITRAIR



v.b. AUTOBAND: 'NIEUW'- EIS 8 MM; 'GEBRUIKT'- EIS: MIN. 1,6 MM

15 – tal LANDELIJKE BEOORDELINGSCRITERIA

1: fundering;

2: dwarsprofiel;

3: hoogteligging;

4: effenheid;

5: vlakheid;

6: haaksheid;

7: klik;

8: paswerk;

9: voegen;

10: plaatsing;

11: verband;

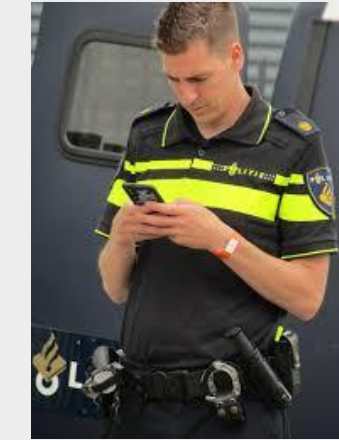
12: goten;

13: kolken;

14: plasvorming;

15: materialen.

1. **WEET** wat je **MEET**



2: **MET DE JUISTE MAAT** » N; m, mm » m/s

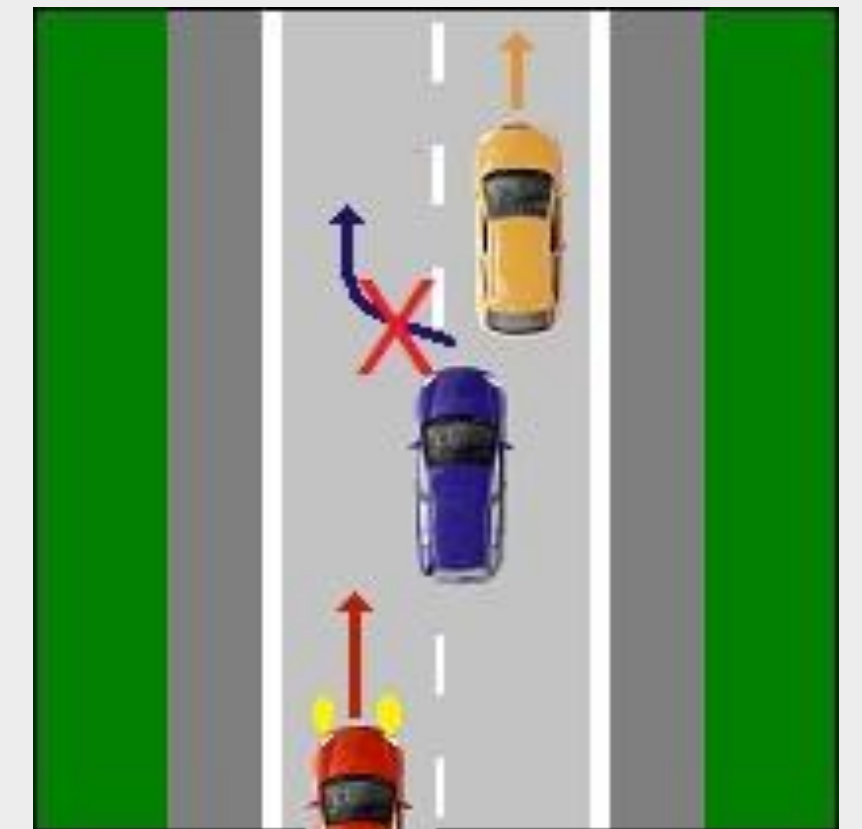
3: **VERGISSEN = MISSEN** » bij ons: cm's i.p.v. mm's



4: **PROFESSIONEEL GISSEN = juist INSCHATTEN**

5: **VISUEEL ► INSCHATTEN** » **DETAILS ► BEPALEN**

6: **REGEN of PLASVORMING ► ~~CONTROLES~~**



MEET GEREEDSCHAP voor CONTROLES



- Metalen rei/waterpas: lengte 3 m of 1,20 m;
- Metalen meetstaafjes \varnothing 's: 3 en 5 en 20 mm;

- Metalen liniaal: 2 zijdig lengte 300 mm;
- Duimstok resp. rolmaat: meetlengte 1 m resp. 8 m;



- Meetwig

- Getrapt meetplankje met meethoogten

- Drie draadpennen en

- metselkoord (lengte 10 m); **schietlood**

- Handsondeerapparaat (met conus opp. 1 cm² en drukstaaf 500 mm);



- Stenentrekker;
- Drie (mini) zichtjes;
- (Mini) laser of waterpasinstrument;

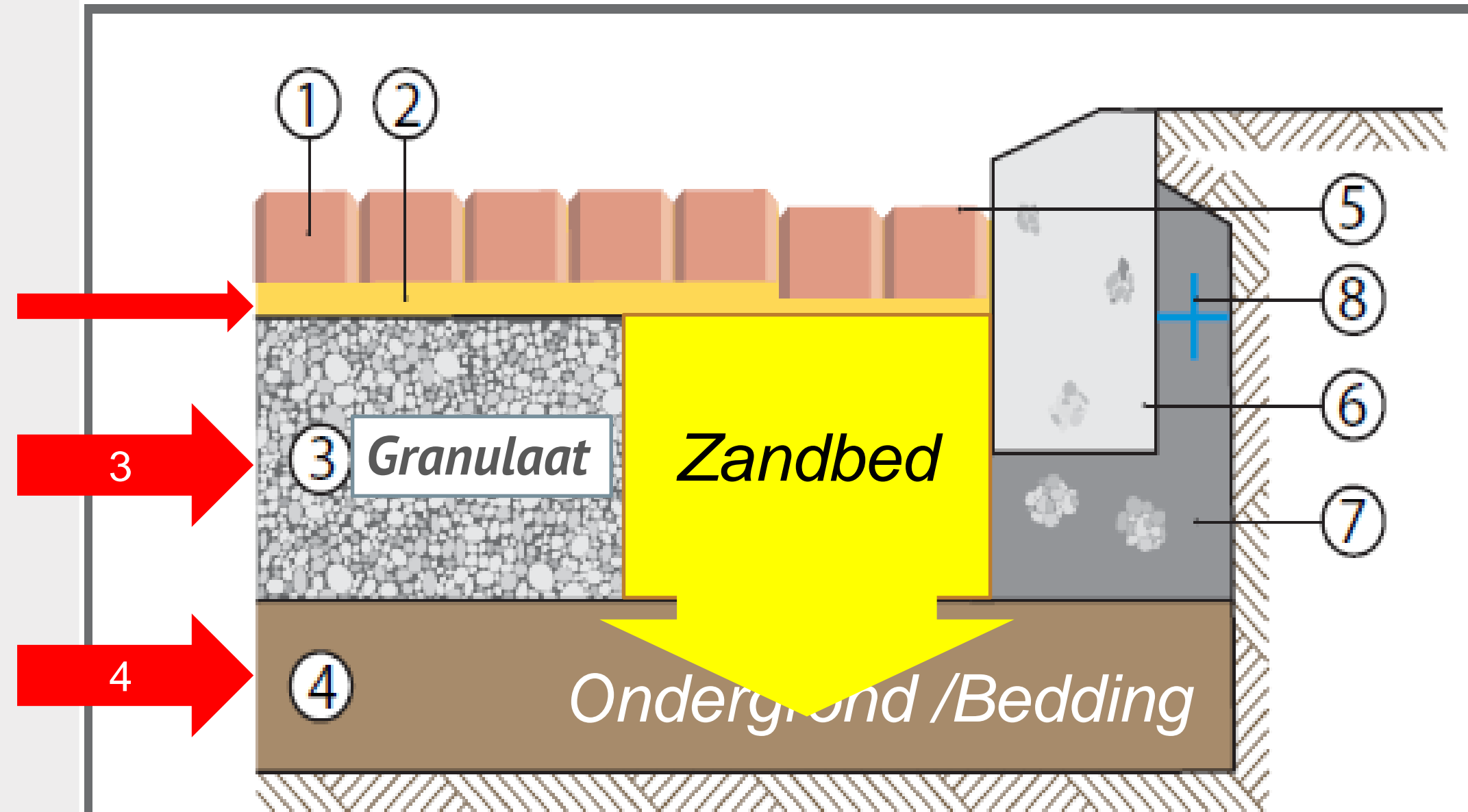
- Schrijfspullen: papier, potlood en vetkrijt;

- Veiligheidsvestje en -schoenen;

- Fototoestel.



CRITERIUM 1: FUNDERING



- 1 Straatstenen
- 2 Straatlaag
- 3 Fundering
- 4 Ondergrond / Bedding

- **2: STRAATLAAG: dikte 5 – 6 cm**
bij granulaat: gem. 5 cm. ook niet te dun (4 cm !) kwaliteit en spreiding dikte luistert nauw
- **3a: ZANDBED KWALITEIT !**
grondwaterniveau; minimale dikte 40 cm; verdichting laagsgewijs; resultaten verdichting geregistreerd
- **3b: GRANULAAT ► aparte DIA**
minimale dikte 20 cm » uit berekening; kwaliteit en spreiding dikte; resultaten verdichting geregistreerd

Standaard RAW Bepalingen

1: MENGPUINGGRANULAAT: gradatie: 0/31,5

- ✓ Mengverhouding: > 50% grind-/ steenslagbeton
- ✓ $CBR_0 > 50 \%$; $CBR_{28} > 62,5 \%$

2: VERDICHTING: Proctorproef of Nucleaire meth.

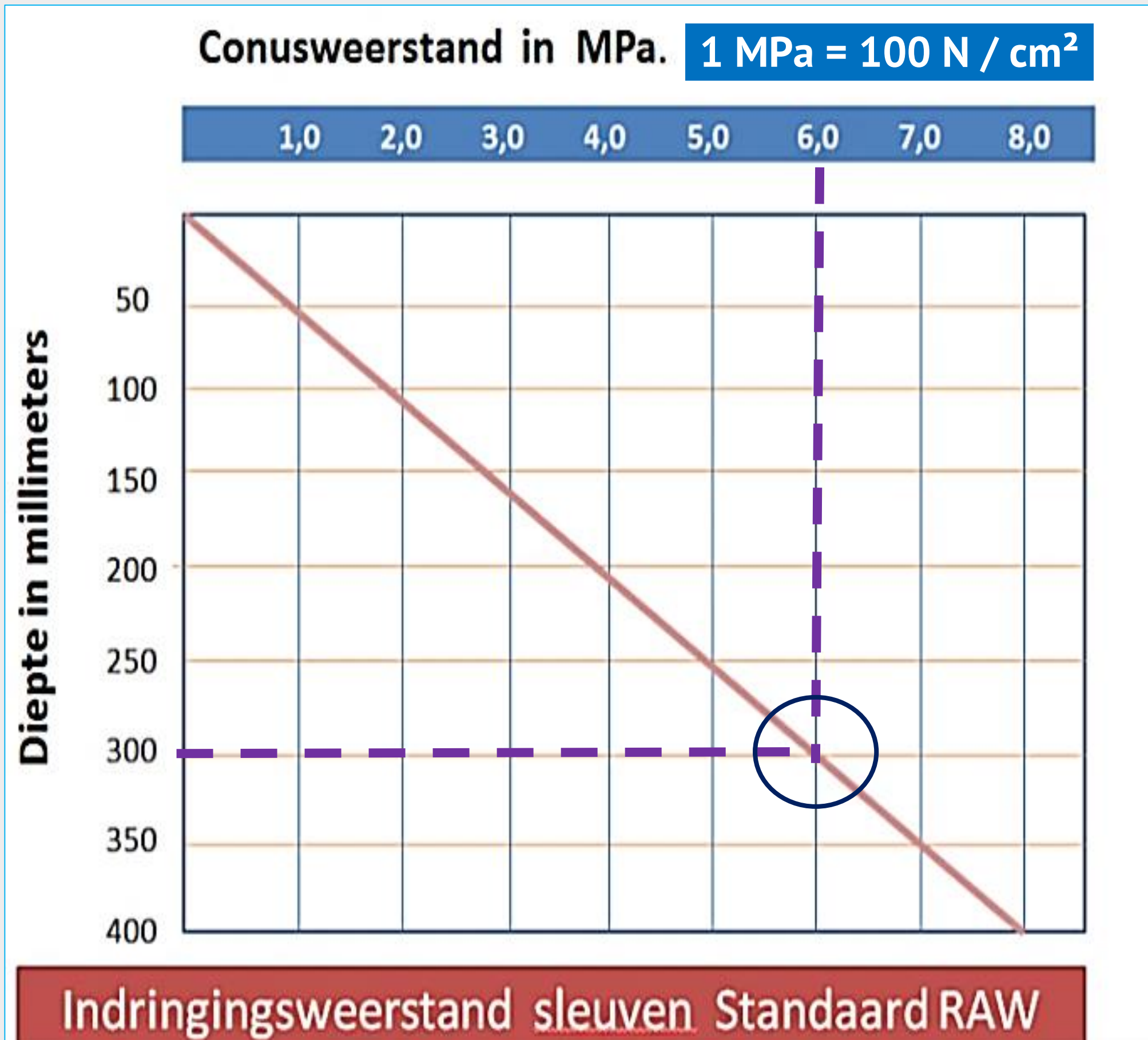
Per monster: min. 97 % en gem. 101 % m.p.d

3: VLAKHEID: max. 1,5 cm onder rei 3 m.

◀ Max. spreiding dikte Straatlaag 0,5 cm ▶

Formulieren
+
Registratie

VERDICHTING ZANDBEDDING + BODEM



- **CONTROLE: HANDSONDEER:**
diepte max. 30 cm: min. 6 MPa
 ■ manometer: 600 N = ca. 60kg.
 ■ met kleinste conus (ø 1,1 cm = opp. 1 cm²) ► verloop = gradiënt is belangrijk » 45° » **registreren**
- **RAW: PROCTOR/ NUCLEAIR:**
 gemiddelde verdichting van min. 98 % dan wel 100 % mpd afhankelijk diepte beneden oppervlak van het straatwerk

RAW: Sleuven: per 5 cm 1 MPa



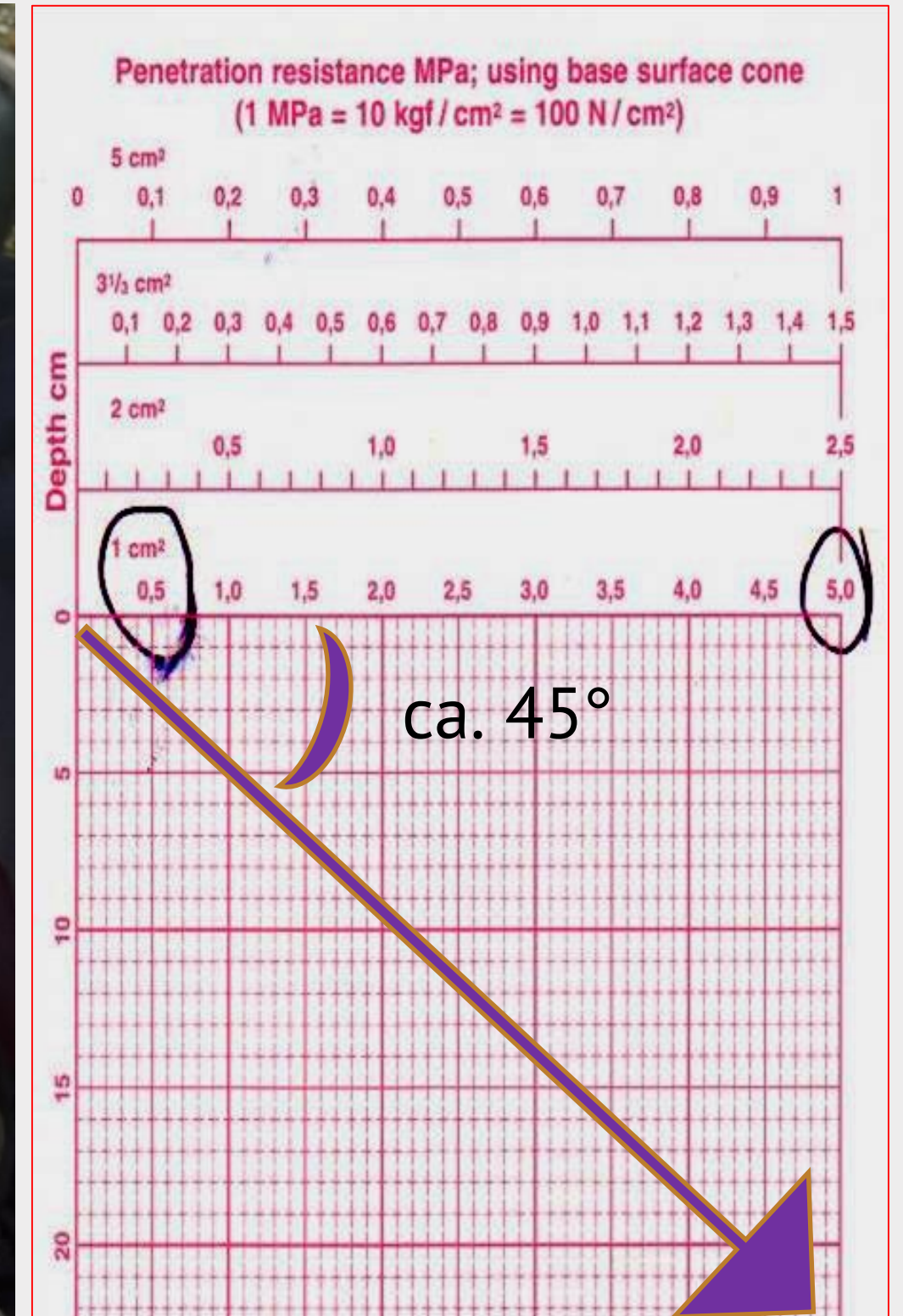
HANDSONDEERAPPARAAT of PENETROGRAAF



Eenvoudig
en
handzaam



Vereist
enige
oefening

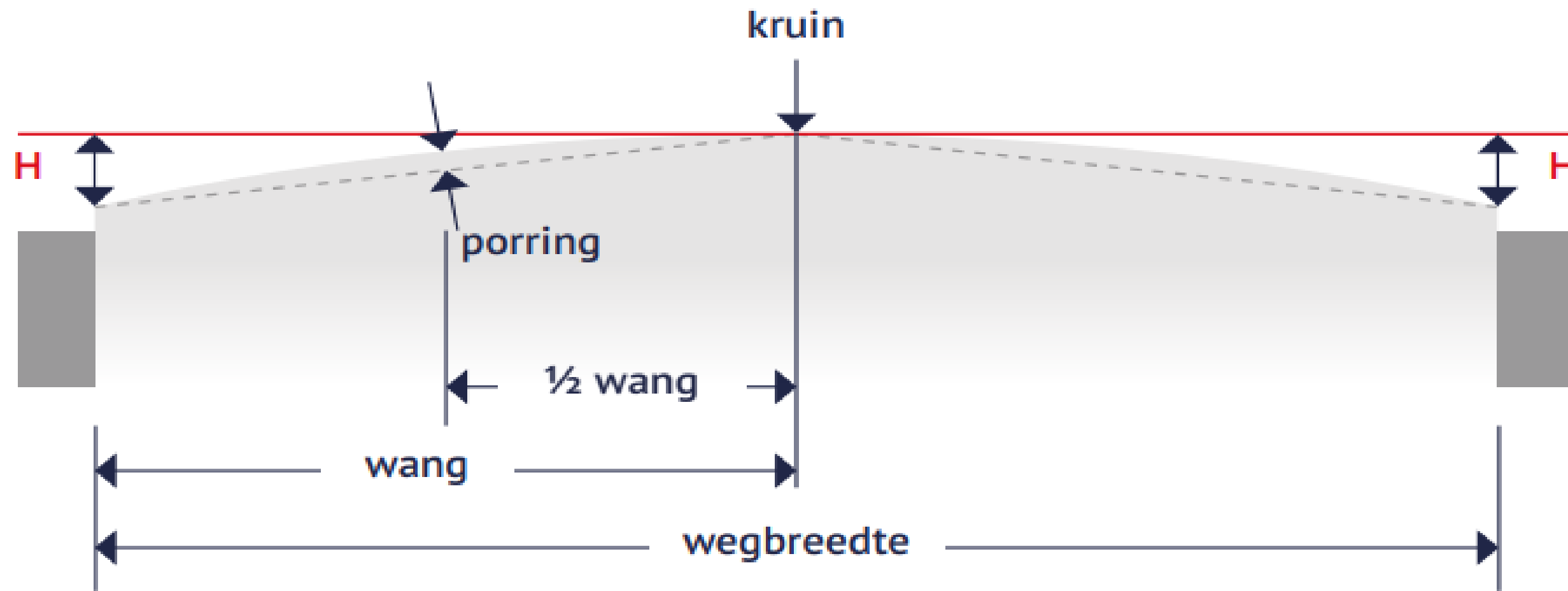


kleinste conus » 600 N ≲ 30 cm

REGISTRATIE / GRADIËNT



CRITERIUM 2: DWARSPOFIELEN RIJBANEN



TONROND: $S = \frac{1}{4} H$
SOMS: KEIEN

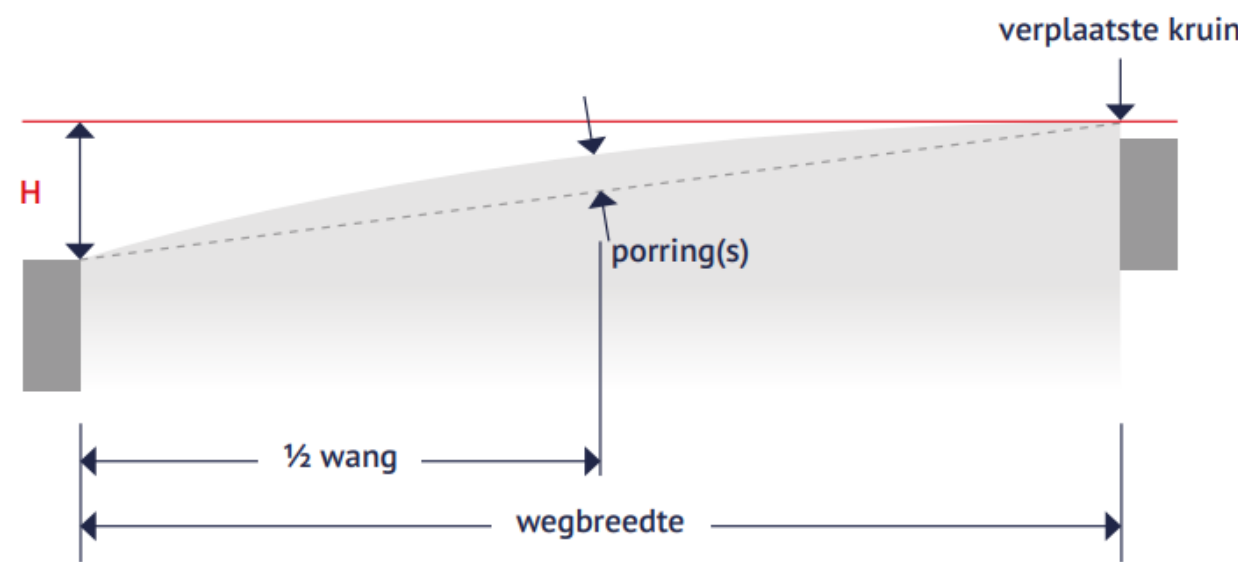
GEWIJZIGD TONROND:
Cirkelboog

Poring: $S = \frac{1}{8} H$ voor

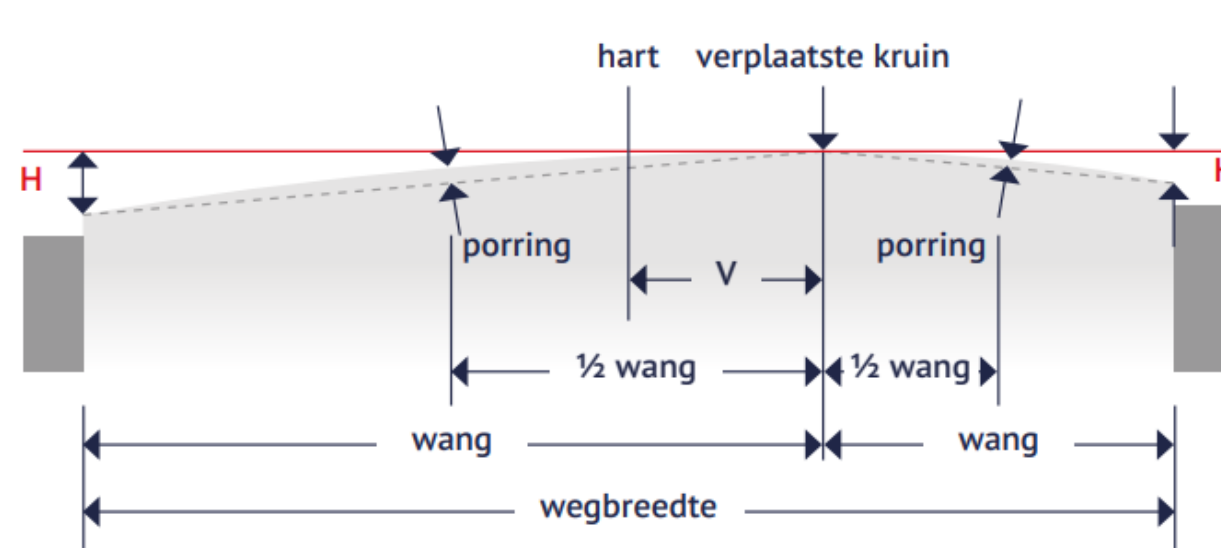
- Normale rijbanen +
- Paden 2 Zijdige afwater.

CONTROLE

Profielwaterpassing WANG
Rei; Draad » $S = 1 - 1\frac{1}{2} \text{ cm}$
(mini) Zichtjes; 3 Stenen.



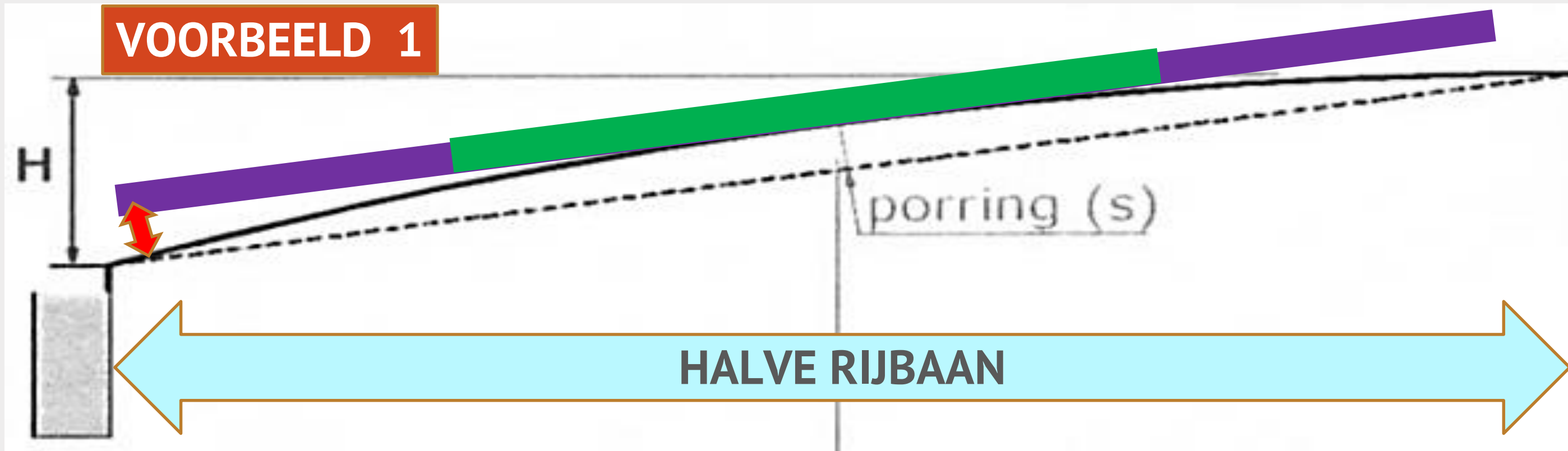
Eenzijdig schot of op één oor



$$v = \frac{\text{Hoogteverschil} = H1 - H2}{2 \times \text{dwarsafschot}}$$

CONTROLE PORRING DWARSPROFIELEN

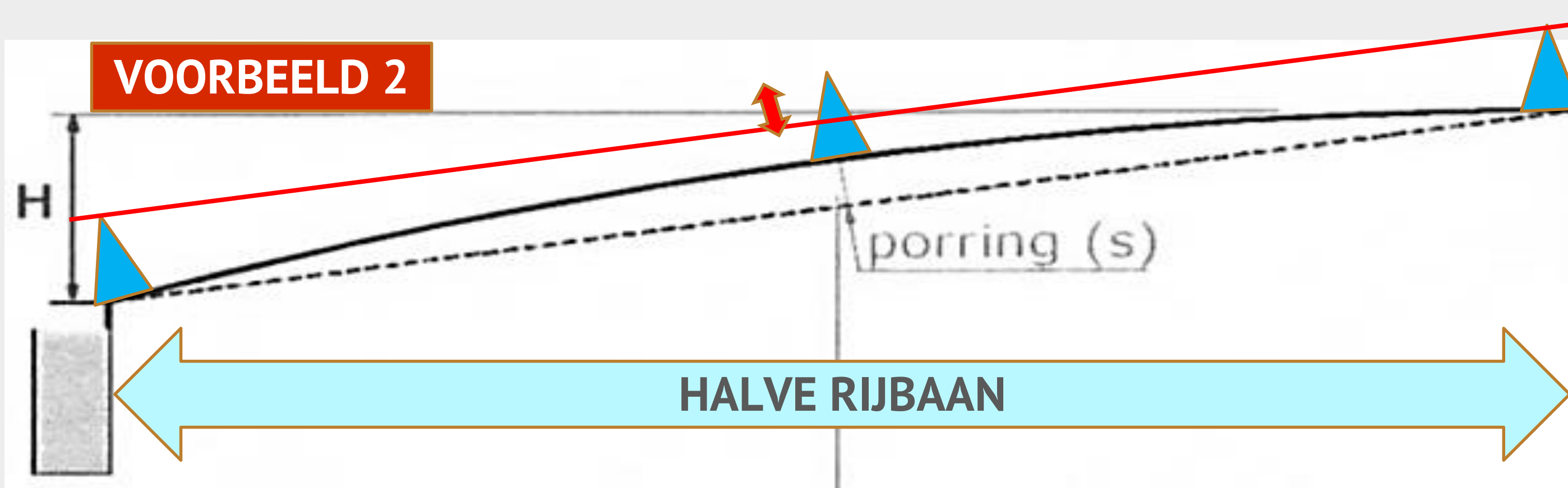
VOORBEELD 1



Controle Porring: S
2 × ½ rijbaan

1. EEN REI
Lengte 3 of
1,20m (SEB)

VOORBEELD 2



2. 3 STENEN +
metselkoord /
zichtlijn
Of 3 (MINI)
ZICHTJES

DOORZICHTEN MINI ZICHTJES



Middelste met markering



GEWIJZIGD TONROND ??

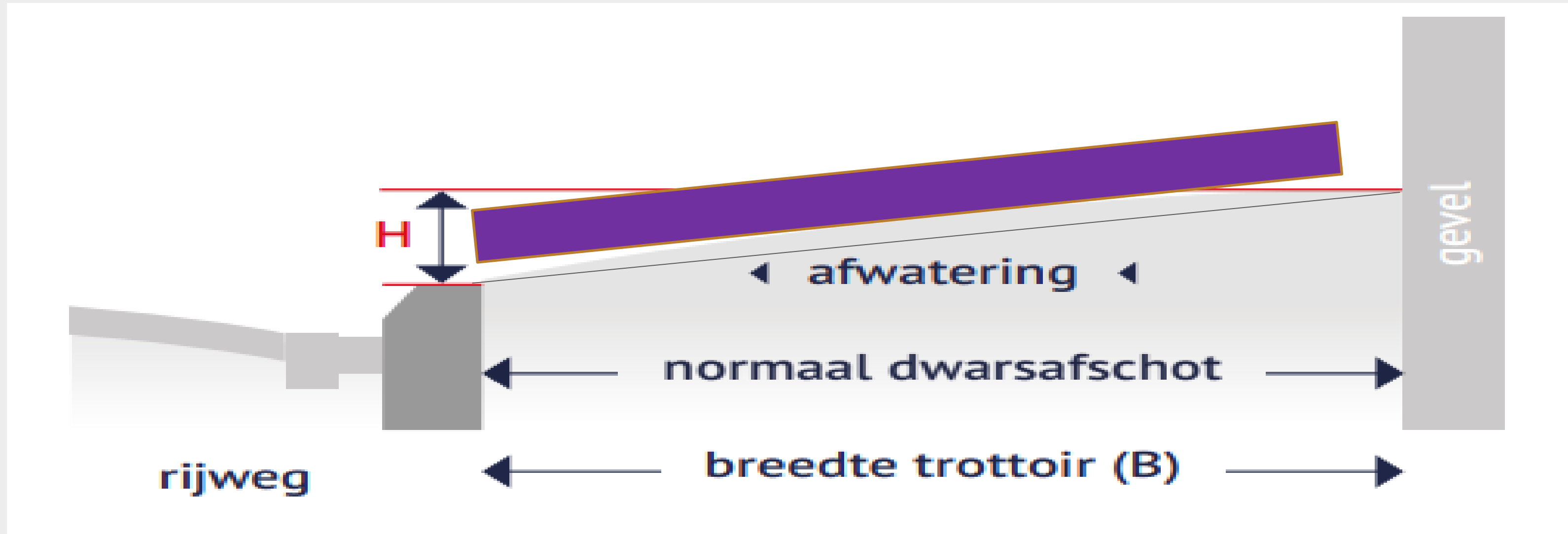


'Negatieve' porring S in wang



Spoorvorming in kruin + zijkanten

DWARSPROFIELEN: TROTTOIRS



- **Poring : $1 / 16 H$; S minimaal: 0,5 cm » Trottoirbreedte < 4 m**
- **PADEN met 2 - Zijdige afwatering : $S = 1 / 8 H$**
- **GÉÉN WATER TEGEN GEVEL » CONTROLE Poring REI » let op Klik !!**

- **STRAATSTENEN 2 tot 4 cm/m (2 – 4%)**
- **NORMALE BETONTEGELS 2 cm/m (2%) ► PLEINEN 1 – 1½ cm/m**
- **GOOTLAGEN min. ½ cm/m (0,5%).**
- (aan bovenzijde) **GEZAAGDE NATUURSTEENTEGELS 2 cm/m (2%)**
- **RUW GEKLIEFDE NATUURSTEEN 3 tot 5 cm/m (3 – 5%);**
- **NATUURSTEEN in RIJBANEN min. 3,5 cm/m (3,5%) en OVERIG min. 3 cm/m (3%)**
- ❖ **Voor natuursteen: toegestane afwijking 0,4%**
- ❖ **CONTROLE: REI met WATERPAS + MEETPLANKJE**



CONTROLE DWARSAFSCHOT

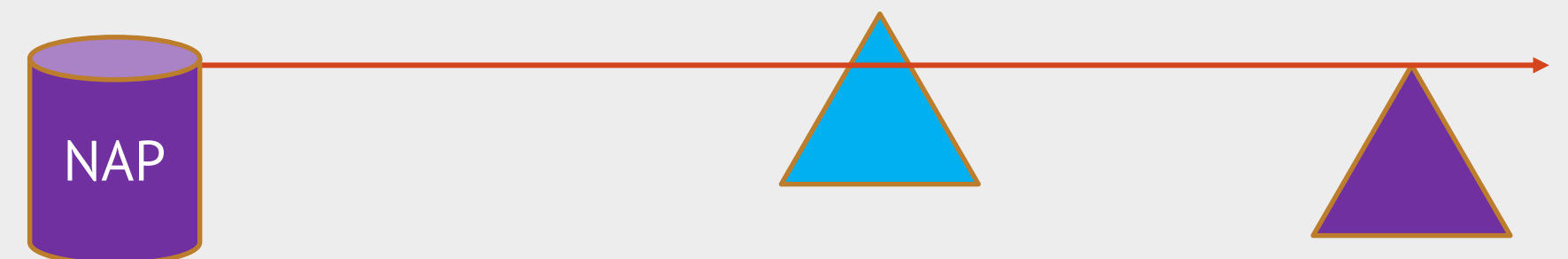


- ✓ Afshot constant: kruin - wang
- ✓ afshot varieert: wang - goot



- bij STADSSTRATEN variabel zicht banden**
- Schei (breekpunt): zicht 8 cm
 - Kolk: zicht 12 – 14 cm.

- **AFWIJKING**
HOOGTELIJGGING t.o.v. op tekeningen
voorgeschreven **LANGS - DWARS**profiel:
max. 1 cm.
- **CONTROLE: PROFIELWATERPASSING;**
soms: (mini) zichtjes of metselkoord



CRITERIUM 4 : EFFENHEID

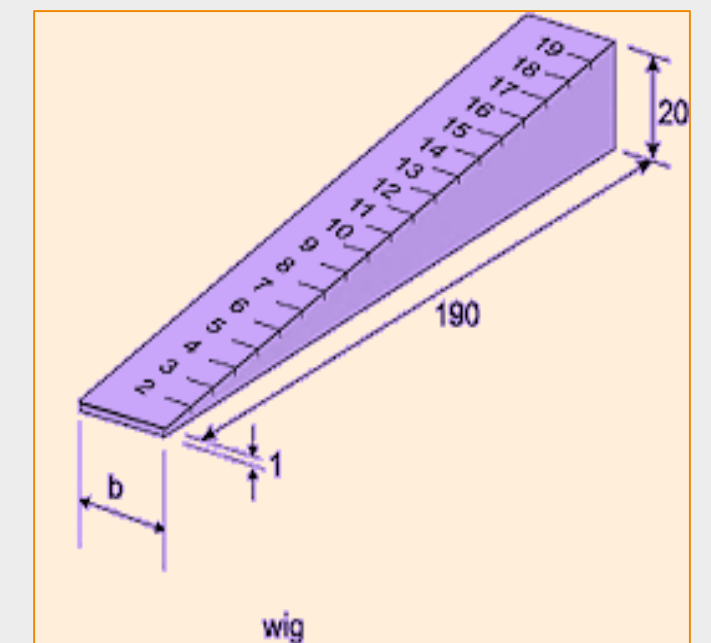
- De afwijking in hoogteligging tussen onderling aaneensluitende gelijksoortige elementen: stenen, keien, tegels en banden max. 2 mm
 - ▶ geldt ook voor sleuven
 - ▶ voor 'klik' bij bepaalde strek- / of gootlagen » »
- Natuursteen met een ruwere oppervlakte, zoals natuursteen keien max. 5 mm.
- **CONTROLE:** platte kant duimstok of meetstaafje (3 of 5 mm)



(ON) EFFENHEID



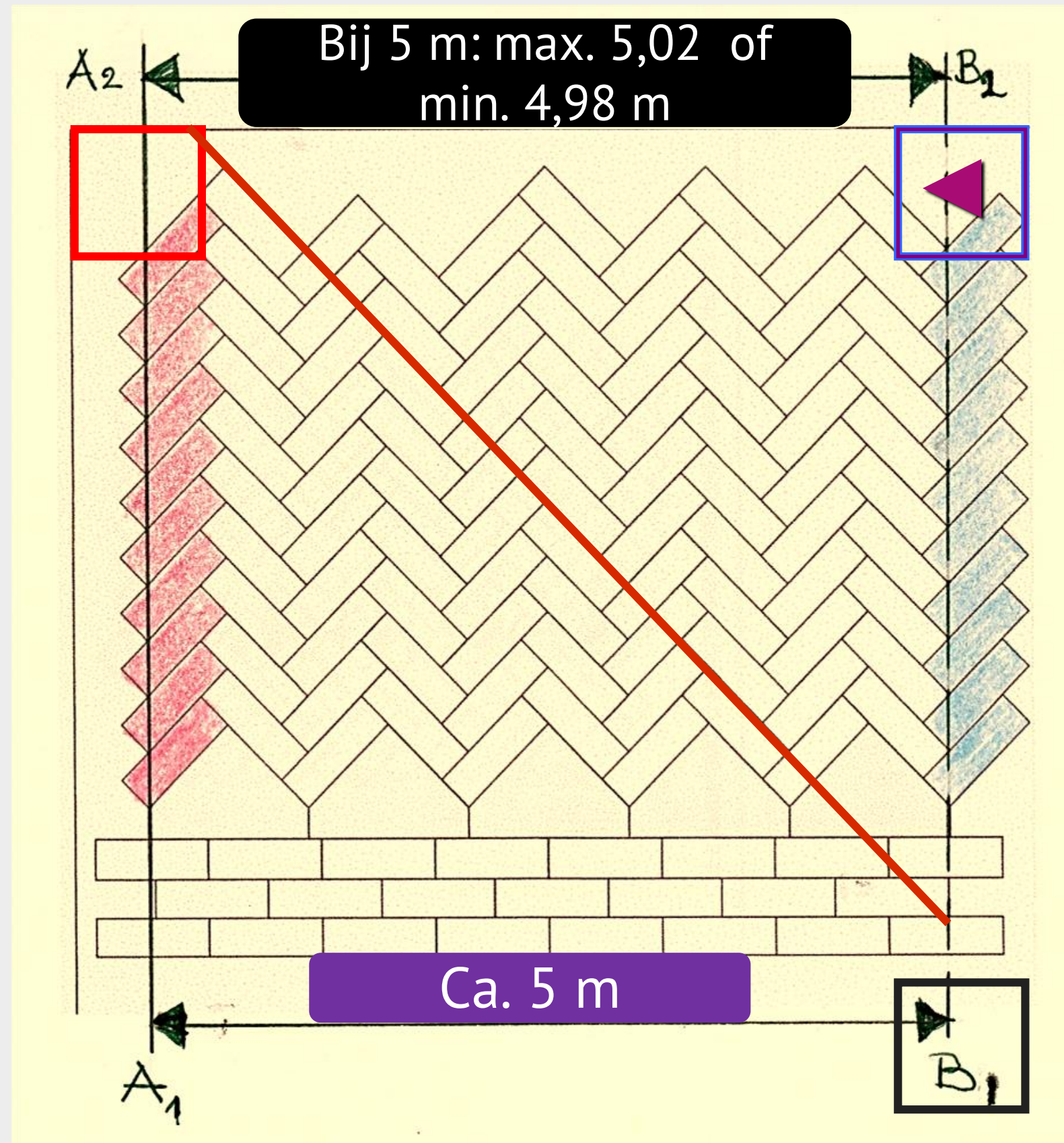
- **VLAKHEID in LENGTERICHTING EVENWIJDIG a/d AS** van de bestrating en van de kantopsluiting gemeten onder een rei van 3 M ten HOOGSTE 5 mm
- Bij natuursteentegels en kleinplaveisel max. 1 cm
- Bij groot formaat natuursteen plaveisel en overige natuursteen max. 2 cm zijn.
- **CONTROLLEREN** met REI van 3,00 m evenwijdig // AS; Bij de SEB: reilengte 1,20 m ► vooraf afspreken
- **CONTROLE:** met meetstaafjes, meetspie, meetplankje



(ON) VLAKHEDEN



Voor bepaalde situaties ook in andere richtingen dan // aan de as



OVER LENGTE 5 M: max + /- 2 cm.

➤ **CONTROLE:**

1. Richt in A1 **LOODLIJN** op » A2;
 2. Meet van uit A1 ca. 5,00 m » B1;
 3. Zoek in B1 naar vergelijkbare laag;
 4. Projecteer laagrichting overzijde » B2;
 5. MEET: A2 » B2; **Norm: + of - 2 cm**
 6. V.B: 5 m ► max. 5,02 m of 4,98 m
- **Geldt ook voor de diagonale lagen**

- **Bij (VERLAAGDE) KANTOPSLUITINGEN** aansluitende verharding » 1 - 2 cm hoger
 - **Bij (GEMETSELDE) RANDEN, PUTDEKSELS, STRAATPOTTEN** aansluitende verharding » gelijk met of max. 0,5 cm hoger
 - **Langs de ZIJKANT** aansluitende straatwerk » gelijk met of max. 1 cm hoger dan kolkdeksels, kolkinlaten, (mol)goten of andere langs de zijkant van het straatwerk opgenomen elementen ► loop - / fietsroutes **(ON)EFFENHEID 2 MM**
 - **Bij DEUREN van gebouwen** bovenkant van het straatwerk minimaal 3 cm onder de bovenkant van de dorpel » wateroverlast
- **CONTROLE:** met duimstok (platte kant) of meetplankje



GEVAARLIJKE KLIK



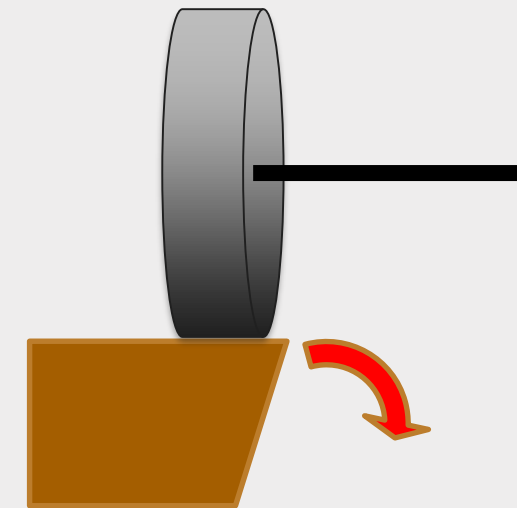
Bij verlaagde band > 2 cm



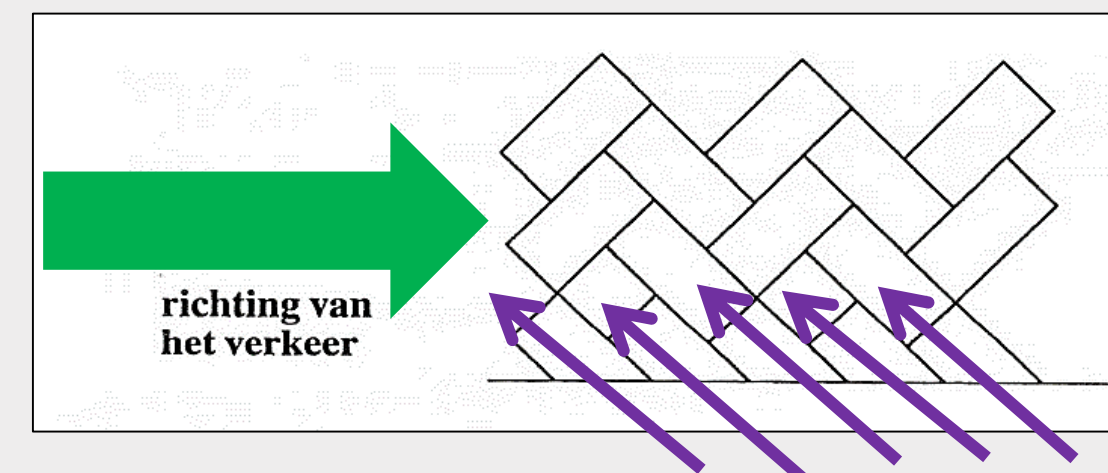
In rijbaan op fietsroute

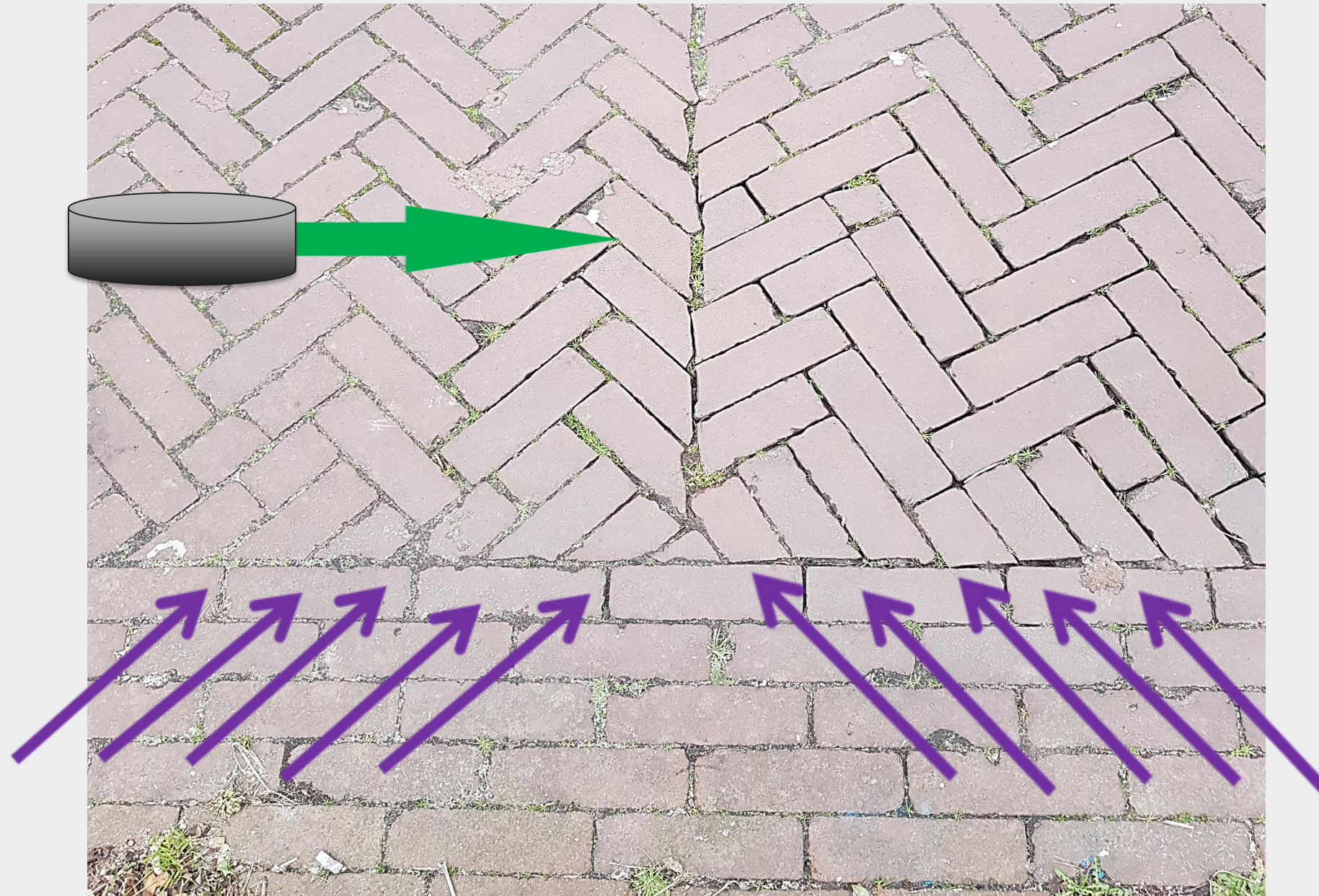
CRITERIUM 8: PASWERK 1

- **Goed (aan)sluitend** = passend » 2 – 3 mm
- **Geen koppes** (vaak als ½ stenen misbruikt)
- **Niet kleiner dan een ½ element**
- **Netjes, haaks en recht afgehakt**
- **Passend in het verband**
- **Niet scherper dan 45°** ► bochten
- **In een enkele rij niet meer dan 2 passtukken**

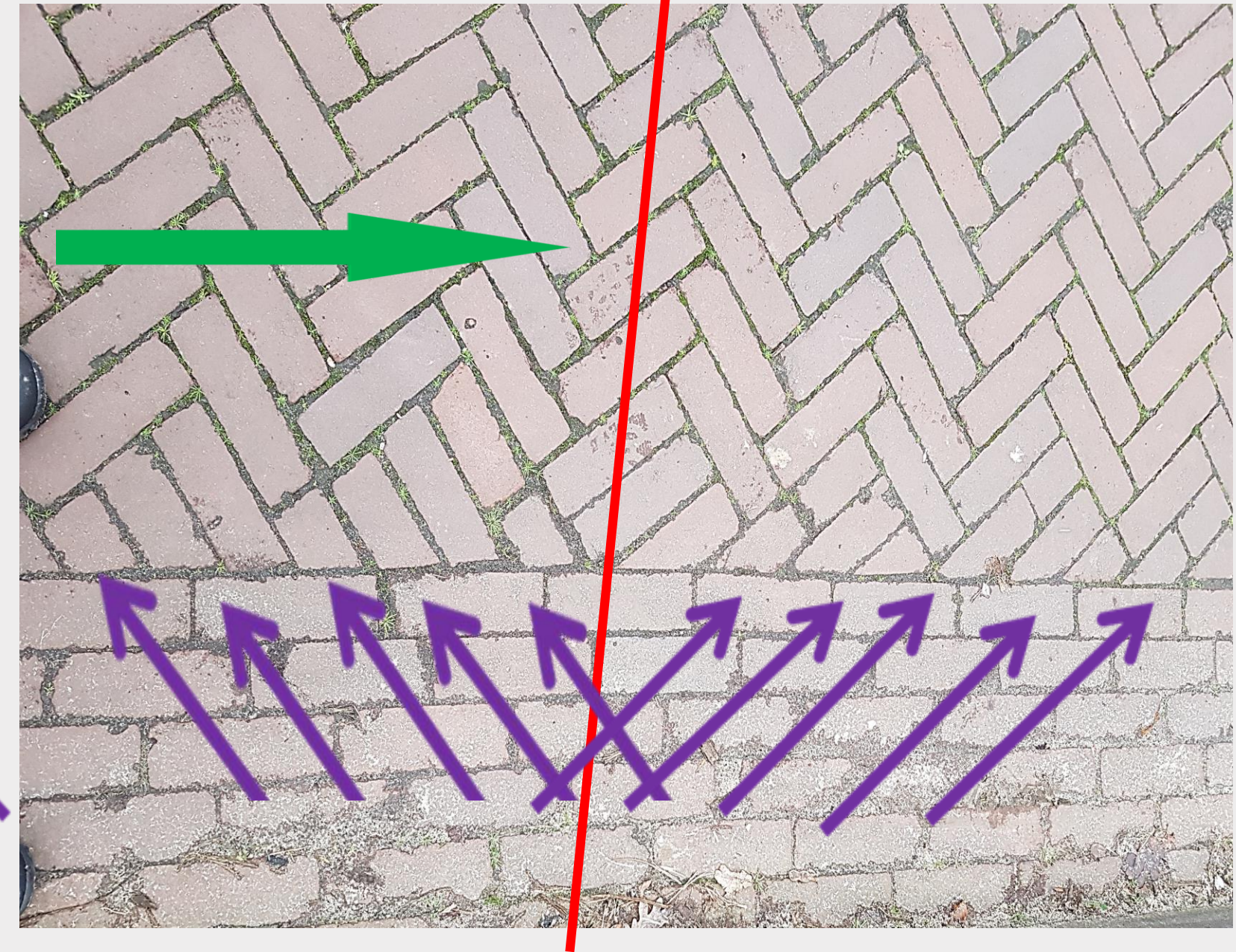


- Bij KANT- / TROTTOIRBANDEN lengte passtukken ten minste 0,50 meter
- Bij halfsteensverband gehakte kant van goot/kantopsluiting af geplaatst
- Bij GEVELS gehakte kant tégen de gevel
- **KEPERVERBAND TÉGEN DE RIJRICHTING**
verkeer in, zie fig. 83.1.3 RAW
- Zie ter vergelijking heipaal



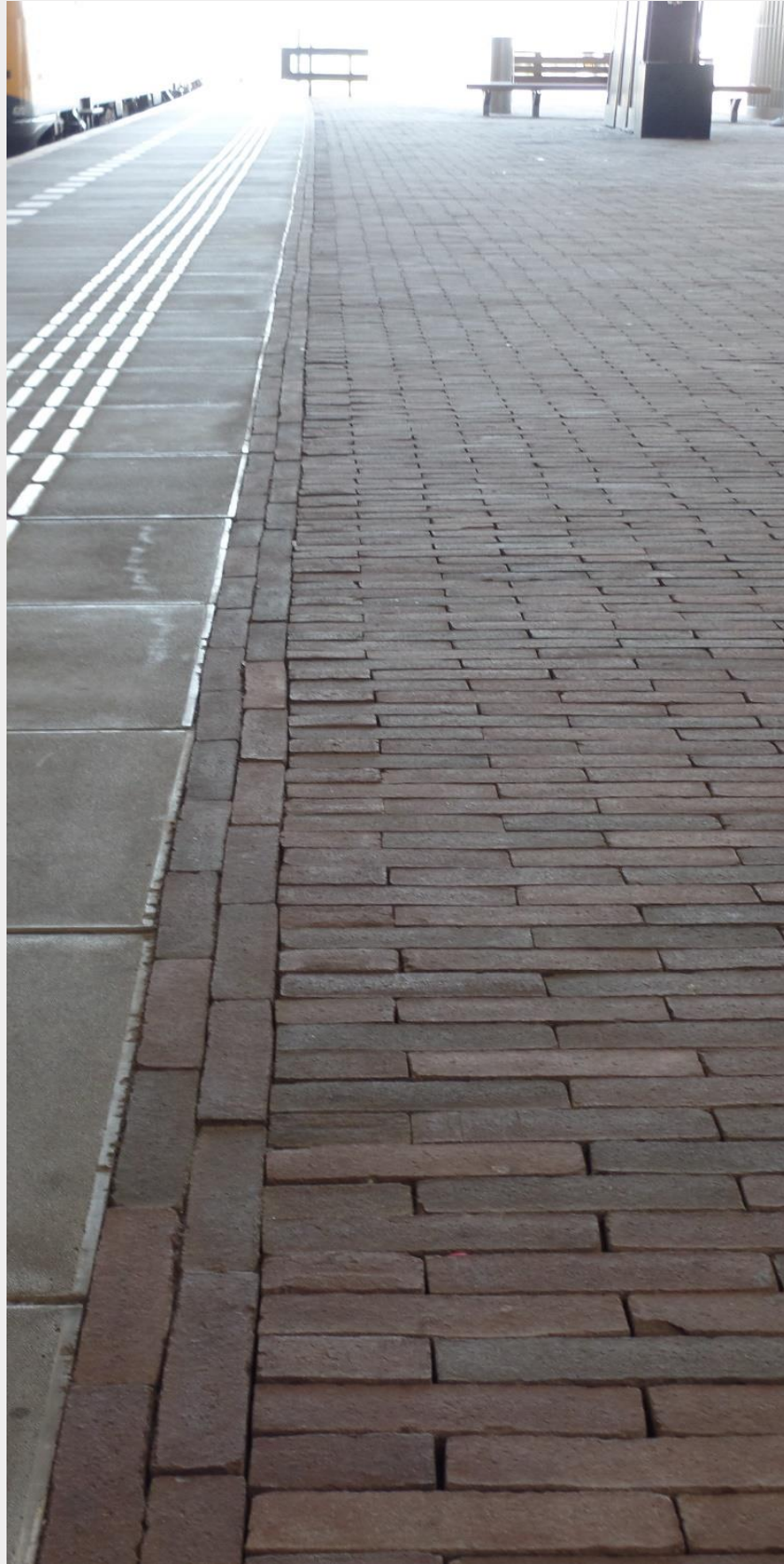


Met haknaad



Zonder haknaad

SLORDIGE PASSTUKKEN



- te kleine stukken + beschadigingen hamer
- bisschopsmutsen: textuur verschillen + kleine stukken
- halve stenen op kop: tekent + kleur- / draagkracht verschillen

VOEGWIJDTE twee aaneensluitende elementen NIET MEER DAN:

- TWEE BANDEN 5 mm ► **natuursteen banden » »**
- BETONTEGELS 2 mm**
- BETONSTENEN 3 mm; ingeval van HERSTRATEN 5 mm**
- GEBAKKEN MATERIALEN 8 mm; ingeval van HERSTRATEN 1 cm**
- Bij GEVELS, AFSCHIEDINGEN, VERKEERSPALEN, STRAATMEUBILAIR:
max. 1 cm. ► FEXIBELE VOEGVULLING**

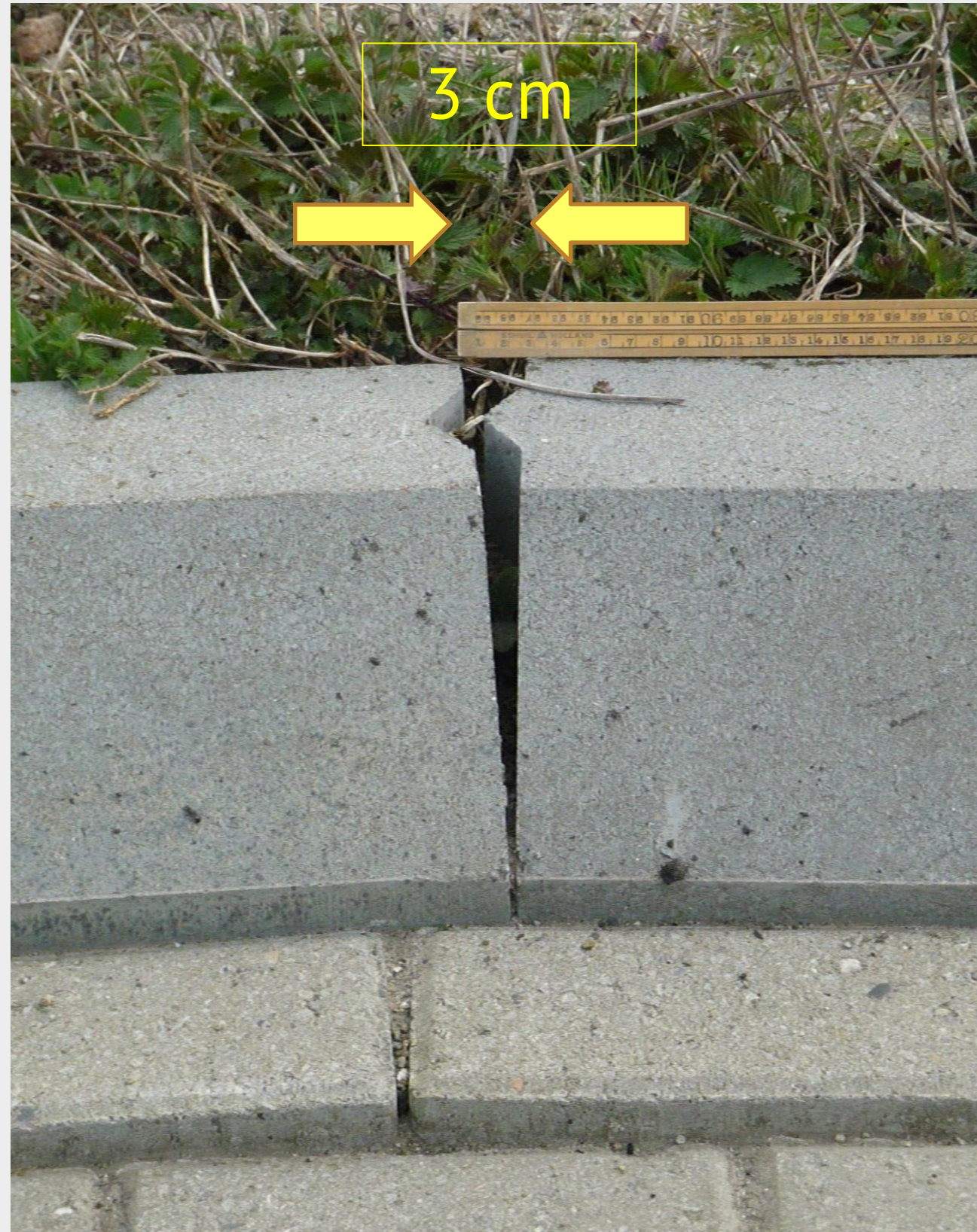
- Als voor **BEPAALDE PROJECTEN** een **MINIMALE VOEGWIJDTE** (b.v. 3 mm) **AFSTANDHOUDERS** of **TAPSE STENEN**
- **CONTROLE:** MET LINEAAL, DUIMSTOK, MEETSTAAFJES 3 en 5 mm »

geen
mm - werk

NATUURSTEEN » BREDERE VOEGEN

- ❑ **TWEE BANDEN:** min. 5 mm en max. 1 cm (**BETON:** max. 5 mm)
- ❑ **ONGEBONDEN VOEGEN:** gezaagde tegels 8 mm; gekliefde tegels 1 cm
- ❑ **VEEGVASTE VOEGEN:** min. 8 mm en max. 1,2 cm
- ❑ **ONGEBONDEN GRANULAIR VOEGEN:** kei dikte < 6 cm ► ≤ 6 mm
kei dikte 6 – 12 cm ► $\leq 1,0$ cm
kei dikte > 12 cm ► $\leq 1,5$ cm
- ❑ **GIET- OF MORTELVOEGEN:** gezaagde keien 8 mm – 1,0 cm
nieuwe gekliefd 1,0 – 1,2 cm ; gebruikte gekliefd 1,5 – 2,0 cm
- ❑ **Vullinghoogte/-diepte:** min. 3 cm
- ❑ **GEBONDEN VOEGVULLING:** Afstandhouders 1 cm onder oppervlak

VOEGWIJDTE



Zo kan je de bocht niet door !

CRITERIUM 10: PLAATSING

- **Zodanig aangebracht dat stenen of tegels met de voet niet bewogen kunnen worden ► vóórdat de voegen gevuld zijn en het werk is afgetrild**
- **Banden in RECHTE lijn; gebogen banden in VLOEIENDE lijn**
- **Sorteren kleur, vorm, afmetingen; geen beschadigde elementen**
- **Geen stenen, tegels, keien, banden: KOP, ONDERSTEBOVEN OF ZIJKANT**
- **Bij bogen: trottoirband - in het midden van de boog - 1 cm hoger dan bij beide tangentialpunten**
- **CONTROLE: Vooral VISUEEL. MET VOET 'dracht' controleren**





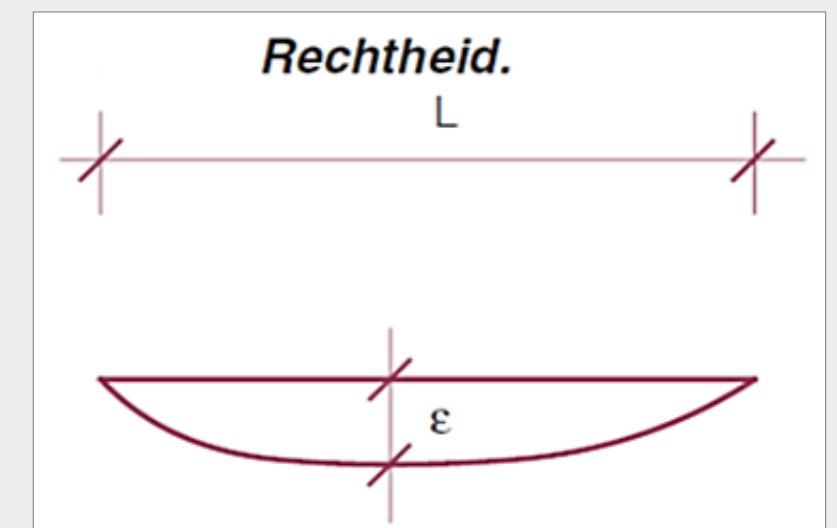
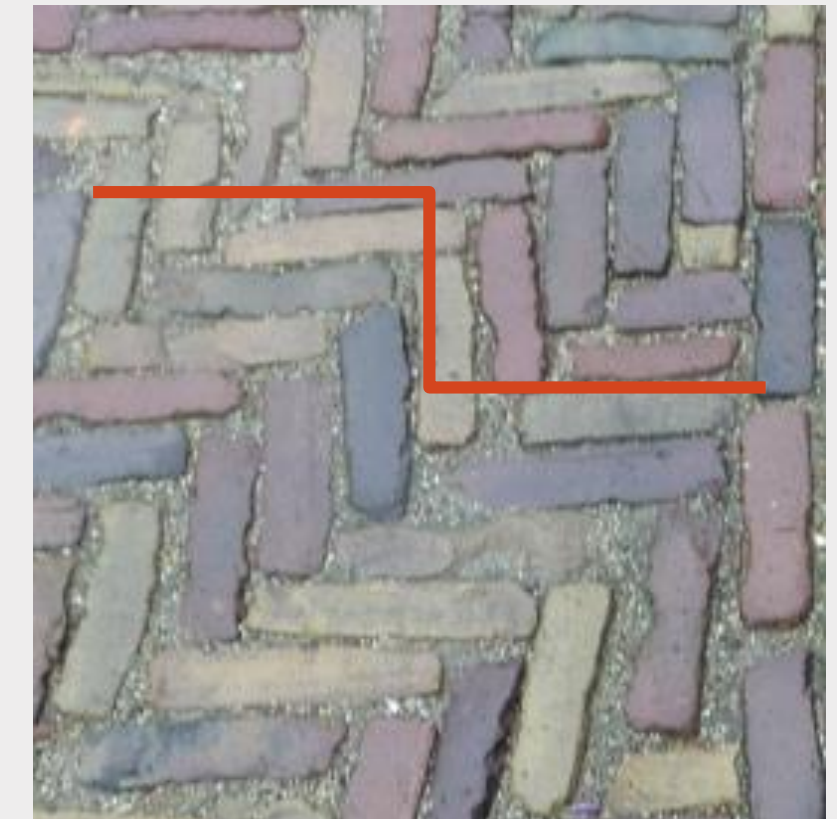
SLECHTE SORTERING / PLAATSING



CRITERIUM 11: VERBAND & RECHTHEID

- **KEPER – ELLEBOOG:** elementen zuiver haaks t.o.v. elkaar
- **HALFSTEENS & DIAGONAAL:** ½ steen verspringend
- In bogen, goot - / kantlagen » min. ¼ steen verspringend
- **KEIEN:** halfsteens » altijd min ¼ steen verspringend
- **KEIEN:** in één laag keien max. 1 cm afwijkend
- **KLEINPLAVEISEL:** segment, waaier, schelpen, schubben
- **Putafdekking , kolkdeksel: volle krans met streklaag**
- **CONTROLE: RECHTHEID** banden / voegen / lagen »
o / h Oog; Metselkoord: $\epsilon = 1,5\sqrt{L}$ » ϵ in mm's en L in m's

Lagen /
diagonalen
recht en
in één lijn



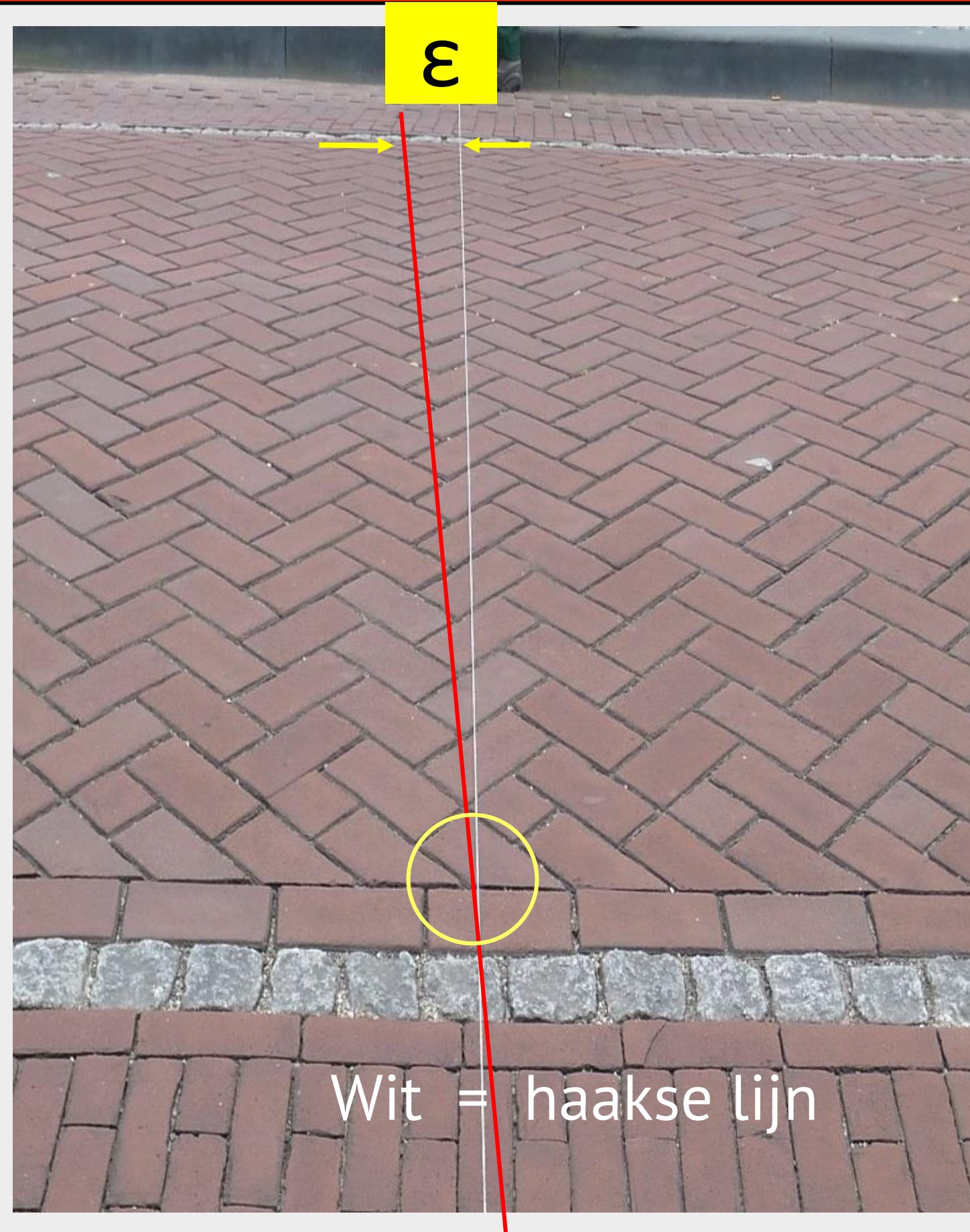


HALF STEENSVERBAND ? – RECHTE LAGEN



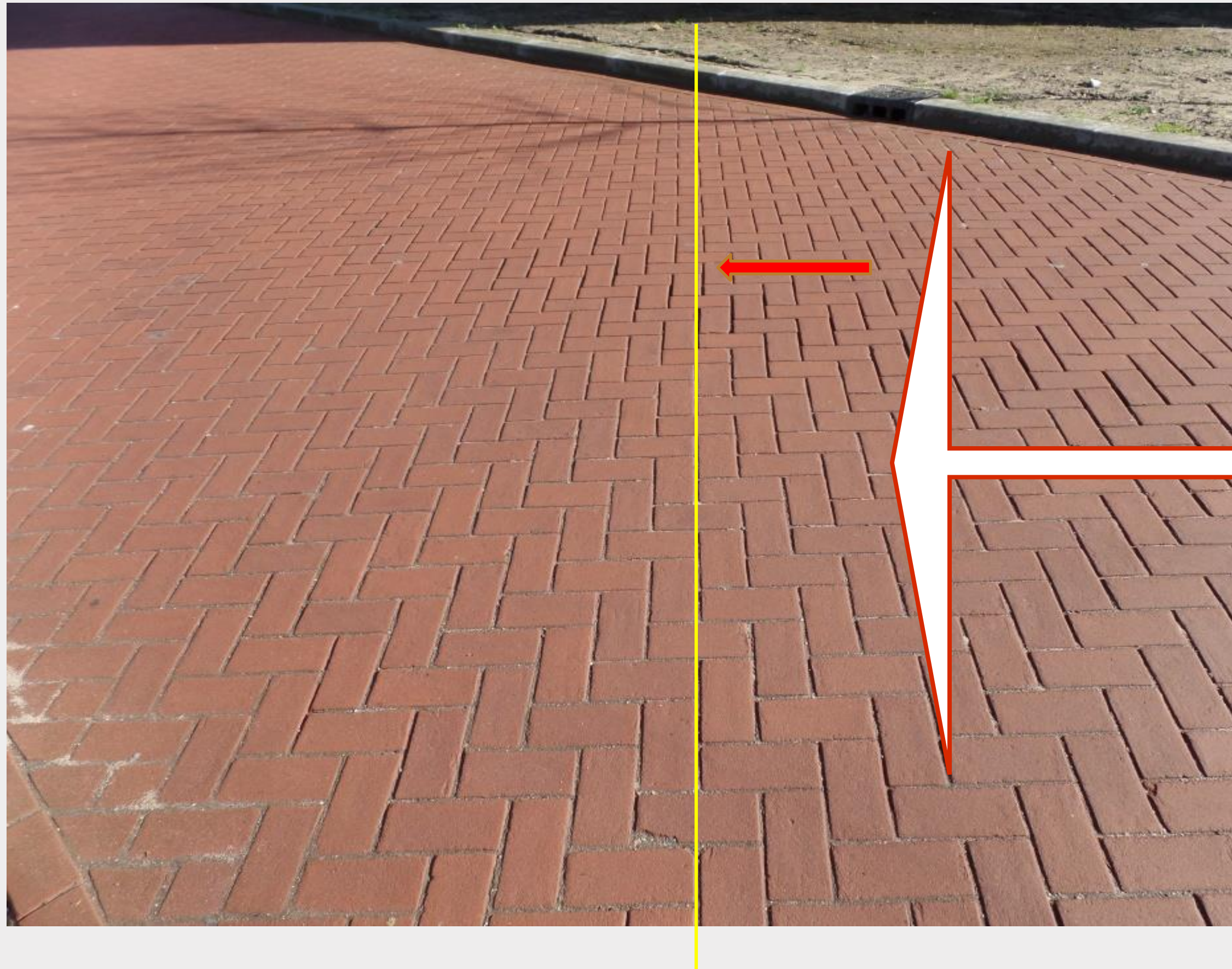


VERBAND: KRUIP - RECHTTHEID





VERBAND: RECHTTHEID DIAGONALEN



Met metselkoord

Eis: afwijking

$$\varepsilon \text{ [mm]} = 1,5 \sqrt{L \text{ [m]}}$$

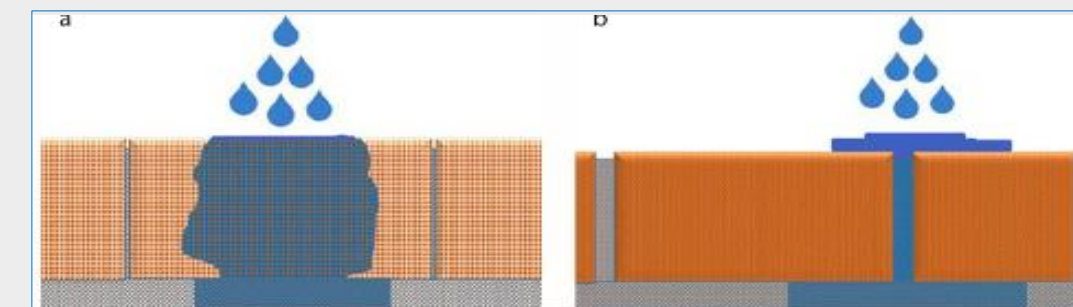
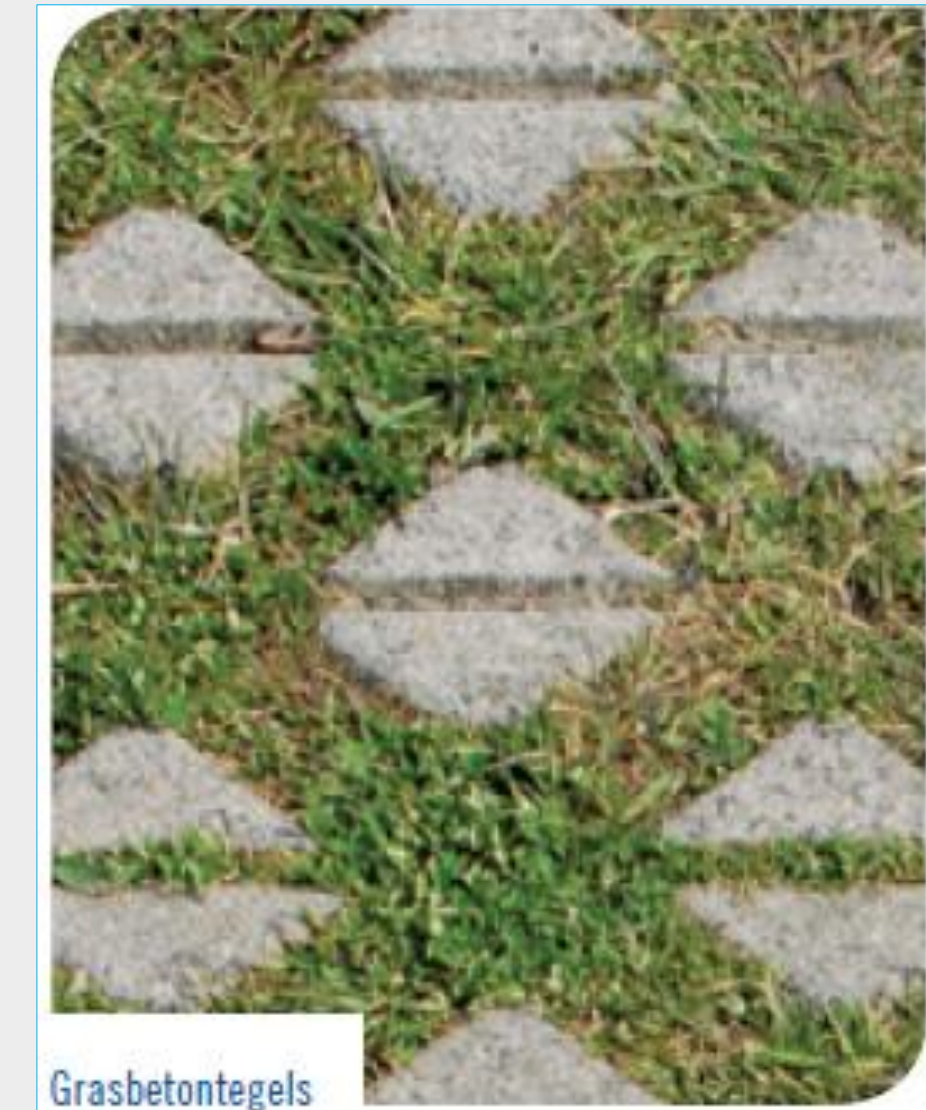
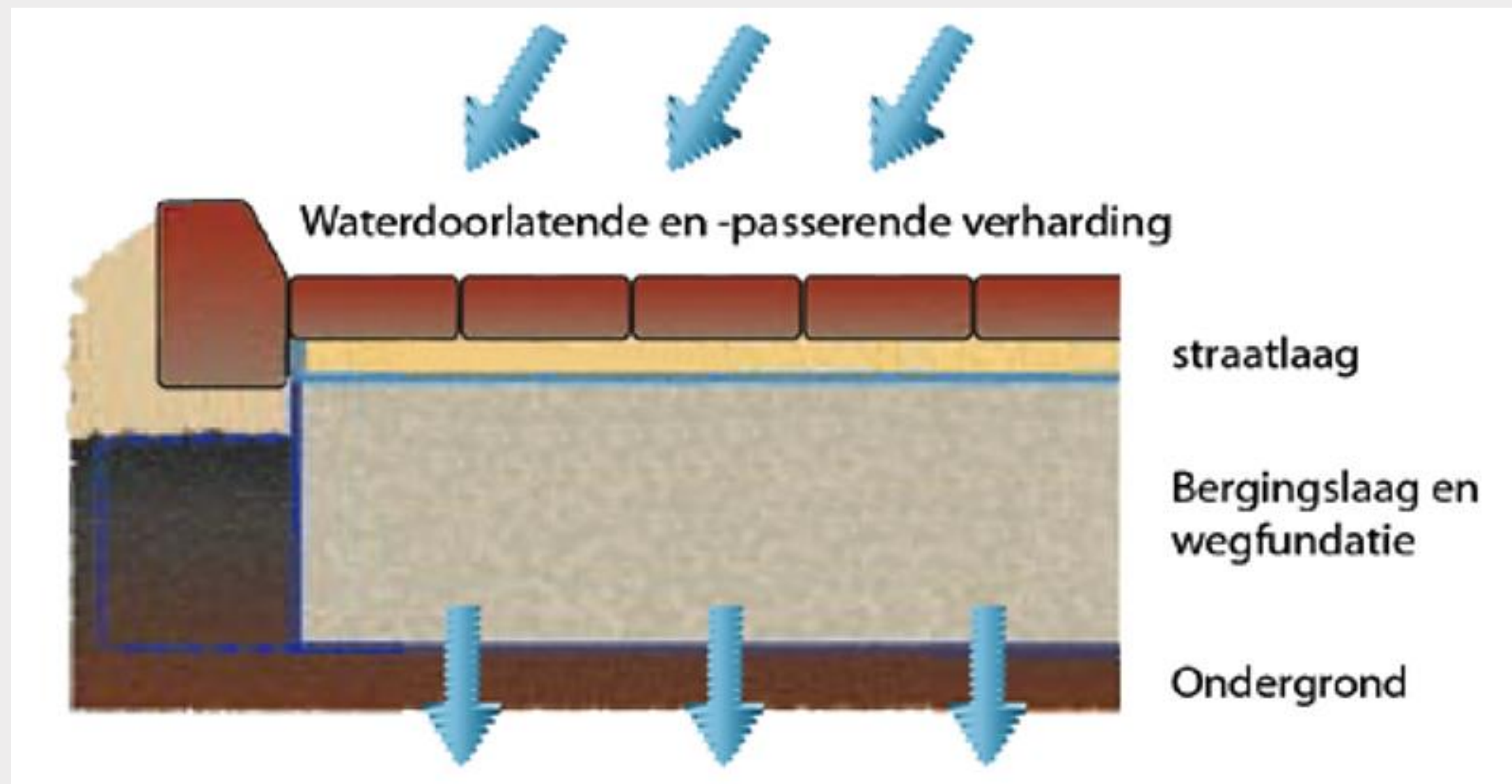
- Voorbeeld rijbaan 5 m
- Diagonaal: $L = 5 \sqrt{2} = 7 \text{ m}$
- **$\varepsilon = 1,5 \sqrt{7} = 4 \text{ mm.}$**

CRITERIA 12 & 13: GOTEN & KOLKEN



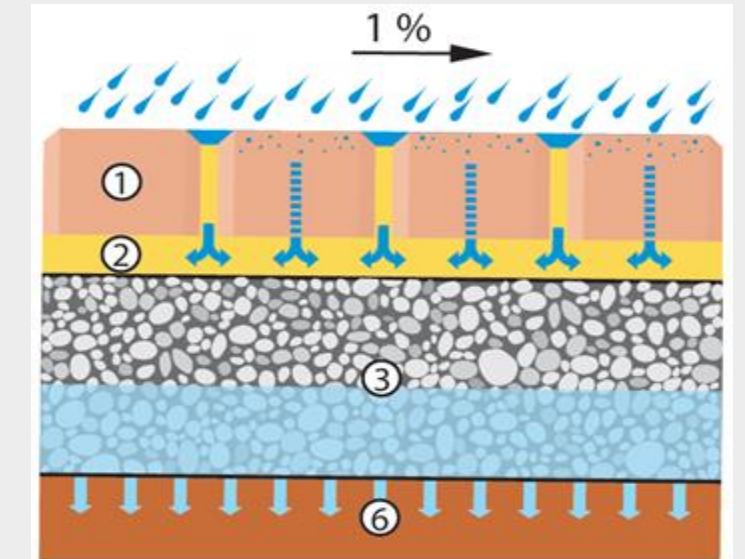
- **molgoot:** segmentvormig ► verschil bij breekpunt & kolkinlaat
- **max. diepte 4 cm** ► **gelijkmatig verdeeld** » verkeersdrempel !!
- **voorkant:** evenwijdig op 5 mm achter de voorkant bandenlijn
- **rooster:** haaks of 45 - 135 ° op rijrichting ► banden
- **kolk:** stankscherm, schoon, op juiste afvoerleiding
- **aantal kolken:** 100 - 200 m²/afstand: 16 - 24 m¹
- Bij KOLKEN AANDACHT PASWERK + VOEGEN + VERDICHTING

Anno 2000: van grasbetontegels naar een
Infiltrerende Bestratingsconstructie
water doorvoerend & bergend & zuiverend



- **WATERDOORLATEND** ► beton ► poreus
- **WATERPASSEREND** ► beton / baksteen ► afstandhouders of uitsparingen
- **VOEGEN** ► 3 - 4 mm ► max. 1 cm ► kunststofstrip 4 mm
- **GEHELE CONSTRUCTIE:** waterdoorlatendheid ► aanleg $k > 20$ cm / uur
- **BODEM / ZANDBAAN:** waterdoorlatendheid: $k > 10$ cm / uur
- **SCHEIDINGSLAAG** van geotextiel
- **FUNDERING:** sortering: 2 - 4/32 mm of 2 - 4/40 mm ► h.r. 30 - 40 %
- **STRAATLAAG:** dikte: 3 - 5 cm; zand of split 2/6 mm ► geen 0/0,5 mm
- **VOEGVULLING:** split 1/3 mm of 1/6 mm

Schot
1 - 3 %
porring
> 5 mm



LA coëf
20 - 40
Menggr.
60

CONTROLE INFILTRERENDE KWALITEIT



k – waarde: in situ



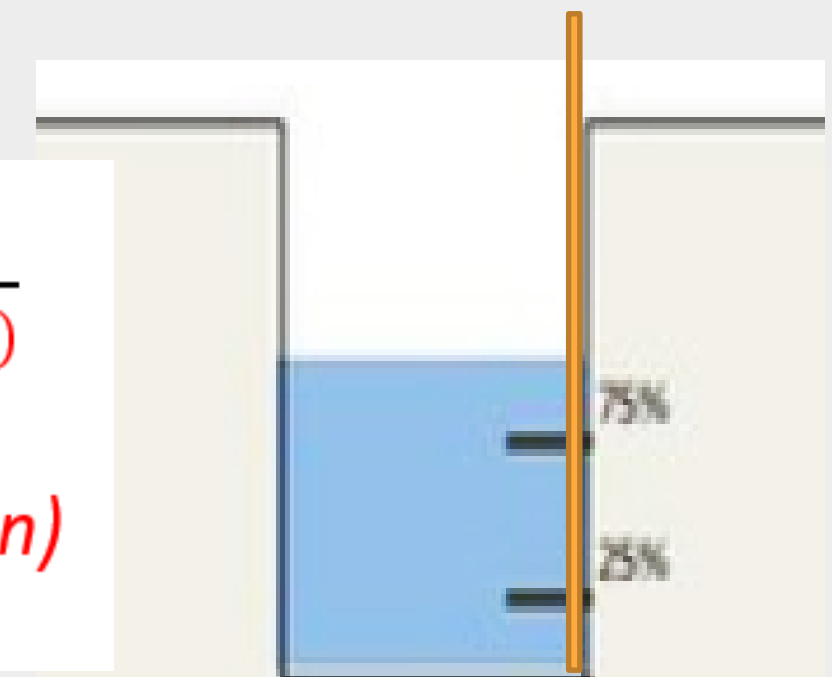
«» twee- ringmeter «»



putbodem

De **k** –formule is: $k = \frac{360 \times \text{hoeveelheid verdwenen water in liters (» b.v. 5 liter)}}{\text{tijd in sec (» b.v. 360 sec.)} \times \text{oppervlakte put in m}^2 \text{ (» b.v. } 0,50 \times 0,50 \text{ m)}}$

In dit rekenvoorbeeld: $k = \frac{360 \times 5 \text{ liter}}{360 \text{ sec.} \times 0,25 \text{ m}^2} = 20 \text{ cm/uur}$ (duur van proef 6 minuten)





In woongebieden wordt
incidentele plasvorming
acceptabel geacht

- *water op straat* -

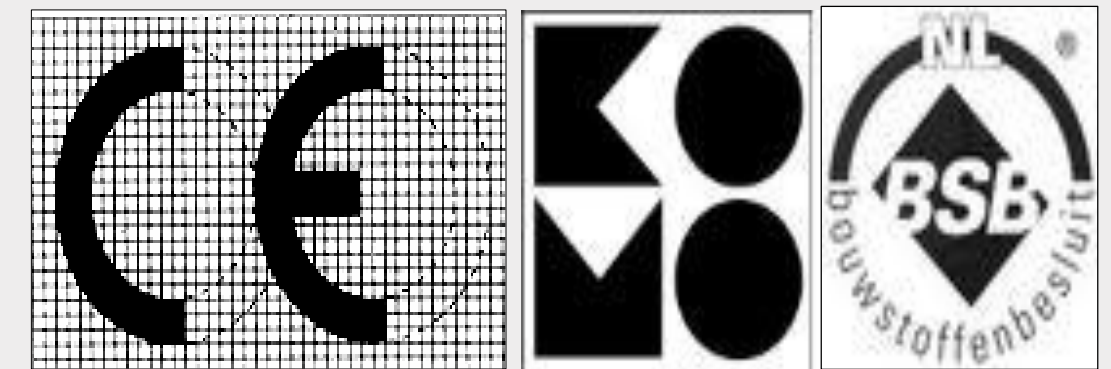
- 20 – 30 minuten
- max. 60 minuten



CONTROLE: niet bij / na neerslag.

Opsporen van **plekken** met verhoudingsgewijs
duidelijk **zichtbare** verkleuring of onkruidbegroeiing

1. **Standaard RAW Bepalingen** zoals voor: straatbakstenen, betonstraatstenen, straat-, brekerzand, split, natuursteen, funderingsmaterialen
2. Het (strenge) keuren: op **fabriek door specialisten** en onafhankelijke keuringsinstanties volgens Nederlandse en Europese productnormen, BRL 's en Bouwstoffenbesluit.



CONTROLE OP HET WERK

- Materialen en bouwstoffen: **EISEN VAN DE OPDRACHTGEVER** zoals: kleur, vorm, uiterlijk
- **AANWEZIGHEID**: CE-markering KOMO - kwaliteitsverklaring, certificaten, datum fabricage, geschiktheid, naam leverancier en / of fabriek
- **AANWEZIGHEID** van mogelijke uiterlijke gebreken



Samenstelling: **Hans de Vaan**

Projectleiding:

❖ Johan de Krom



❖ Teunis van de Pol



voor vragen en opmerkingen

- Hans de Vaan » Hadrieem@hotmail.com
- OBN » info@obn.nl