



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw  
Uw partner voor duurzame wegen

## Handleiding

*voor de bescherming van  
wegconstructies tegen de  
inwerking van water*



**Aanbevelingen**

Deze publicatie is een herziening van de *Handleiding voor de bescherming van wegenwerken tegen de inwerking van het water* (A 28/65) uit 1965. Hoewel de grondbeginselen voor wegendrainage niet fundamenteel zijn gewijzigd, was een herziening van de handleiding noodzakelijk om rekening te houden met nieuwe technieken en de evolutie in de materialen. Dit document is het resultaat van de werkzaamheden van de werkgroep *CEG-3 Drainage* van het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW).

### **Samenstelling van de werkgroep**

**Voorzitter:** J.-C. Verbrugge (ULB)

**Secretarissen:** C. Grégoire (OCW)  
Fr. Theys (OCW)

**Leden:** A. Beeldens (OCW)  
R. Buys (Robuco)  
O. Capelle (Tubobel)  
A. Cleiren (FEBE)  
F. Collin (ULg)  
J. Crochet (SPW)  
R. De Bel (OCW)  
L. De Bock (OCW)  
T. De Ruyver (COPRO)  
D. De Smet (AWV)  
E. De Sutter (Services associés)  
B. Dethy (OCW)  
G. Herrier (Lhoist R&D)  
B. Janssens (OCW)  
G. Jaspar (SPW)  
X. Kestemont (Argex)  
A. Leuridan (OCW)  
Y. Le Roux (BSI – BPMN)  
M. Leroy (Bureau d'études Greisch)  
J. Maeck (Arcadis Belgium)  
S. Perez (OCW)  
O. Pilate (Sagrex)  
R. Pillaert (COPRO)  
C. Ployaert (FEBELCEM, CBR)  
F. Poelmans (OCW)  
P. Ratinckx (IMDC)  
D. Stove (Grondmij)  
E. Van den Kerkhof (Colas Belgium)  
C. Van Rooten (OCW)  
I. Vermeren (INASEP)  
G. Vincent (TUC RAIL)

### **Belangrijk**

Hoewel de aanbevelingen in deze handleiding met de grootst mogelijke zorg zijn opgesteld, zijn onvolkomenheden nooit uit te sluiten. Het OCW en de personen die aan deze publicatie hebben meegewerkt kunnen geenszins aansprakelijk worden gesteld voor de verstrekte informatie, die louter als documentatie en zeker niet voor contractueel gebruik is bedoeld.

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Brussel

Handleiding  
voor de bescherming van wegconstructies  
tegen de inwerking van water

Aanbevelingen A 88/14

Uitgegeven door het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw  
Instelling erkend bij toepassing van de Besluitwet van 30 januari 1947

Woluwedal 42 – 1200 Brussel

Alle rechten voorbehouden



## Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	1
<b>1</b>	<b>Water en wegconstructies – Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1	Grondbeginselen van wegopbouw	3
1.1.1	Wegopbouw	3
1.1.1.1	Ondoorlatende wegconstructies	3
1.1.1.2	Waterdoorlatende wegconstructies	4
1.1.2	Aard en functies van de lagen in een wegconstructie	5
1.1.2.1	Ondoorlatende wegconstructies	5
1.1.2.1.1	Aanwezige grond	5
1.1.2.1.2	Onderfundering	5
1.1.2.1.3	Fundering	6
1.1.2.1.4	Verharding	7
1.1.2.2	Waterdoorlatende wegconstructies	9
1.1.2.2.1	Aanwezige grond	9
1.1.2.2.2	Onderfundering	9
1.1.2.2.3	Fundering	9
1.1.2.2.4	Verharding	9
1.2	Water in wegconstructies – Oorzaken en risico's	10
1.2.1	Hoe kan water in een wegconstructie doordringen?	10
1.2.1.1	Verticale infiltratie	11
1.2.1.2	Zijdelingse infiltratie	11
1.2.1.3	Infiltratie van onderuit	11
1.2.2	Wat zijn de risico's van water in een wegconstructie?	12
1.2.2.1	Draagvermogenverlies	12
1.2.2.2	Verontreiniging met fijne bestanddelen	13
1.2.2.3	Ernstige schade ten gevolge van water en vorst	13
1.2.2.4	Gevaarlijk wegdek	14
1.2.2.5	Watergevoeligheid van asfalt	14
1.2.2.6	Pompen	14
1.2.2.7	Punch-out	15
1.2.2.8	Onstabiele hellingen	16
1.2.2.9	Uitspoeling	16
1.3	Milieuaspecten	17
1.3.1	Hemelwater versus afvalwater	17
1.3.2	Europese kaderrichtlijn Water	18
1.3.3	Gewestelijke regelgeving voor hemelwater	19
<b>2</b>	<b>Aanbevelingen voor het ontwerp</b>	<b>21</b>
2.1	Afvoer van oppervlaktewater	21
2.1.1	Inleiding	21
2.1.2	Voorzieningen voor verharde oppervlakken	23
2.1.2.1	Beperken van waterinfiltratie	23
2.1.2.1.1	Betonverhardingen	23
2.1.2.1.2	Asfaltverhardingen	25
2.1.2.1.3	Randvoegen	25
2.1.2.2	Wegprofiel	27

2.1.2.2.1	Rijbaan	27
2.1.2.2.2	Trottoirs en fietspaden	27
2.1.3	Voorzieningen voor onverharde wegstroken	28
2.1.3.1	Buiten- en middenbermen	28
2.1.3.2	Taluds	29
2.1.4	Voorzieningen voor wateropvang	32
2.1.4.1	Algemene voorzieningen	32
2.1.4.1.1	Weggedeelten in ophoging	32
2.1.4.1.2	Weggedeelten in ingraving	32
2.1.4.1.3	Weggedeelten op een helling	33
2.1.4.1.4	Weggedeelten met middenberm	33
2.1.4.1.5	Weggedeelten door een bebouwde kom (doortochten)	33
2.1.4.2	Weggoten (watergreppels)	33
2.1.4.3	Kolken	35
2.1.4.4	Sloten	36
2.1.4.5	Goten	37
2.1.4.6	Ondergrondse leidingen	38
2.1.5	Dimensionering	38
2.2	Afvoer van toetredend water in taluds	39
2.2.1	Drainerende taludbekledingen (gewichtsmaskers) en dwarsdrains (sprangen)	39
2.2.2	Diepe drainagesystemen (onstabiele hellingen)	43
2.3	Ontwatering van het weglichaam	44
2.3.1	Inleiding	44
2.3.2	Voorzieningen voor het weglichaam	44
2.3.2.1	Drainagelaag	44
2.3.2.2	Langse drainagesleuven	48
2.3.2.3	Dwarse drainagesleuven	51
2.3.2.4	Drainagebuizen	52
2.4	Voorzieningen voor wateropslag	52
2.4.1	Inleiding	52
2.4.2	Opslag	52
2.4.3	Infiltratie	52
2.4.4	Open constructies	53
2.4.4.1	Open opslagbekkens	53
2.4.4.2	Open constructies met infiltratie	56
2.4.5	Ondergrondse constructies	56
2.4.5.1	Ondergrondse opslagbekkens	56
2.4.5.2	Ondergrondse constructies met infiltratie	56
<b>3</b>	<b>Aanbevelingen voor de uitvoering</b>	<b>59</b>
3.1	Voorzieningen tijdens grondwerken	59
3.1.1	Inleiding	59
3.1.2	Te nemen maatregelen	60
3.1.2.1	Ingravingen	60
3.1.2.2	Ophogingen	60
3.1.3	Constructies tijdens grondwerken	62
3.1.4	Grondwaterspiegel	63
3.2	Aanbrenging van geokunststoffen	64

<b>4</b>	<b>Aanbevelingen voor het onderhoud</b>	<b>67</b>
4.1	Inleiding	67
4.2	Wegverharding	67
4.2.1	Betonverhardingen	67
4.2.2	Asfaltverhardingen	68
4.2.2.1	Gesloten asfaltverhardingen	68
4.2.2.1.1	Reparatie van geïsoleerde scheuren en openstaande voegen	68
4.2.2.1.2	Reparatie van grote gescheurde oppervlakken	68
4.2.2.2	Open en halfopen asfaltverhardingen	68
4.3	Kant van de rijbaan	68
4.3.1	Inleiding	68
4.3.2	Voegen aan de kant van de rijbaan	69
4.3.2.1	Betonverhardingen	69
4.3.2.2	Asfaltverhardingen	69
4.3.2.3	Bijzondere gevallen	69
4.4	Systeem voor de opvang van oppervlaktewater	69
4.4.1	Sloten	70
4.4.2	Kolken en weggoten (watergreppels)	70
4.4.3	Leidingen	71
4.4.4	Buitenbermen	71
4.5	Drainagesysteem	71
4.5.1	Langse drainagesleuf	71
4.6	Onderhoud van opslagbekkens	71
4.6.1	Zandvanger	71
4.6.2	Olieafscheider	71
4.6.3	Roosters	72
4.6.4	Ontvangbekken	72
4.6.5	Retentiebekken	72
4.6.6	Omgeving	72
<b>5</b>	<b>Aanbevelingen voor reconstructie- en verbeteringswerkzaamheden</b>	<b>73</b>
5.1	Inleiding	73
5.2	Vorbereidende werkzaamheden	73
5.3	Aanbrenging van een nieuwe verharding op een bestaande fundering – Inlay	74
5.4	Overlagen van een bestaande verharding – Overlay	75
5.5	Wegverbredingen	75
5.6	Aanbrenging van lijnvormige elementen	76
5.7	Voorbeelden van problemen bij wegconstructies	76
5.7.1	Rijksweg	76
5.7.2	Autosnelweg	77
5.7.3	Andere voorbeelden	78
	<b>Literatuur</b>	<b>79</b>
	<b>Lijst van de figuren</b>	<b>82</b>
	<b>Illustraties: bronvermelding</b>	<b>85</b>



## Woord vooraf

Water kan bij wegconstructies heel wat nadelige effecten en schade veroorzaken. Te veel water op het wegoppervlak kan de zichtbaarheid bemoeilijken, de veiligheid van de weggebruikers in gevaar brengen en taluds uitspoelen. Water in de wegconstructie kan schade veroorzaken, die snel uitbreidt.

Deze handleiding heeft als doel opdrachtgevers, ontwerpers en aannemers te helpen bij het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud van wegen de nodige maatregelen te nemen om water van het wegoppervlak en uit het weglichaam af te voeren en zo de veiligheid van de weggebruikers en de duurzaamheid van de wegconstructie te waarborgen. Voorts worden maatregelen beschreven die moeten helpen vermijden dat tijdens de levensduur van een weg water in de wegconstructie terecht komt.

Deze publicatie is een herziening van de *Handleiding voor de bescherming van wegenwerken tegen de inwerking van het water* (A 28/65) [1] uit 1965.

De handleiding telt vijf hoofdstukken.

Het eerste hoofdstuk *Water en wegconstructies – Inleiding* beschrijft de lagen waaruit een wegconstructie is opgebouwd en de rol die ze vervullen. Voorts worden de risico's van water in een wegconstructie beschreven.

Na dit inleidende hoofdstuk volgen vier technische hoofdstukken.

In het hoofdstuk *Aanbevelingen voor het ontwerp* worden aanbevelingen gedaan voor de opvang en de afvoer van oppervlaktewater (voorzieningen voor verharde oppervlakken, buiten- en middenbermen, taluds), voor de afvoer van toetredend water in taluds (drainerende taludbekledingen en dwarsdrains) en voor de ontwatering van het weglichaam. Ook voorzieningen voor wateropslag worden behandeld. Ze helpen overstromingen voorkomen en zorgen voor de zuivering van afvalwater.

De maatregelen tijdens grondwerken staan beschreven in het hoofdstuk *Aanbevelingen voor de uitvoering*.

Onderhoud moet voorkomen dat water in de constructie doordringt en dat het afvoeren van water wordt gehinderd. In het hoofdstuk *Aanbevelingen voor het onderhoud* worden de nodige maatregelen beschreven voor het onderhoud van de verschillende soorten van voegen, voor de reparatie van scheuren en voor het onderhoud van sloten, kolken, leidingen, buitenbermen, sleuven en opslagbekkens.

In het hoofdstuk *Aanbevelingen voor reconstructie- en verbeteringswerkzaamheden* worden de maatregelen behandeld die nodig zijn tijdens werkzaamheden zoals de aanbrenging van een inlay en een overlay, de verbreding van een weg en de aanbrenging van lijnvormige elementen. Daarbij wordt gewezen op fouten (infiltratie, ingesloten water, afvoerbelemmering, enz.) die moeten worden vermeden om een goede waterbeheersing te garanderen. Ten slotte worden enkele voorbeelden van problemen bij wegconstructies beschreven.



# Hoofdstuk 1

## Water en wegconstructies – Inleiding

### 1.1 Grondbeginselen van wegopbouw

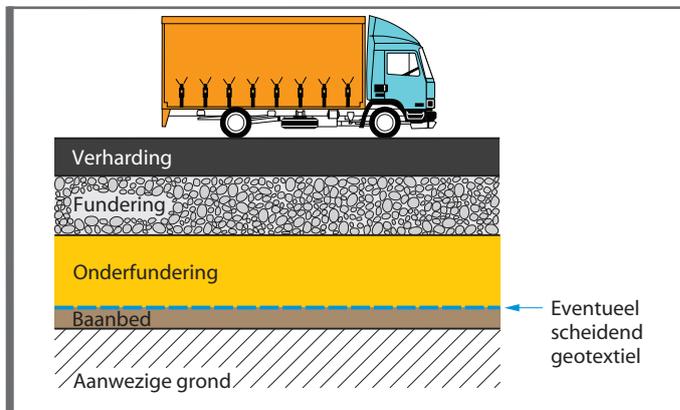
#### 1.1.1 Wegopbouw

Naargelang van het beoogde doel worden **ondoordlatende** en **waterdoordlatende wegconstructies** onderscheiden. Deze handleiding handelt hoofdzakelijk over ondoordlatende wegconstructies. Waterdoordlatende wegconstructies komen enkel in dit inleidende hoofdstuk aan bod. Voor meer informatie over dergelijke constructies wordt verwezen naar de *Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen – A 80/09* [2] en Dossier 5 *Waterdoordlatende verhardingen met betonstraatstenen* (bijlage bij OCW Mededelingen 77) [3].

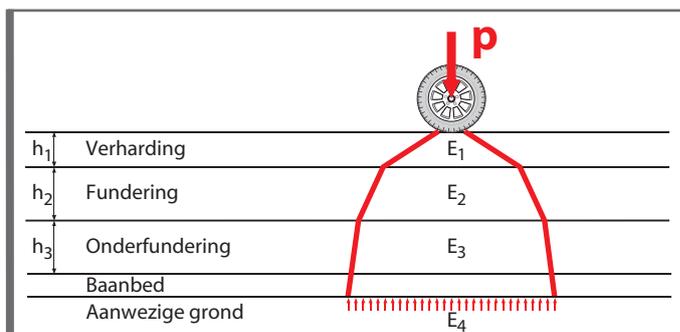
##### 1.1.1.1 Ondoordlatende wegconstructies

Ondoordlatende wegconstructies zijn constructies waarbij water niet door de verharding in de onderbouw infiltreert.

Een wegconstructie is doorgaans opgebouwd uit een **verharding**, een **fundering** en een **onderfundering**, die op het baanbed zijn aangebracht (figuur 1.1). De fundering rust meestal op een onderfundering en zorgt voor een goed draagvermogen voor de verharding.



**Figuur 1.1** Schematische voorstelling van de opbouw van een ondoordlatende wegconstructie (niet op schaal)



**Figuur 1.2** Spreiding van verkeersbelastingen in een wegconstructie tot een voor de aanwezige grond aanvaardbaar niveau

##### Noot

De drainage- en afvoervoorzieningen zijn niet op figuur 1.1 aangegeven. Ze worden in hoofdstuk 2 *Aanbevelingen voor het ontwerp* van deze handleiding behandeld.

De voornoemde delen vormen samen het weglichaam en vervullen elk een eigen functie (§ 1.1.2 *Aard en functies van de lagen in een wegconstructie*). De kenmerken van de toegepaste materialen en de dikte van de samenstellende lagen zorgen ervoor dat de spanning die als gevolg van de optredende verkeersbelastingen op de constructie inwerkt, naar de ondergrond tot een aanvaardbaar niveau wordt herleid, zodat de aanwezige grond niet vervormt (figuur 1.2).

<b>Vorst</b>		
Verharding	Ondoorlatend	Vorstbestendig
Fundering	$k_{\text{fund.}} > k_{\text{verh.}}$	Vorstbestendig
Onderfundering	$k_{\text{onderfund.}} > k_{\text{fund.}}$	Vorstbestendig
↓ Vriesfront		
$k_{\text{grond}}$ hangt af van de grondkenmerken		Meestal vorstgevoelig Op vorstvrije diepte

Bij vorstgevoelige grond moet de bovenbouw dik genoeg zijn om de grond onder het vriesfront te houden (figuur 1.3).

Idealiter neemt de doorlatendheid van materialen toe met de diepte van de lagen in de constructie (verharding, fundering, onderfundering) (figuur 1.3).

**Figuur 1.3** Doorlatendheid en vorstgevoeligheid van materialen in een wegconstructie en van de aanwezige grond

De functie van elke laag in een wegconstructie wordt hierna (§ 1.1.2 *Aard en functies van de lagen in een wegconstructie*) beschreven. Als in een wegconstructie geen onderfundering aanwezig is, wordt de functie ervan door andere elementen van de constructie vervuld.

Voor de dimensionering van de lagen in een wegconstructie wordt op diverse parameters gesteund zoals verkeer, klimaatomstandigheden, kenmerken van de toegepaste materialen, kenmerken en draagvermogen van de aanwezige grond.

Klassieke wegconstructies zijn in de volgende soorten op te delen:

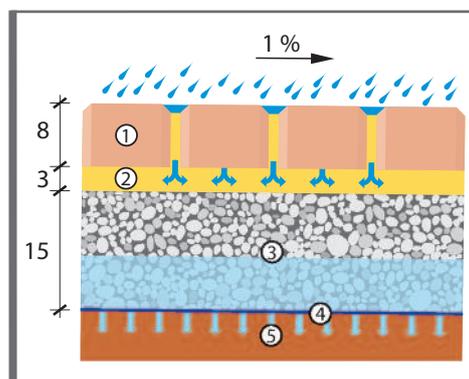
- **stijve constructies.** Dit zijn constructies met een betonverharding;
- **halfstijve constructies.** Dit zijn constructies met een asfaltverharding en een fundering van schraal beton of van hydraulisch gebonden korrelvormig materiaal;
- **flexibele constructies.** Dit zijn constructies met een asfaltverharding en een fundering van ongebonden korrelvormig materiaal.

Naast klassieke constructies bestaan ook tal van composietverhardingen zoals betonverhardingen of bestratingen met een asfaltverlaag.

Bestratingen (van betonstraatstenen, straatkeien of kleiklinkers) en tegelbestratingen worden ook als verharding toegepast.

### 1.1.1.2 Waterdoorlatende wegconstructies

Waar weinig verkeersbelastingen optreden, kunnen waterdoorlatende constructies worden toegepast (figuur 1.4). Dergelijke toepassingen worden overigens steeds vaker aanbevolen, omdat infiltratie van hemelwater door waterdoorlatende bestratingen riolen en waterlopen ontlast. Een waterdoorlatende constructie werkt als een bufferreservoir dat water opvangt en door infiltratie in de ondergrond afvoert. Bij weinig



1. Waterdoorlatende verharding
2. Straatlaag
3. Fundering en onderfundering
4. Doorlatend geotextiel
5. Ondergrond

**Figuur 1.4** Voorbeeldopbouw van een waterdoorlatende wegconstructie met betonstraatstenen

doorlatende grond wordt het water via een knijpleiding naar goten, nabijgelegen infiltratievoorzieningen of riolen afgevoerd.

Omdat ze een beperkter draagvermogen hebben, worden waterdoorlatende constructies voornamelijk toegepast waar weinig verkeersbelasting optreedt, zoals parkeerstroken, straten met weinig verkeer, voetgangerszones, fiets- en voetpaden.

In OCW-publicaties *Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen* – A 80/09 [2] en Dossier 5 *Waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen* (bijlage bij OCW Mededelingen 77) [3] worden aanbevelingen voor dergelijke constructies gedaan.

## 1.1.2 Aard en functies van de lagen in een wegconstructie

### 1.1.2.1 Ondoorlatende wegconstructies

#### 1.1.2.1.1 Aanwezige grond

Hoewel de aanwezige grond geen deel van de eigenlijke wegconstructie is, draagt hij de constructie. Het is dan ook nuttig de functies ervan te beschrijven.

De aanwezige grond dient voldoende draagvermogen te bezitten om tegen werkverkeer en verdichting vanuit de bovenliggende lagen bestand te zijn.

Het draagvermogen van de aanwezige grond hangt in grote mate af van het watergehalte. Bij een te hoog watergehalte kan de grond zijn draagvermogen zelfs volledig verliezen.

Soms dient het draagvermogen van grond te worden verbeterd. Daarvoor bestaan diverse technieken, die alleen of samen kunnen worden toegepast:

- droging (van te nat materiaal bij mooi weer);
- verdichting;
- grondbehandeling (met kalk, cement of hydraulische bindmiddelen voor wegenbouw (HBW)) (zie OCW-publicatie *Handleiding voor de behandeling van grond met kalk en/of hydraulische bindmiddelen* – A 81/10 en bijbehorende praktijkgidsen [4]);
- vervanging door korrelvormig materiaal;
- aanbrenging van geotextiel en/of geogrid.

Het draagvermogen van het baanbed is in grote mate bepalend voor de opbouw, en in het bijzonder voor de dikte, van een wegconstructie.

#### 1.1.2.1.2 Onderfundering

Een onderfundering vervult de hiernavolgende functies:

- zij zorgt voor de krachtverdeling, om vervorming van de ondergrond tegen te gaan (figuur 1.2);
- zij houdt het baanbed op vorstvrije diepte;
- zij beschermt de fundering tegen capillaire opstijging van water en voorkomt dat fijne bestanddelen uit de aanwezige grond in de fundering terechtkomen (scheidingslaag);
- zij zorgt voor ontwatering van het weglichaam en afvoer van in de wegconstructie doorgedrongen water naar zijdelingse drainagevoorzieningen;
- zij maakt de goede uitvoering van de wegconstructie mogelijk. Ze vormt immers een stabiele ondergrond voor de machines die de fundering aanbrengen en is bestand tegen inwerkende krachten bij de verdichting van de bovenliggende fundering;
- naargelang van de situatie vormt zij een stabiele dragende ondergrond waarop trottoirbanden, goten en andere lijnvormige elementen kunnen worden aangebracht.

Om de voormelde functies te kunnen vervullen, dienen voor een onderfundering materialen te worden toegepast die vorstbestendig zijn en waarmee een goed drainerende laag kan worden verkregen (figuur 1.3). Deze materialen moeten gemakkelijk kunnen worden verdicht en na verdichting een goed draagvermogen bezitten en behouden, zelfs na maandenlange blootstelling aan regen en vorst.

Een onderfundering wordt gerealiseerd met aangevoerd **korrelvormig materiaal** en/of door **grondbehandeling**.

Als aggregaat voor onderfunderingen kan zand, steenslag of grindzand (all-in granulaat) worden toegepast. Deze materialen kunnen onderling worden gemengd, om een **continue of discontinue korrelgrootteverdeling** te verkrijgen. Het kan gaan om natuurlijke, kunstmatige (behandeld huisvuilverbrandings-, metaal- of hoogovenslak, geëxpandeerde klei, enz.), of gerecyclede materialen (gebroken aggregaten van gerecyclede inerte materialen uit de bouw).

Bij toepassing van kunstmatige of gerecyclede materialen verdienen de volgende punten bijzondere aandacht:

- het gehalte aan organisch materiaal en fijne bestanddelen. Dit moet beperkt blijven omdat zij materialen vorst- en watergevoelig maken;
- het risico op verontreiniging door uitloging;
- de vorstgevoeligheid van het materiaal;
- een aangepaste verwerking naargelang van de aard van het materiaal (bijvoorbeeld pas na rijping van slak);
- tijdens de verwerking mag geen ontmenging optreden.

Behandelde grond kan voor onderfunderingen worden toegepast als hij gestabiliseerd is, dit wil zeggen duurzaam bestand is gemaakt tegen inwerking van water en vorst. In OCW-publicatie *Handleiding voor de behandeling van grond met kalk en/of hydraulische bindmiddelen* (A 81/10) [4] staan de aspecten van grondbehandeling uitvoerig beschreven.

Wegens het lage waterafvoerende vermogen kan een laag van behandelde grond niet zelf instaan voor ontwatering van het weglichaam en voor afvoer van geïnfiltreerd water naar zijdelingse drainageconstructies. Bij het ontwerp van de wegconstructie moeten dan passende maatregelen voor de drainage worden genomen (§ 2.3 *Ontwatering van het weglichaam*).

Bij toepassing van gestabiliseerde grond als onderfundering dient een voorafgaandelijk laboratoriumonderzoek te worden verricht om de geschiktheid van de aanwezige grond voor behandeling, het/de geschikte bindmiddel(en) en de optimale dosering ervan te bepalen. Voor meer informatie wordt verwezen naar OCW-publicatie *Praktijkids voor de stabilisatie van onderfunderingen* (Aanvulling op handleiding A 81/10) [4].

#### 1.1.2.1.3 Fundering

Als laatste constructief deel onder de verharding moet de fundering:

- een onvervormbare ondergrond voor de verharding vormen;
- de verkeersbelastingen in de constructie tot een voor de onderfundering aanvaardbaar niveau verdelen (figuur 1.2);
- als er geen onderfundering is, de functies ervan overnemen (dit komt soms voor bij verhardingen met zeer weinig verkeer).

Een fundering bestaat uit al of niet gebonden korrelvormig materiaal. Er worden diverse materiaalsoorten onderscheiden, waarvan de gangbaarste hierna worden beschreven:

- al of niet gebonden steenslag met een continue korrelgrootteverdeling;
- al of niet gebonden steenslag met een discontinue korrelgrootteverdeling;
- schraal beton;
- walsbeton;
- poreus schraal beton;
- zandcement;
- grindzandasfalt.

Een fundering van **steenslag met een continue korrelgrootteverdeling** kan al of niet gebonden zijn. Voor een gebonden fundering wordt een beperkte hoeveelheid cement, of een hoeveelheid gegranuleerde slak of ongebluste kalk toegevoegd. Het steenslag kan grindzand (all-in granulaat) of een mengsel van all-in granulaat, grof granulaat en zand zijn.

Een fundering van **steenslag met een discontinue korrelgrootteverdeling** bestaat uit één of meer onderlagen en een deklaag. Als korrelvormig materiaal voor onderlagen wordt gebroken grof granulaat en zand toegepast. Materiaal voor deklagen kan ongebonden, met cement behandeld of met bitumen gebonden zijn.

De voornaamste bestanddelen van een fundering van **schraal beton** zijn all-in granulaat en/of grof granulaat, zand en cement. Het cementgehalte, dat hoger is dan bij een gebonden steenslagfundering, bedraagt ten minste 100 kg/m<sup>3</sup>.

De samenstelling van **walsbeton** is nagenoeg dezelfde als voor schraal beton, alleen is het cementgehalte hoger. Walsbeton wordt voornamelijk toegepast als een snelle verwerking is gewenst.

Een fundering van **poreus schraal beton** bestaat uit grof granulaat, cement en water. In tegenstelling met schraal beton bevat poreus schraal beton geen zand. De porositeit maakt dit soort van fundering enigszins doorlatend. Het cementgehalte bedraagt ten minste 200 kg/m<sup>3</sup>.

Een fundering van **zandcement** is samengesteld uit zand, cement en water.

Een fundering van **grindzandasfalt** wordt verkregen door stenen, grindzand (all-in granulaat), zand, vulstof en bitumen te mengen.

Bij wegrenovatie kan de bestaande verharding worden behandeld met cement en als nieuwe fundering dienst doen. Deze techniek wordt vooral bij secundaire wegen toegepast. **Recycling in situ** [5] is een proces waarbij de steenslagfundering, waarop al of niet een asfaltverharding is aangebracht, met cement en eventueel met water wordt gemengd. Indien nodig worden aggregaten en/of zand toegevoegd om een continue korrelgrootteverdeling te verkrijgen. Het resultaat is een cementgebonden fundering.

Hier dient het belang van een voorafgaandelijk onderzoek en van goede waterafvoer en drainage te worden aangestipt.

Net zoals bij onderfunderingen verdient de toepassing van gerecyclede en kunstmatige materialen in funderingen bijzondere aandacht.

#### 1.1.2.1.4 Verharding

Als bovenste deel van een wegconstructie ondergaat de verharding rechtstreekse acties van buitenaf (verkeer, klimaatfactoren zoals temperatuur, water en vorst). Rekening houdend met de inwerkende spanningen en met het oog op **duurzaamheid** moet de verharding bepaalde fysische kenmerken bezitten om vervorming en scheurvorming tegen te gaan. Ze dient tijdens de volledige levensduur van een weg stijf en vlak genoeg te blijven om de **veiligheid** en het **comfort** van weggebruikers te waarborgen. Bij een klassieke wegconstructie is de verharding idealiter **ondoorlatend** en vertoont ze een dwarshelling die een efficiënte afvoer van het oppervlaktewater waarborgt.

Men onderscheidt de volgende soorten van verhardingen:

- **asfaltverhardingen** (zie OCW-publicatie *Handleiding voor de keuze van de asfaltverharding bij het ontwerp of onderhoud van wegconstructies* – A 78/06 [6]);
- **bestrijkingen en slemlagen** (zie OCW-publicatie *Handleiding voor bestrijkingen* – A 71/01 [30]);
- **betonverhardingen** (zie OCW-publicatie *Handleiding voor de uitvoering van betonverhardingen* – A 75/05 [7]);
- **bestratingen** (zie OCW-publicatie *Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen* – A 80/09 [2]);
- **tegelbestratingen**;
- **granulaatverhardingen**.

Een **asfaltverharding** wordt verkregen door toepassing van een asfaltmengsel. Een dergelijk mengsel is samengesteld uit grof granulaat, vulstof, een bitumineus of synthetisch bindmiddel en eventuele additieven. Het wordt doorgaans warm in een asfaltmenginstallatie bereid en nadien op de bouwplaats gespreid en verdicht. Men onderscheidt de volgende asfaltsoorten:

- dichte asfaltmengsels met een zandskelet en een continue korrelgrootteverdeling (AB);
- dichte asfaltmengsels met een steenskelet en een discontinue korrelgrootteverdeling (SMA);
- dunne en zeer dunne asfaltlagen (BBTM en RUMG<sup>[1]</sup>) met een steenskelet en een discontinue korrelgrootteverdeling;
- open asfalt met een steenskelet en een discontinue korrelgrootteverdeling (ZOA);
- gietasfalt (dichte asfaltmengsels met een vulstofskelet en een continue korrelgrootteverdeling).

Asfaltverhardingen worden in verscheidene (meestal twee of drie) lagen aangebracht. De eerste laag is doorgaans een profileerlaag, de bovenste laag is de toplaag en tussenin bevindt zich soms een onderlaag. Heel soms wordt een scheurremmende laag gerealiseerd.

Als oppervlakbehandeling kunnen ook een **bestrijking** of een **slem** worden toegepast. Een bestrijking is een behandeling van een wegooppervlak, waarbij achtereenvolgens ten minste één laag bindmiddel en één laag steenslag gelijkmatig worden aangebracht. Een slem is een oppervlakbehandeling met een koud ter plaatse bereid en verwerkt mengsel van aggregaten, bitumenemulsie en eventuele additieven.

Een **betonverharding** is een verharding van al of niet gewapend beton. Men onderscheidt **doorgaand gewapende betonverhardingen** (DGB) en **ongewapende betonplatenverhardingen**.

DGB bestaat uit één of meer stroken van gewapend beton met langsvogen evenwijdig aan de wegas en is voorzien van verankeringshoofden.

Ongewapende betonplatenverhardingen bestaan uit één of meer betonstroken met langsvogen evenwijdig aan de wegas en al of niet gedevelde dwarsvogen loodrecht op de wegas.

Beton is een mengsel van grof granulaat, zand, cement, water, hulpstoffen en eventueel kleurstoffen. Het cementgehalte hangt af van de beoogde prestaties en bedraagt ten minste 325 kg/m<sup>3</sup>.

Een betonverharding bestaat meestal uit één laag maar ook tweelaagse toepassingen zijn mogelijk.

Een **bestrating** is een verharding die is opgebouwd uit naast elkaar gelegde betonstraatstenen, straatkeien of kleiklinkers op een straatlaag van enkele centimeter dik. Het materiaal voor de straatlaag moet voldoende weerstand tegen beschadiging bieden als functie van de verkeersklasse.

Een **tegelbestrating** is een verharding die is opgebouwd uit naast elkaar gelegde tegels op een straatlaag.

Een **granulaatverharding** bestaat uit één of meer lagen korrelvormig materiaal (dolomiet, zand, steenslag), al of niet met cement gebonden.

---

[1] *BBTM en RUMG zijn geen gangbare asfaltsoorten in Vlaanderen.*

### Noot

Bestratingen, tegelbestratingen en granulaatverhardingen worden in deze handleiding niet behandeld. Het is niet mogelijk precieze regels voor de keuze van de soort van (onder)fundering en verharding te geven, omdat naast het verkeer nog tal van andere factoren deze keuze beïnvloeden. De keuze dient dan ook voor elk project nauwgezet te worden gemaakt.

#### 1.1.2.2 Waterdoorlatende wegconstructies

Hierna wordt beschreven waarin de aard en de functies van de lagen in een waterdoorlatende constructie van deze in een ondoorlatende constructie verschillen.

Voor meer informatie wordt verwezen naar OCW-publicatie *Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen* – A 80/09 [2] en dossier 5 *Waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen* (bijlage bij OCW Mededelingen 77) [3].

##### 1.1.2.2.1 Aanwezige grond

Net zoals bij een ondoorlatende constructie moet de aanwezige grond voldoende draagvermogen bezitten om tegen werkverkeer en verdichting vanuit de bovenliggende lagen bestand te zijn.

Naargelang van de doorlatendheid van de aanwezige grond kan bij een waterdoorlatende constructie ten minste een deel van het water door infiltratie worden afgevoerd. Zandhoudende grond is in dit opzicht efficiënter dan kleihoudende grond. De doorlatendheid van de aanwezige grond dient vooraf te worden bepaald op basis van de grondkenmerken of metingen in situ.

##### 1.1.2.2.2 Onderfundering

De onderfundering van een waterdoorlatende constructie maakt het mogelijk water tijdelijk te bergen (bufferen) tot het door infiltratie in de ondergrond of vertraagd via een geschikte voorziening (knijpleidingen, infiltratievoorzieningen of riolen) kan worden afgevoerd.

Om water te kunnen bergen, moet de onderfundering uit **ongebonden korrelvormig materiaal** zijn opgebouwd.

Een onderfundering dient dik genoeg te zijn om de aanwezige grond tegen vorst te beschermen en voldoende water te kunnen bergen.

##### 1.1.2.2.3 Fundering

Een fundering dient voldoende draagvermogen te bezitten om het gebruikelijke wegverkeer te dragen. Zij kan eventueel als aanvullende bufferzone voor water worden gebruikt.

Een fundering bestaat uit **drainerend schraal beton** of **ongebonden steenslag**.

##### 1.1.2.2.4 Verharding

Waterdoorlatende stenen, voegmateriaal en straatlaag maken **infiltratie van hemelwater** in de constructie mogelijk. Door het water in de constructie te laten infiltreren, treedt geen afstroming aan het oppervlak op.

Algemeen kunnen waterdoorlatende betonstraatstenen in vier verschillende soorten worden ingedeeld:

- **stenen met drainageopeningen**. Deze betonstraatstenen met een specifieke vormgeving zijn ontworpen om water te laten infiltreren door de openingen die na het leggen ontstaan;
- **stenen met verbrede voegen**. Deze betonstraatstenen zijn aan de zijkanten voorzien van brede nokken of afstandhouders, waardoor na het leggen brede voegen ontstaan. Langs deze voegen wordt het water naar de fundering en de ondergrond afgevoerd;
- **poreuze stenen**. Deze betonstraatstenen zijn waterdoorlatend door een poreuze betonsamenstelling;

- **grasbetontegels.** Ook grasbetontegels kunnen als waterdoorlatende bestrating worden toegepast, op voorwaarde dat ze op een doorlatende onderbouw worden aangebracht en de openingen met steenslag worden gevuld.

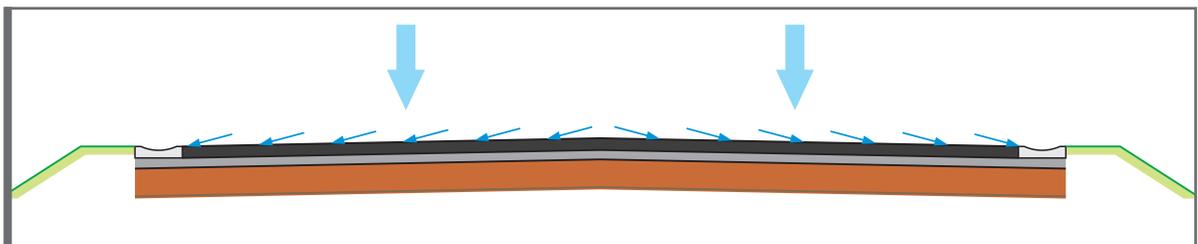
De kwaliteit van de verwerking van een straatlaag is van essentieel belang. Bij de keuze van de soort van straatlaag moet rekening worden gehouden met de waterdoorlatendheid, de filterstabiliteit (om te vermijden dat materiaal uit de straatlaag in de onderliggende funderingslaag wordt weggespoeld) en de weerstand tegen verbrijzeling.

## 1.2 Water in wegconstructies – Oorzaken en risico's

Hierna worden enkel nog ondoorlatende wegconstructies behandeld.

Water kan heel wat nadelige effecten hebben – van ongemakken voor de weggebruikers tot aantasting van de duurzaamheid van een wegconstructie.

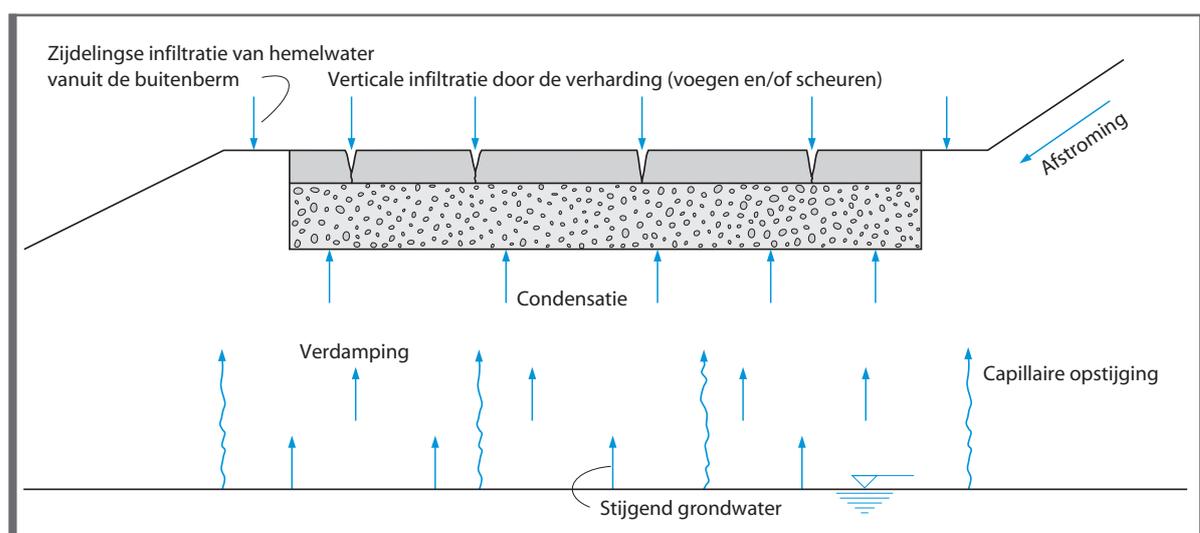
Bij een klassieke (ondoorlatende) constructie en in ideale omstandigheden stroomt het water aan het oppervlak af en wordt het snel afgevoerd, zodat het niet op het wegooppervlak blijft stilstaan of in de constructie doordringt (figuur 1.5). In de praktijk dringt uiteindelijk toch steeds een deel van het water in de constructie door, met name door voegen en scheuren.



Figuur 1.5 Ideale situatie

### 1.2.1 Hoe kan water in een wegconstructie doordringen?

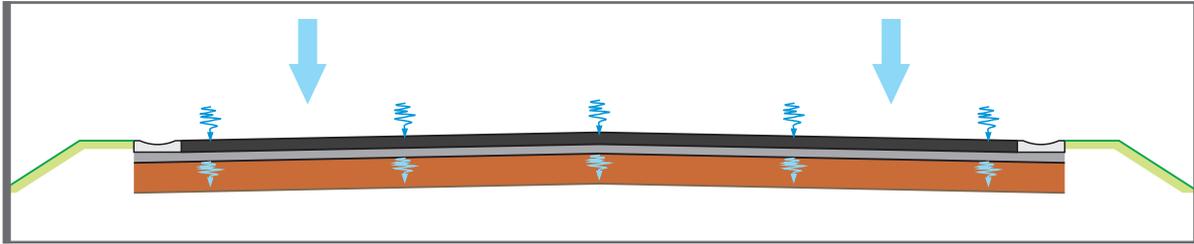
Water kan verticaal, zijdelings of van onderuit in een wegconstructie doordringen.



Figuur 1.6 Wijzen waarop water in een wegconstructie kan doordringen

### 1.2.1.1 Verticale infiltratie

Door voegen en/of scheuren in de verharding kan water verticaal in een wegconstructie doordringen.



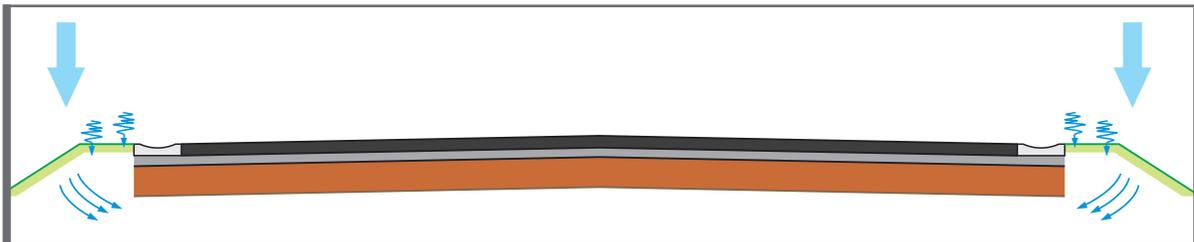
**Figuur 1.7** Verticale infiltratie door voegen en/of scheuren in de verharding

### 1.2.1.2 Zijdelingse infiltratie

Bij een baanbed van fijne grond kan water zijdelings tot onder de constructie worden gezogen (perifeer effect).

Water uit de buitenberm kan ter hoogte van de fundering zijdelings in een wegconstructie doordringen (zijdelingse waterbeweging of capillaire diffusie in fijne grond).

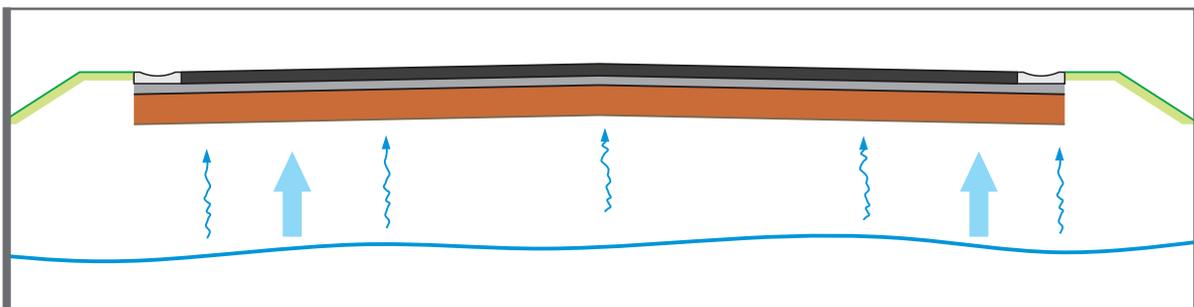
Ook verstopte sloten kunnen aanleiding geven tot zijdelingse infiltratie.



**Figuur 1.8** Zijdelingse infiltratie

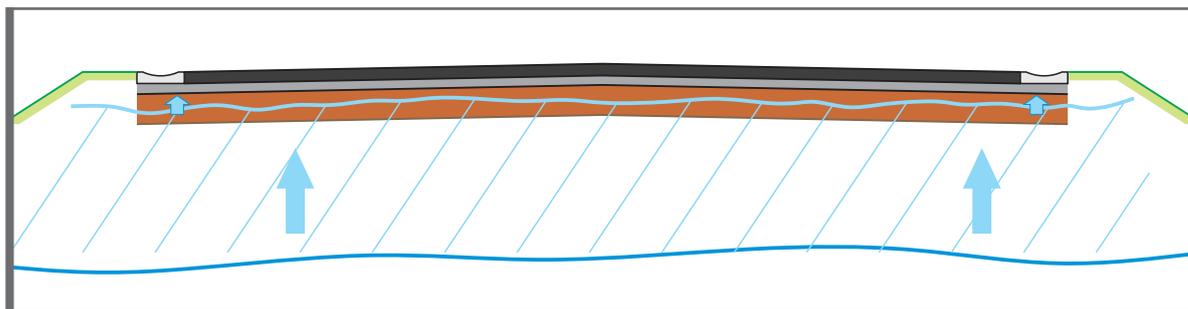
### 1.2.1.3 Infiltratie van onderuit

Door capillaire opstijging (figuur 1.9) kan in de wegconstructie een hangende waterlaag worden gevormd.



**Figuur 1.9** Capillaire opstijging van water

Ook stijgend grondwater (figuur 1.10) kan in de constructie doordringen en deze nat maken.



**Figuur 1.10** *Stijgend grondwater*

Als vorstgevoelige grond van het baanbed bevroert, vormt aangezogen grondwater of water uit onderliggende lagen (eventueel uit buitenbermen en zelfs uit sloten) ijslenzen. Zolang de grond niet volledig ontdooid is, zal bij dooi de grote hoeveelheid vrijkomend dooiwater enkel een uitweg in de onderfundering vinden.

Ook bij de bouw van een nieuwe weg of bij de volledige of gedeeltelijke reconstructie van een bestaande weg kan water in de constructie doordringen als de onderbouw en het baanbed niet met een ondoorlatende verharding zijn beschermd. In beide gevallen dienen tijdens de uitvoering passende beschermende maatregelen te worden genomen (zie de hoofdstukken 3 *Aanbevelingen voor de uitvoering* en 5 *Aanbevelingen voor reconstructie- en verbeteringswerkzaamheden*).

Water in het weglichaam heeft diverse nadelige effecten. De aard en de omvang ervan hangen af van de wegpbouw en van de aard van de aanwezige grond in het baanbed.

## 1.2.2 Wat zijn de risico's van water in een wegconstructie?

### 1.2.2.1 Draagvermogenverlies

Leem- en kleihoudende grond is zeer gevoelig voor schommelingen in het watergehalte. Bij te natte leem- en kleihoudende grond neemt het draagvermogen drastisch af. Zandhoudende grond is minder gevoelig voor dergelijke schommelingen.



**Figuur 1.11** *Voorbeeld van natte, weinige draagkrachtige grond*

Onvoldoende draagvermogen van het baanbed kan aanleiding geven tot vervorming van de lagen in een constructie. Water in de constructie kan schade aan de weg versnellen. Zo ontstaat een vicieuze cirkel: water dringt door voegen en scheuren in de constructie door, het draagvermogen vermindert en er treden vervormingen op, die het ontstaan van scheuren en openstaande voegen versnellen.

Ook met water verzadigde lagen van het weglichaam kunnen hun draagvermogen verliezen. Bovendien gaan aggregaten onder invloed van het verkeer onderling bewegen en over elkaar wrijven, met afslijting als gevolg. Dit effect wordt nog versterkt in aanwezigheid van water. Op lange termijn vermindert hierdoor het draagvermogen van de laag.

### 1.2.2.2 Verontreiniging met fijne bestanddelen



**Figuur 1.12** Opstijging van fijne bestanddelen

Onder invloed van het verkeer komt het aanwezige water in het baanbed onder druk te staan en wordt het naar boven geperst. Fijne gronddeeltjes worden meegevoerd en komen zo in de onderfundering en vervolgens ook in de bovenliggende lagen terecht. Dit effect wordt nog versterkt als de lagen min of meer grote holten vertonen en de grond fijne plastische bestanddelen bevat.

Verontreiniging met fijne bestanddelen doet het draagvermogen van een korrelvormige laag afnemen (als gevolg van een lagere inwendige wrijvingshoek), vermindert de doorlatendheid van de laag en maakt ze gevoeliger voor vorst.

De maatregelen om verontreiniging met fijne bestanddelen te voorkomen, staan beschreven in § 2.3.2.1 *Drainagelaag*.

### 1.2.2.3 Ernstige schade ten gevolge van water en vorst



**Figuur 1.13** Wegschade ten gevolge van de inwerking van water en vorst

Als vorstgevoelige grond van een baanbed bevroert, vormen zich over een bepaalde dikte ijslenzen. Als het vrij lang vriest, wordt een ijslaag gevormd en kan swelling ontstaan (opvriezen).

Bij dooi smelt ijs van boven naar onder. Het water zit dan ingesloten tussen de ondoorlatende verharding en de onderliggende ijslaag. Het draagvermogen van de verzadigde laag neemt af. Onder invloed van het verkeer kan ernstige schade aan de wegconstructie optreden.

Bij toepassing van secundaire of gerecyclede materialen in (onder)funderingen verdient dit aspect bijzondere zorg en aandacht. Dergelijke materialen zijn doorgaans gevoeliger voor vorst dan natuurlijke materialen.

#### 1.2.2.4 Gevaarlijk wegdek



**Figuur 1.14** *Aquaplaning*

Bestuurders kennen het gevaar van water op de weg. Stilstaand water maakt het wegoppervlak glad en bij hevige regenbuien ontstaat gevaar voor aquaplaning. Het wegprofiel dient dan ook zo ontworpen en uitgevoerd te worden dat stagneren van water op het wegoppervlak wordt vermeden (§ 2.1.2.2 *Wegprofiel*).

Bij regenweer vermindert ook de zichtbaarheid op de weg.

Sneeuw en ijzelplekken op het wegoppervlak zijn nog gevaarlijker en veroorzaken elke winter heel wat verkeersongevallen.

#### 1.2.2.5 Watergevoeligheid van asfalt



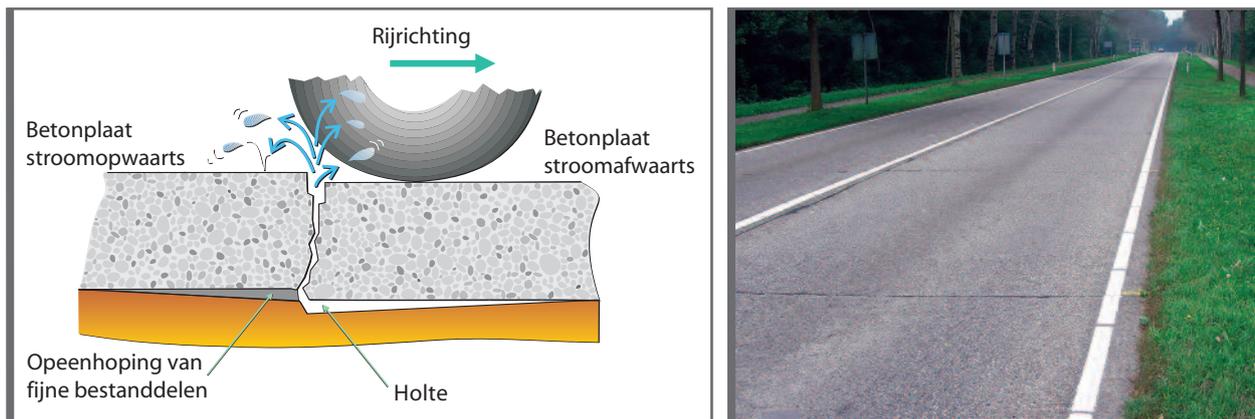
**Figuur 1.15** *Versnelde conditionering van asfaltproefstukken bij 40 °C gedurende 72 h*

Van de vele factoren die tot de duurzaamheid van een asfaltmengsel bijdragen, wordt de interactie tussen bindmiddel en aggregaat als een van de voornaamste erkend. Onvoldoende adhesieve sterkte in een mengsel kan al snel aanleiding geven tot bezwijken van de verharding. Water is hierbij een cruciale factor. Het kan de interactie tussen bindmiddel en aggregaat doorbreken en zo een grote aanzet tot falen van een asfaltmengsel geven.

De Europese normen NBN EN 12697-12 *Bitumineuze mengsels – Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt – Deel 12: Bepaling van de watergevoeligheid van bitumineuze proefstukken* en NBN EN 12697-23 *Bitumineuze mengsels – Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt – Deel 23: Bepaling van de slijttreksterkte van bitumineuze proefstukken* bieden momenteel een methode om het effect van conditionering in en verzadiging met water op de indirecte treksterkte te bepalen. Op die manier kan het mogelijke effect van materiaalkeuzen en/of van het mengselontwerp op de watergevoeligheid van een asfaltmengsel worden nagegaan.

#### 1.2.2.6 Pompen

Pompen is een verschijnsel waarbij water dat tussen een betonplaat en een funderingslaag zit naar boven wordt geperst wanneer de plaatranden onder zware verkeersbelasting doorbuigen. Dit verschijnsel veroorzaakt ook uitspoeling in het contactvlak tussen de fundering en de verharding, met hoogteverschillen tussen aangrenzende platen, oppervlakschade, of breken van de betonplaten als gevolg.



**Figuur 1.16** *Pompen*

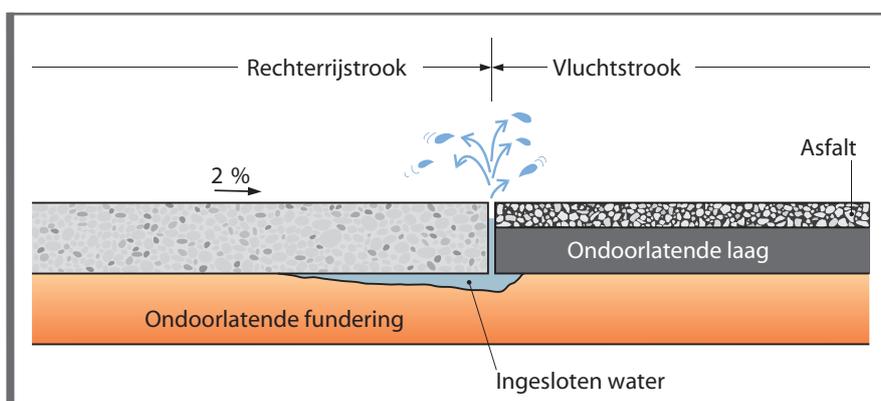
### 1.2.2.7 *Punch-out*

Punch-out is een specifiek verschijnsel bij doorgaand gewapend beton (DGB). Betonplaten aan de buitenkant van de weg breken, met verbrijzeling en uitbrokkeling van het beton onder invloed van het verkeer als gevolg.

Punch-out wordt bevorderd door:

- de aanwezigheid van water in de fundering en in het contactvlak tussen de fundering en de verharding;
- een erosiegevoelige fundering;
- de inwerking van zwaar verkeer op de plaatranden;
- de aanwezigheid van dicht bij elkaar liggende scheuren.

Het verloop van punch-out kan als volgt worden beschreven. Water dat zich onder de rand van de betonplaat bevindt, wordt bij de passage van zwaar verkeer onder druk gezet. Het water veroorzaakt afschuring van de fundering door herhaaldelijk pompen van de buitenrand van de verharding. Hierdoor ontstaan kleine holten onder de betonplaten. Er ontstaan dicht opeenvolgende dwarsscheuren. Door het pompen verminderen de aanwezige holten de lastoverdracht via de scheuren. Hierdoor nemen de buigspanningen in dwarsrichting sterk toe en ontstaat op termijn een langsscheur op 0,50 m tot 1 m van de rand van de verharding. Onder invloed van het verkeer wordt het aldus gevormde brokstuk snel instabiel. Het zal uiteindelijk in stukken breken en worden uitgeperst.



**Figuur 1.17** *Punch-out*

Punch-out kan onder meer worden versterkt:

- als een asfaltlaag tussen de verharding en de fundering ontbreekt;
- als geen drainage aan de randen of in de middenberm is voorzien;
- als de voegen niet waterdicht zijn;
- bij gebrekkige kwaliteit van de fundering van schraal beton.

### 1.2.2.8 Onstabiele hellingen

Water in taluds doet de schijnbare cohesie van de grond afnemen, waardoor de stabiliteit wordt aangetast en zich grondverschuivingen kunnen voordoen.



**Figuur 1.18** *Grondverschuivingen*

### 1.2.2.9 Uitspoeling

Om uitspoeling aan het oppervlak (uitwendige erosie) snel te kunnen beheersen, dient de infrastructuur geregeld visueel te worden geïnspecteerd. Na uitzonderlijk hevige regenval is een extra inspectie aanbevolen.



**Figuur 1.19** *Uitspoeling*

Ondergrondse uitspoeling (inwendige erosie) is gevaarlijker omdat ze doorgaans pas wordt opgemerkt als het te laat is. Ze treedt op als bijvoorbeeld lekkende verzamelingen grote holten in de grond doen ontstaan. Deze holten veroorzaken vaak plotse weginstortingen.



**Figuur 1.20** *Inwendige erosie*

## 1.3 Milieuaspecten

Hierna wordt dieper ingegaan op de milieuwetgeving voor water met betrekking tot de wegebouw.

Er bestaat geen specifieke wetgeving voor water van wegendrainage. De wetgeving handelt enkel over afvalwater.

### 1.3.1 Hemelwater versus afvalwater

Historisch gezien was de milieuwetgeving voor water uit curatief en sanitair oogpunt eerst op het verzamelen en behandelen van afvalwater gericht. In dit verband is het relevant te verwijzen naar de *federale wet* van 1971 [8] en het **Koninklijk Besluit** (KB) van 1976 voor het lozen van afvalwater in de gewone oppervlaktewateren, in de openbare riolen en in de kunstmatige afvoerwegen voor regenwater [9]. Deze wetgeving is nog steeds gedeeltelijk van toepassing in de drie Gewesten van ons land. Voorts hebben ook de Gewesten diverse wettelijke bepalingen voor de behandeling en lozing van afvalwater uitgevaardigd.

De wet en het KB handelen specifiek over **afvalwater**. Afvalwater is water dat door gebruik of menselijke handelingen verontreinigd is. Het KB onderscheidt twee soorten van afvalwater:

- normaal huishoudelijk afvalwater van sanitaire installaties, keukens, wasmachines, enz. en, in voorkomend geval, hemelwater;
- ander dan normaal huishoudelijk afvalwater.

Bij wegen stroomt hoofdzakelijk hemelwater naar kunstmatige afvoerwegen af. Hemelwater dat als neerslag (regen, sneeuw, dauw) op het wegoppervlak valt, kan tijdens het afstromen vervuild geraken, bijvoorbeeld door contact met zand, slib, diverse microverontreinigingen, motorolie of andere stoffen van voertuigen in het verkeer, of door de aanwezigheid van wegzout of andere stoffen ten gevolge van een accidenteel ladingverlies bij vrachtwagens, enz. Het wordt dan als afvalwater beschouwd.

#### Noot

Afstromend water dat niet verontreinigd is, wordt niet als afvalwater beschouwd!

De regel is:

- als een openbare weg van openbare riolen is voorzien, mag afvalwater niet in een kunstmatige afvoerweg voor regenwater (sloot, greppel of aquaduct) worden geloosd (artikel 27 van het voornoemde KB);
- als een openbare weg niet van openbare riolen is voorzien, mag huishoudelijk afvalwater (met uitzondering van water met fecale resten) na zuivering (vetafscheiding, enz.) in een kunstmatige afvoerweg voor regenwater worden geloosd (artikel 28 van het voornoemde KB).

Het dient dan ook te vermeden dat verontreinigd hemelwater in kunstmatige afvoerwegen voor regenwater terechtkomt.

Als bij een ongeval koolwaterstoffen of andere gevaarlijke stoffen op de openbare weg terechtkomen, moeten de hulpdiensten het wegoppervlak schoonmaken, om te verhinderen dat de verontreinigende stoffen met het hemelwater mee worden afgevoerd.

### 1.3.2 Europese kaderrichtlijn Water

Recentere wetgeving beschouwt water uit het oogpunt van duurzame ontwikkeling als een kostbaar goed, dat als drinkwater moet worden beschermd. Ze heeft echter ook oog voor de gevaren van teveel water op de verkeerde plaats (gevaar voor overstromingen) en voor de problemen van watertekort (verdroging).

Duurzaam waterbeleid is verwoord in de *Europese kaderrichtlijn Water* (KRW) [10], één van de belangrijkste milieurichtlijnen voor water. Deze richtlijn is sinds 22 december 2000 van kracht en tekent een eenvormig waterbeleid voor de hele Europese Unie uit. De KRW heeft als doel tegen 2015 de waterkwaliteit en -voorraden in Europa veilig te stellen, en de gevolgen van overstromingen en droogten af te zwakken. Ze verplicht de lidstaten:

- de waterbronnen duurzaam te beheren;
- verontreiniging van aquatische ecosystemen en grondwater tegen te gaan;
- de bevolking drinkwater van goede kwaliteit te leveren;
- lozing van verontreinigende stoffen te verminderen;
- de gebruikers aan het waterbeleid te laten participeren.

De praktische uitwerking van de KRW gebeurt op basis van stroomgebiedbeheersplannen en maatregelenprogramma's.

Diverse deelrichtlijnen vullen de KRW aan:

- deelrichtlijn *Grondwater* (richtlijn 2006/118/EG) zorgt voor een kader voor preventie- en controlemaatregelen om de verontreiniging van grondwater tegen te gaan. Het betreft maatregelen om de chemische toestand van grondwater te beoordelen en de aanwezigheid van verontreinigende stoffen te verminderen;
- deelrichtlijn *Prioritaire Stoffen* (richtlijn 2008/105/EG) legt kwaliteitsnormen voor oppervlaktewater voor een aantal gevaarlijke stoffen vast;
- deelrichtlijn *Overstromingen* (richtlijn 2007/60/EG) moet ervoor zorgen dat de lidstaten het risico op overstromingen beter kunnen inschatten en maatregelen nemen om de schade te beperken. De richtlijn bouwt voort op de aanpak en plannen van de KRW.

In België is de KRW omgezet in drie gewestelijke regelgevingen:

- het decreet betreffende het *Integraal Waterbeleid* [11] in Vlaanderen;
- de *Code de l'Eau* [12] in Wallonië;
- de ordonnantie tot opstelling van een kader voor het waterbeleid [13] in het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest.

### 1.3.3 Gewestelijke regelgeving voor hemelwater

Om de omschakeling naar een duurzamer waterbeleid volgens de KRW [13] verder vorm te geven, hebben de Gewesten in het kader van ruimtelijke ordening en stedenbouw ook maatregelen genomen om de afvoer van afstromend hemelwater van verharde oppervlakken via kunstmatige afvoerwegen in plaats van via de openbare riolering te bevorderen.

Voor de aanleg van nieuwe verharde oppervlakken in Vlaanderen is sinds 2005 de gewestelijke **stedenbouwkundige verordening** inzake hemelwaterputten en gelijksoortige constructies [14] richtinggevend.

Deze verordening geeft voorschriften voor de lozing van niet verontreinigd hemelwater van verharde oppervlakken (dakoppervlakte > 75 m<sup>2</sup> in horizontale projectie, verharde grondoppervlakken > 200 m<sup>2</sup> [15]<sup>[2]</sup>) voor het verkrijgen van een bouwvergunning. De grondbeginselen zijn als volgt:

- hemelwater zoveel mogelijk nuttig gebruiken door installatie van een hemelwaterput en een operationele pomp;
- overtollig hemelwater laten infiltreren of bufferen door middel van infiltratievoorzieningen of waterdoorlatende verhardingen;
- als nuttig gebruik, infiltratie of buffering niet mogelijk zijn, hemelwater vertraagd afvoeren. Overtollig hemelwater en afvalwater dienen gescheiden te worden afgevoerd. Lozing van hemelwater in de openbare riolering is enkel toegestaan bij afwezigheid van een kunstmatige afvoerweg voor hemelwater of van een oppervlaktewater.

Deze verordening is **niet van toepassing voor openbare wegen** (met uitzondering van parkeerterreinen, enz.). Niettemin wordt aanbevolen voor de aanleg van nieuwe wegen zoveel mogelijk dezelfde grondbeginselen als voor private toepassingen te volgen. Het spreekt vanzelf dat ook voor openbare wegen gescheiden afvoer, maximaal behoud en zelfs herstel van open sloten voor de opvang van hemelwater moeten worden nagestreefd.

Gelijksoortige regelingen gelden in het Waalse en het Brusselse Gewest [16, 17].

#### Noot

Aangenomen wordt dat alle materialen (in het bijzonder uitgegraven grond en secundaire grondstoffen als bouwstof in ophogingen, (onder)funderingen of verhardingen) aan de toepasselijke regelgeving [18, 19, 20, 21] voldoen en geen extra gevaar voor bodem- of grondwaterverontreiniging vormen. Als dat niet het geval is, mogen ze niet worden toegepast.

[2] *Krachtens het Besluit van de Vlaamse Regering van 5 juli 2013 (Belgisch Staatsblad van 8 oktober 2013) [15] is de voornoemde gewestelijke stedenbouwkundige verordening vanaf 2014 van toepassing op verharde oppervlakken vanaf 40 m<sup>2</sup>. Bij verkavelingen met nieuwe wegen zijn collectieve infiltratievoorzieningen verplicht.*



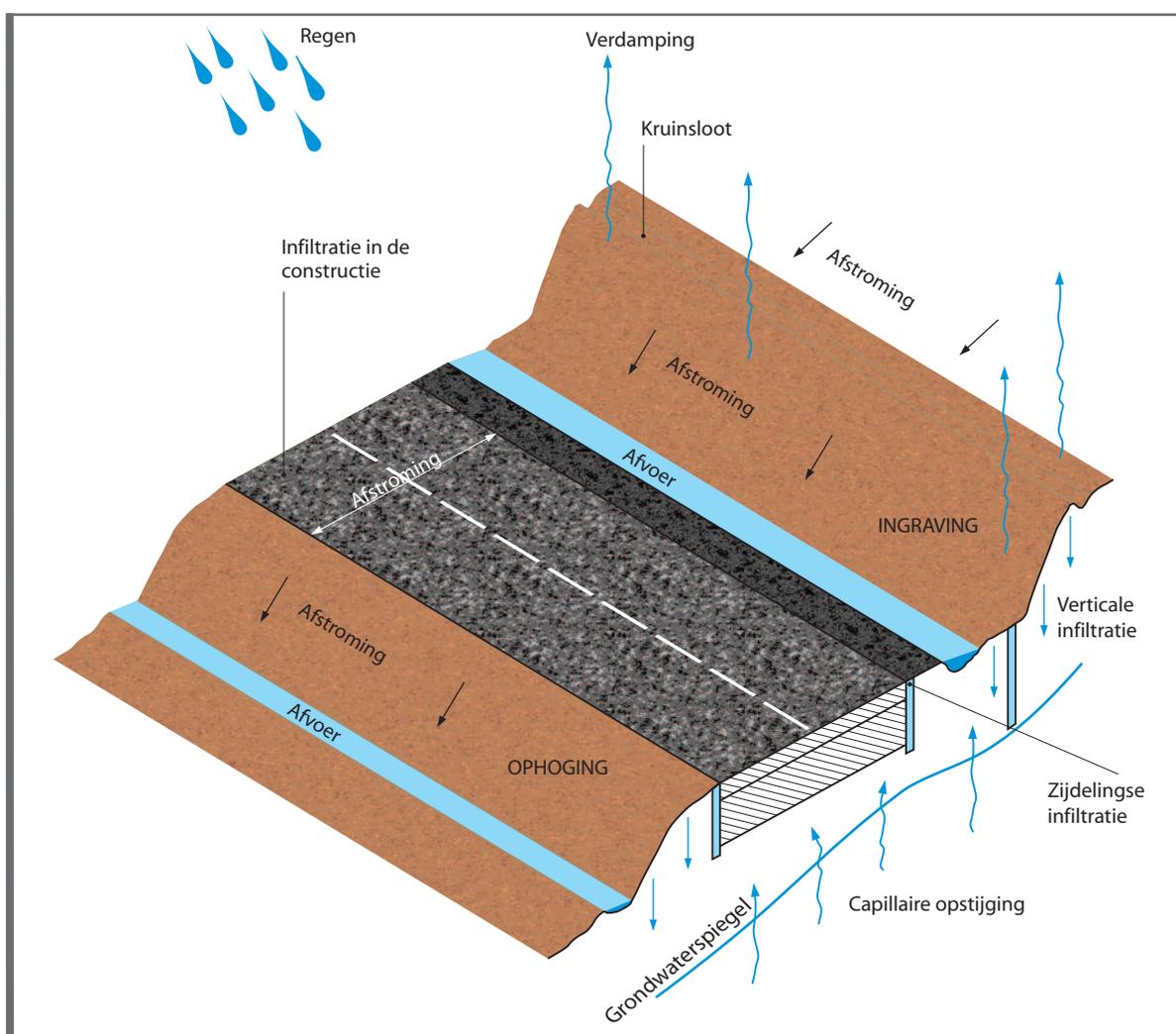
# Hoofdstuk 2

## Aanbevelingen voor het ontwerp

### 2.1 Afvoer van oppervlaktewater

#### 2.1.1 Inleiding

Hemelwater dat op het grondoppervlak valt, kan **stilstaan**, **verdampen**, **afstromen** of **in de grond infiltreren**. De mate waarin het een of het ander zich voordoet, hangt af van de soort van grond, de topografie en de klimaatomstandigheden.



**Figuur 2.1** *Herkomst van water in een wegconstructie*

Als het hemelwater op een weggedeelte met verharde en onverharde (buiten- en middenbermen, taluds) delen valt, is doorgaans enkel het water dat **verdamp**t onschadelijk.

Te snel **afstromend water** kan onverharde delen uitspoelen. Als de uitspoeling de kant van de weg bereikt, kan schade optreden (ontstaan van erosiegeulen, onderspoeling van de wegconstructie, enz.).

**Stilstaand water** op een wegooppervlak kan aquaplaning en spatten veroorzaken. Bij vriesweer kunnen ijzelplekken ontstaan. Als water op onverharde buitenbermen blijft stilstaan, neemt het draagvermogen af en kunnen ze onberijdbaar worden.

**Infiltrerend water** wijzigt ingeval van stagnatie de kwaliteit van haast alle materialen waarin het doordringt. Het tast vaak het draagvermogen van grond onder het baanbed of buitenbermen en soms ook van ongebonden funderingslagen aan. Onder inwerking van vorst kan het de fundering en/of onderfundering doen zwellen. Al deze effecten beïnvloeden en versterken elkaar.

Oplossingen om deze schadelijke effecten van water te verhinderen, steunen op twee grondbeginselen:

- **de mogelijkheden voor waterinfiltratie verminderen;**
- **oppervlaktewater** via een ingericht traject **snel naar een uitmondingsconstructie leiden**, zodat het geen schade aanricht.

Om waterinfiltratie door **verharde oppervlakken** te beperken, worden ze zo ondoorlatend mogelijk gemaakt. Dat is echter niet altijd mogelijk omdat sommige verhardingssoorten (bijvoorbeeld open en halfopen asfalt) voor hun werking net specifieke kenmerken bezitten die ze minstens een bepaalde tijd poreus maken. De dwarshelling van het oppervlak zorgt ervoor dat water naar speciaal ontworpen opvangvoorzieningen zoals weggoten (watergreppels), sloten of leidingen wordt afgevoerd. Deze voorzieningen staan beschreven in § 2.1.2 *Voorzieningen voor verharde oppervlakken*.

Bij **onverharde oppervlakken (buiten- en middenbermen, taluds)** beperkt evapotranspiratie van de begroeiing de waterinfiltratie. Het overtollige water wordt naar speciaal ontworpen opvangvoorzieningen (steunberggreppels, taludgreppels, sloten) afgevoerd. Deze voorzieningen staan beschreven in § 2.1.3 *Voorzieningen voor onverharde wegstroken*. Door deze oppervlakken met een beperkte helling uit te voeren en begroeiing te bevorderen, kan het overtollige water langzaam genoeg afstromen om het risico op uitspoeling te verminderen.

Het watergehalte van grond onder onverharde, al of niet begroeide buitenbermen kan verschillen naargelang van het seizoen. Door het zogenoemde **randeffect** treedt aan de kant van de rijbaan capillaire wateruitwisseling op, met een wisselende vochttoestand van de ondergrond over een zekere breedte als gevolg. Hierdoor neemt het draagvermogen nabij de kant van de rijbaan af, met alle risico's vandien. Het randeffect is minder groot bij begroeide buitenbermen omdat evapotranspiratie van de begroeiing de vochttoestand in de ondergrond regelt. Bij begroeide buitenbermen strekken de schommelingen in de watertoestand aan elke kant van de rijbaan zich uit over een strook van 1,50 m breed; bij onbegroeide buitenbermen kan deze strook tot 4 m breed zijn. De omvang van het randeffect hangt ook af van de grondsoort en is groter bij fijne grond.

Hoe dichter bij de kant van de rijbaan, hoe groter dus de schommelingen in de vochttoestand. Dit heeft als gevolg:

- een lagere schuifweerstand en een lager draagvermogen (bij een toenemend watergehalte);
- een lagere weerstand tegen vervorming (spoorvorming);
- differentiële zettingen (scheurvorming).

In § 2.1.3 *Voorzieningen voor onverharde wegstroken* worden aanbevelingen in dit verband gedaan.

Opgevangen water moet uiteindelijk uit het weggebied worden afgevoerd. In normale omstandigheden wordt het naar een waterloop geleid, eventueel via een **opslagbekken** om piekafvoeren die de watergang moeilijk kan opvangen, af te vlakken. Deze voorzieningen staan beschreven in § 2.1.4 *Voorzieningen voor wateropvang* en § 2.4 *Voorzieningen voor wateropslag*.



**Figuur 2.2** Middeneiland

Als voor bepaalde delen van een wegconstructie (middenbermen, midden-eilanden, overgangen tussen ingraving/ophoging, ingegraven verkantingen) geen goede drainage is voorzien, kan dit de duurzaamheid van de wegconstructie ernstig in gevaar brengen.

## 2.1.2 Voorzieningen voor verharde oppervlakken

### 2.1.2.1 Beperken van waterinfiltratie

#### 2.1.2.1.1 Betonverhardingen

Betonverhardingen zijn ondoorlatend, behalve aan voegen die niet gevuld zijn of die door gebrekkig onderhoud niet meer waterdicht zijn.

Men onderscheidt twee soorten van betonverhardingen voor wegen:

- ongewapende betonplatenverhardingen;
- doorgaand gewapend beton (DGB).

Gangbare ongewapende betonplatenverhardingen zijn in het werk gestorte betonplaten zonder wapening en voorspanning. Om scheuren tegen te gaan, worden bij het ontwerp diverse soorten van voegen in de verharding voorzien. Ze moeten op passende wijze worden dichtgemaakt.

Men onderscheidt dwarsvoegen (krimp- en uitzetvoegen, constructievoegen) en langsvoegen (constructievoegen, buigingsvoegen). Eventueel worden ter hoogte van dwarsvoegen deuvels aangebracht om voor de lastoverdracht tussen platen te zorgen; verankeringsstaven verhinderen het opengaan van langsvoegen. Water dat door voegen in de constructie doordringt, kan de stalen elementen corroderen.

Om de krimp- en uitzetbewegingen van beton aan dwarsvoegen mogelijk te maken, worden deuvels van glad wapeningsstaal toegepast. Het staal is gegalvaniseerd of voorzien van een laag van bitumineus vernis of hars. Op die manier zijn ze ook tegen corrosie beschermd. Wapeningsstaven in langsvoegen zijn van gegroefd staal. Ze worden bij voorkeur met een synthetische harscoating tegen corrosie in het middengedeelte beschermt. Een dergelijke coating komt in België echter zelden voor.

Bij DGB komen geen krimp- of uitzetvoegen voor, enkel constructie- en buigingsvoegen. Krimp wordt gespreid over een reeks fijne scheuren. De langswapening beperkt de scheurvorming en de scheurwijdte. Voor wegen met druk verkeer wordt tussen de betonverharding en de fundering van schraal beton een asfaltlaag aangebracht, om uitspoeling van de fundering door pompen van insijpelend water tegen te gaan (§ 1.2.2.7 *Punch-out*).

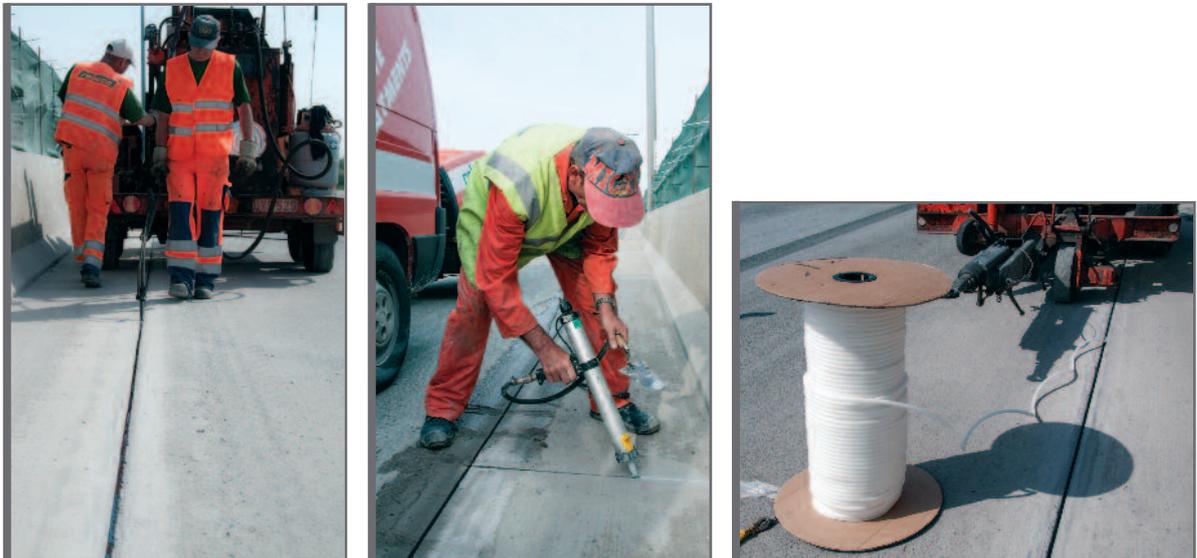
Om te voorkomen dat water door voegen in de constructie doordringt en er ingesloten wordt, worden voegen met een goed hechtende plastische en/of elastische voegvullingsmassa of met voorgevormde profielen dichtgemaakt.

Voor een efficiënte en duurzame voegdichting zijn de volgende aspecten van belang:

- voorzienbare voegbewegingen;
- keuze van het dichtingsproduct;
- voegafmetingen;
- wijze van aanbrenging van het dichtingsproduct.

Men onderscheidt drie hoofdsoorten van dichtingsproducten (figuur 2.3):

- warm gegoten voegvullingsmassa's. Dit zijn de gangbaarste dichtingsproducten;
- koud gegoten of gespoten voegvullingsmassa's. Dit zijn elastische materialen met elastomeren;
- voorgevormde profielen (voegbanden) van kunstrubber.



**Figuur 2.3** Dichtmaken van voegen in een betonverharding; met warm gegoten voegvullingsmassa's (links), met koud gegoten of gespoten voegvullingsmassa's (midden) en met voorgevormde profielen (rechts)

De specifieke kenmerken en toepassingen van deze dichtingsproducten staan beschreven in OCW-publicatie *Handleiding voor de uitvoering van betonverhardingen – A 75/05* [7].

Voegen worden gezaagd met een brede diamantzaag in het bovenste deel van de voeg. Een voeg is maar goed dichtgemaakt als krimp en uitzetting van de dichting binnen toegestane grenswaarden blijven. Die grenswaarden hangen af van de kenmerken van het toegepaste dichtingsproduct. In de praktijk worden de voegafmetingen bij het ontwerp vastgesteld.

Naast de kwaliteit is ook de aanbrenging van het dichtingsproduct van essentieel belang. Men onderscheidt de volgende uitvoeringsfasen:

- verifiëren van de voegafmetingen;
- reinigen en drogen van voegopeningen;
- aanbrengen van voegbodem;
- eventueel aanbrengen van kleefvernis;
- bereiden en aanbrengen van het dichtingsproduct.

Visuele controle van de staat en de waterdichtheid van voegen is van essentieel belang. Controle en onderhoud dienen geregeld plaats te vinden. De frequentie hangt af van de soort van voeg.

#### 2.1.2.1.2 Asfaltverhardingen

Water dat door asfalt in een wegconstructie doordringt, heeft een rechtstreekse invloed op de duurzaamheid van de verharding. Op het niveau van de asfaltverharding kan onthulling van de aggregaten in het asfaltmengsel en/of loskomen van de asfaltlagen optreden. Als water dat tot in de fundering doordringt niet kan worden afgevoerd, wordt het draagvermogen van deze laag aangetast, met scheurvorming of netscheurvorming in het asfalt als gevolg. Ook bij vorst kan water in de asfaltverharding of de fundering ernstige schade veroorzaken zoals loskomen van de asfaltlagen door zwellen, vorming van kippennesten, verzakkingen, enz.

Een asfaltverharding moet een wegconstructie waterdicht maken. Een van de lagen in de verharding (toplaag, onderlaag of kleeflaag) moet dan ook ondoorlatend zijn. Een toplaag van asfaltbeton (AB of SMA) is ondoorlatend. Bij open en halfopen (ZOA) en halfdichte (*Ultra Thin Layer* – RUMG, *Very Thin Layer* – BBTM<sup>[3]</sup>) asfaltmengsels maken onderlagen of een dikke kleeflaag het geheel ondoorlatend.

Hier zij opgemerkt dat verhardingen met een grove macrotuur (open of halfopen mengsels en in mindere mate ook steenmastiakasfalt (SMA)) een goed waterafvoerend vermogen bezitten. Zij voorkomen dat zich een te dikke waterlaag op het weggoppervlak vormt en dragen zo bij aan de veiligheid van weggebruikers (afvoer van oppervlaktewater). Bij ZOA wordt dit effect nog versterkt omdat het asfalt als bufferreservoir optreedt. Water wordt op het niveau van de eerste onderlaag opgevangen en stroomt zijdelings af tot het in weggoten wordt opgevangen en afgevoerd. Het onderste deel van de ZOA-laag moet zich dus op het niveau van de weggoten bevinden, zodat het water niet in de doorlatende laag wordt ingesloten. Als een dergelijke aanpak niet mogelijk is, wordt een uitmondingsconstructie voorzien, die verbonden is met het drainagesysteem van de wegconstructie.

Voegen in onderlagen dienen zorgvuldig te worden uitgevoerd. Na de aanleg kunnen ze immers niet worden gecontroleerd of gerepareerd zonder de doorlatende laag aan het oppervlak te verwijderen. Langs- en dwarsvoegen in ZOA mogen niet samenvallen met voegen in onderliggende lagen.

Bij dicht asfalt kan eventueel water door gebrekkig uitgevoerde stortvoegen in de constructie doordringen. Stortvoegen ontstaan als twee nevenliggende of opeenvolgende asfaltstroken niet gelijktijdig worden verdicht. Om stortvoegen zoveel mogelijk te vermijden, dient het asfalt in brede stroken of gestaffeld (parallel met verschillende asfaltspreidmachines) te worden verwerkt. Om het ontstaan van zwakke punten tegen te gaan en het risico op infiltratie te verminderen, dienen de voegen met ten minste 15 cm in de dwarsrichting ten opzichte van voegen in de onderliggende laag te verspringen. Dwarse stortvoegen dienen met 1 m ten opzichte van voegen in de onderliggende laag te verspringen.

Voegen in toplagen worden enkel bij toepassing van asfaltmengsels met een zandskelet of SMA-mengsels behandeld. Ze worden gerealiseerd met voorgevormde bitumineuze of geëxtrudeerde voegbanden.

Voegen in andere asfaltsoorten (ZOA, BBTM, RUMG) worden niet behandeld, om de waterstroming in de open of halfopen laag niet te hinderen.

#### 2.1.2.1.3 Randvoegen

Ongeacht de soort van verharding vormen randvoegen een **ernstig risico op waterinfiltratie**. Randvoegen zijn voegen tussen de rijbaanverharding en trottoirbanden, kantstroken, weggoten, verharde buitenbermen, enz. Door de verschillende aard en belasting ondergaan de twee randen van dergelijke voegen tijdens de levensduur van de weg relatieve bewegingen die een efficiënte en duurzame dichting zo goed als onmogelijk maken.

[3] BBTM en RUMG zijn geen gangbare asfaltsoorten in Vlaanderen.



Door gebrekkige voegen kan water in de constructie doordringen en deze aantasten. Als het water door een ondoorlatend element wordt ingesloten, kan vrij snel schade optreden.

Bovendien is de verharding aan de randen vaak onvoldoende verdicht.

Het waterdicht houden van randvoegen is in wezen een kwestie van geregeld onderhoud. In hoofdstuk 4 *Aanbevelingen voor het onderhoud* worden aanbevelingen in dit verband gedaan.

Als bij de renovatie van een weg lijnvormige betonelementen worden aangebracht die er voorheen niet waren, moet ervoor worden gezorgd geen water met deze elementen en de gebonden fundering ervan in te sluiten (hoofdstuk 5 *Aanbevelingen voor reconstructie- en verbeteringswerkzaamheden*).

**Figuur 2.4** Geen voeg



Om schade in deze potentieel gevoelige zones tegen te gaan, wordt aanbevolen een **extra breedte** van de verharding en een goed doorlatende fundering en onderfundering aan te brengen, zodat insijpelend water niet in de constructie wordt ingesloten. De eigenlijke rijbaan wordt dan met een wegmarkering afgebakend.

**Figuur 2.5** Extra breedte van de betonverharding

### 2.1.2.3a Buitenranden van asfaltverhardingen

Een asfaltverharding wordt doorgaans met lijnvormige elementen opgesloten.

Voegen tussen een asfaltverharding en lijnvormige betonelementen worden gedicht met een voegvullingsmassa of door aanbrenging van een voorgevormde bitumineuze voegband of een voorgevormd of warm geëxtrudeerd voegprofiel tegen de lijnvormige betonelementen.

Bij andere asfaltsoorten (ZOA, BBTM en RUMG ) is een dergelijke behandeling van de buitenranden in verband met de waterafvoerverzorging niet toegestaan.

Niet-opgesloten buitenranden van een AB- en SMA-verharding worden bestreken met een emulsie of een onverdund bindmiddel van dezelfde soort als het toegepaste asfaltmengsel.

### 2.1.2.3b Betonverhardingen

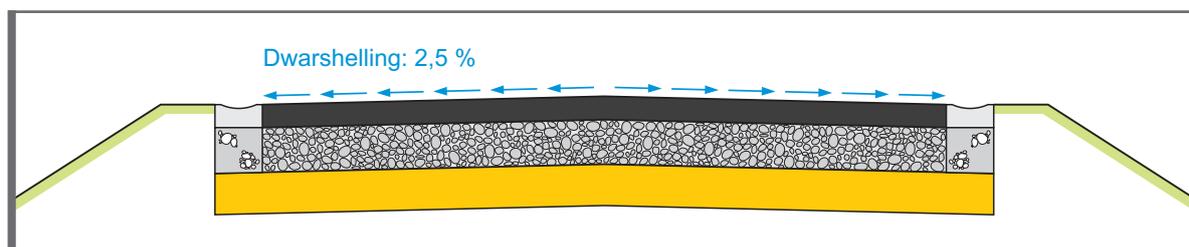
Betonverhardingen zijn stijve verhardingen en behoeven geen kantopsluiting.

### 2.1.2.2 Wegprofiel

Het wegprofiel zorgt ervoor dat water zo snel mogelijk van het oppervlak afstroomt en er zo weinig mogelijk op blijft stilstaan.

#### 2.1.2.2.1 Rijbaan

Voor rechte weggedeelten is een dwarshelling van ten minste 2 % (wegen met weinig verkeer) en bij voorkeur 2,5 % (voorgeschreven helling in de standaardbestekken) aanbevolen. Dit vereist bijzondere aandacht bij het ontwerp en de uitvoering.



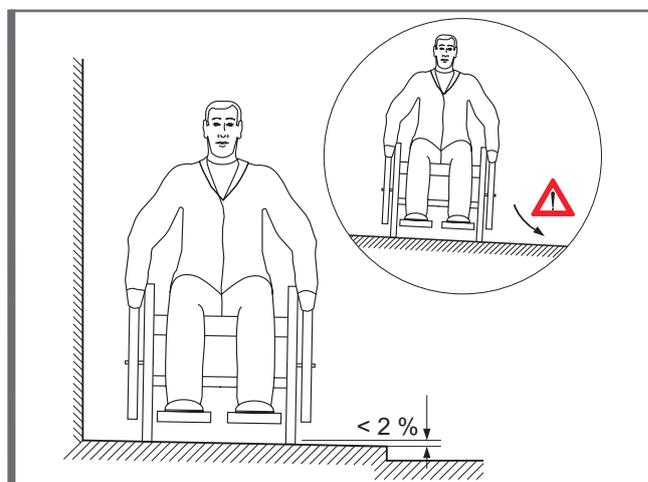
**Figuur 2.6** Wegprofiel

Plotselinge verhogingen (bijvoorbeeld wegmarkeringen) in de dwarshelling moeten worden vermeden. Het cumulatieve effect van dwars- en langshellingen mag de afstroming niet vertragen, in het bijzonder in weggedeelten waar de richting van de verkanting wijzigt. Dergelijke zones moeten dan ook zo kort mogelijk zijn.

Snelle en sterke waterstroming over een kleine breedte, zoals op steile hellingen kan voorkomen, moet worden vermeden. Bij opeenvolgende tegengestelde bochten kan het water dan van de ene naar de andere kant van de rijbaan aflopen waardoor de waterstroming haast in de wegas wordt gekanaliseerd.

#### 2.1.2.2.2 Trottoirs en fietspaden

Verhardingen van trottoirs en fietspaden worden met een dwarshelling van ten minste 2,5 % aangebracht. Voor het comfort van de voetgangers bedraagt de dwarshelling van trottoirs het best niet meer dan 5 %.



**Figuur 2.7** Aanbevolen maximale dwarshelling van trottoirs ten behoeve van personen met beperkte mobiliteit

#### Noot

Om kantelen en vermoeidheid bij personen met beperkte mobiliteit tegen te gaan, wordt in de gewestelijke documenten voor de toegankelijkheid van openbare ruimten [23, 24, 25] voor trottoirs een maximale dwarshelling van 2 % aanbevolen.

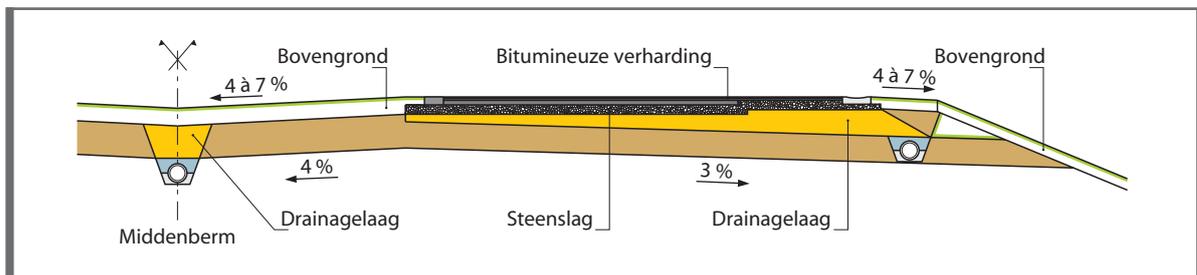
## 2.1.3 Voorzieningen voor onverharde wegstroken

### 2.1.3.1 Buiten- en middenbermen

Tenzij de grond zo doorlatend is dat haast geen water kan afstromen of blijven stilstaan, worden buiten- en middenbermen met een dwarshelling aangebracht die ervoor zorgt dat het water wordt afgevoerd zonder ernstig risico op uitspoeling.

Als de dwarshelling naar de nabijgelegen middenberm toeloopt, dient ze 4 % tot 7 % te bedragen (figuur 2.8). Onder de middenberm dient dan een axiale verzamelleiding te worden aangebracht. Als de dwarshelling nabij de middenberm naar de rijbaan toeloopt, wordt een kleinere helling voorzien om uitspoeling aan de kant van het verharde oppervlak en infiltratie aan deze kant tegen te gaan.

De dwarshelling naar de buitenkant van de rijbaan dient 4 % tot 7 % te bedragen.



**Figuur 2.8** Buiten- en middenberm

Water van onverharde oppervlakken mag nooit op de rijbaan afstromen, om moddervorming op het weggoppvlak te vermijden. Tussen onverharde wegstroken en de rijbaan worden weggoten aangebracht om het water op te vangen. Bovendien moet worden voorkomen dat door het cumulatieve effect van de dwars- en langshellingen van een buiten- of middenberm op een bepaalde plek een snelle en grote waterstroming ontstaat, waardoor water over de weggoot stroomt en op de rijbaan terechtkomt.

Bij het ontwerp van het dwarsprofiel mag niet uit het oog worden verloren dat het niveau van een begroeid oppervlak geleidelijk kan verhogen. Er moet voor worden gezorgd dat in dergelijke gevallen de waterstroming niet ernstig wordt belemmerd en water bijvoorbeeld in een laag punt van het lengteprofiel stagneert. Indien nodig wordt hinderlijke vegetatie bij het periodieke onderhoud weggehaald.

Om bij een buitenberm met een sterke langshelling waterstroming in de lengterichting over een grote afstand tegen te gaan, is het aanbevolen een zo groot mogelijke dwarshelling van de rijbaan te voorzien en dwarsgoten aan te brengen om de waterstroom naar verzamelleidingen te voeren. Stroomafwaarts vertoont de kant van deze goten een lichte uitsprong om water efficiënt tegen te houden. Een dergelijke constructie is ook aanbevolen als de middenberm over een grote afstand dezelfde dwarshelling vertoont (hoe klein die helling ook is).

Op buiten- en middenbermen wordt grasgroei zoveel en zo snel mogelijk bevorderd. Kort en dicht gras vertraagt afstroming, gaat uitspoeling tegen, voert een deel van het water door evapotranspiratie af en verhoogt het draagvermogen.

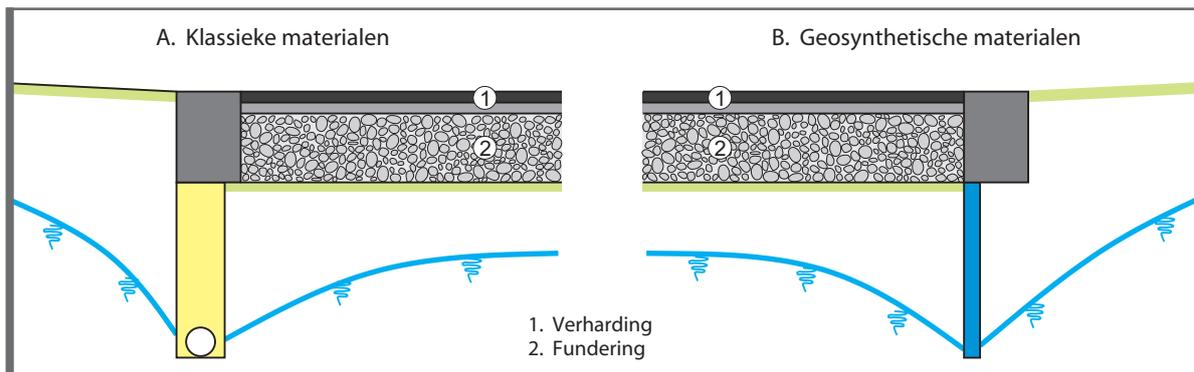


Om schade ten gevolge van het randeffect (figuur 2.9) tegen te gaan, is het aanbevolen:

- buitenbermen ondoorlatend te maken of een extra rijbaanbreedte (ten minste 1,50 m) aan te brengen. Zo wordt het randeffect verschoven naar een zone waar geen verkeersbelastingen optreden;
- de drainagelaag onder de buitenbermen te verlengen tot aan een langssleuf, sloot of talud;
- een verticaal capillair scherm aan te brengen, om capillaire wateruitwisseling tegen te gaan (figuur 2.10). Dit kan door:
  - een sleuf aan te brengen waarin drainage-materiaal wordt gestort. Dit zorgt ook voor de ontwatering van het weglichaam;
  - een geocomposiet met een filterend geotextiel en een ondoorlatend membraan aan te brengen.

Deze oplossingen vereisen voldoende beschikbare ruimte in het dwarsprofiel en blijvende ondoorlatendheid van de buitenbermen.

**Figuur 2.9** Randeffect



**Figuur 2.10** Oplossingen om het randeffect te verminderen

### 2.1.3.2 Taluds

Tenzij de grond zo doorlatend is dat geen water afstroomt, dienen maatregelen te worden genomen om taluds tegen oppervlakuitspoeling te beschermen.

Bij een talud van een ingraving waarbij op de kruin water van een groot oppervlak van natuurlijke grond afstroomt, wordt een waterdichte kruinsloot aangebracht om het water op te vangen. De kruinsloot bevindt zich ver genoeg van de kruin, zodat zij van uitspoeling of gedeeltelijke verschuivingen gevrijwaard wordt en de stabiliteit van het talud niet in gevaar brengt. Doorgaans volstaat een afstand van 3 m (figuur 2.12). Naargelang van de plaatsgesteldheid wordt opgevangen water via taludgreppels naar de verzamel-leidingen van de weg of naar een eigen uitmondingsconstructie afgevoerd.



**Figuur 2.11** Taludgoot in trapvorm

Voor steile en hoge taluds kan het nuttig zijn steunbermen aan te brengen, om afstromend water op te vangen en te kanaliseren voordat het een te grote snelheid bereikt en de stabiliteit van het talud aantast. Steunbermen worden op een regelmatige afstand van elkaar aangebracht. De afstand tussen twee steunbermen hangt af van het talud, de helling en de soort van grond. Steunbermen dragen ook bij aan de stabiliteit van het talud. De dwarshelling (3 %) loopt naar de as van de ingraving toe of van de ophoging weg. Ze zijn doorgaans 4 m breed, om de doorgang van onderhoudsmachines te vergemakkelijken (figuur 2.12).

Taludgoten hebben als doel opgevangen water uit een kruinsloot of uit sloten van steunbermen en soms ook, bij ingegraven weggedeelten, water van de weg dat in weggoten is opgevangen en via goten over de buitenberm naar het talud is geleid, naar de verzamelleiding in de taludteen te voeren.

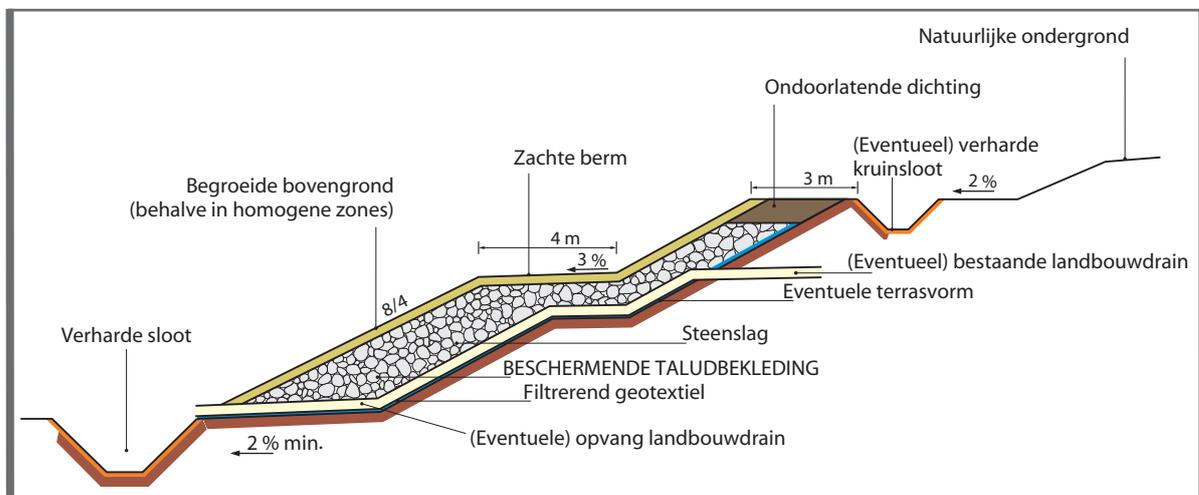
Taludgoten vertonen doorgaans een continue helling en zijn meestal van beton.

Taludgoten worden soms ook in trapvorm uitgevoerd, met trapeziumvormige geprefabriceerde betonelementen die in elkaar passen (figuur 2.11). De trapvorm doet het water langzamer stromen. Elke taludgoot mondt uit in een kleine constructie die de stroomsnelheid van water vermindert voordat het naar de verzamelleiding langs de taludteen wordt afgevoerd.

Het spreekt vanzelf dat met dergelijke constructies slechts kleine hoeveelheden water kunnen worden afgevoerd. Voor grotere hoeveelheden zijn complexere constructies zoals ondergrondse en op valputten aangesloten leidingen nodig. Ze worden op funderingen aangebracht die de nodige stabiliteit garanderen.

Water van **taluds van een ophoging** (al of niet met goten) wordt opgevangen in een sloot of verzamelleiding in de taludteen. Deze voorziening voert het water naar een uitmondingsconstructie, om nabijgelegen grond te beschermen. Water van **taluds van een ingraving** wordt naar een verzamelleiding (sloot of leiding) gevoerd. Verzamelleidingen staan beschreven in § 2.1.4 *Voorzieningen voor wateropvang*.

Om het taludoppervlak tegen uitspoeling te beschermen, kan grasgroei worden bevorderd. Daartoe worden honingraatmatten of geotextiel van kokosvezels aangebracht en wordt in gunstige perioden ingezaaid. Als



**Figuur 2.12** Beschermende taludbekleding (beschermingsmasker)

de grond gevoelig voor vertering of zwellen (bijvoorbeeld mergel, smectiet) is, worden taludbekledingen als bescherming aangebracht. Water dat zich in deze voorzieningen bevindt, wordt op passende wijze afgevoerd.

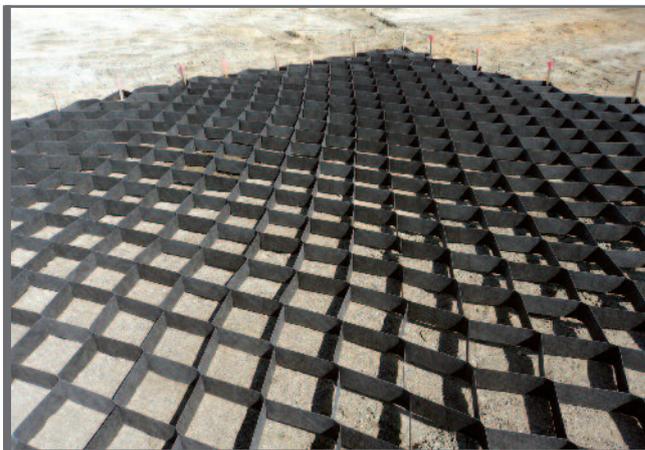
In figuur 2.12 is een toepassing van taludbekleding als bescherming tegen uitspoeling schematisch weergegeven.

Beschermende taludbekledingen (beschermingsmaskers) bestaan uit grove steenslag met een continue korrelgrootteverdeling, een beperkt gehalte aan fijne bestanddelen (minder dan 5 %) en een hoge inwendige wrijvingshoek. De bekleding wordt op een filtrerend geotextiel aangebracht en bevat elementen die ten hoogste 150 mm groot zijn.

#### Noot

In het bestek van deze handleiding wordt niet ingegaan op de stabiliteit van taluds als geheel. Net zoals alle andere geotechnische aspecten hangt die af van de aanwezigheid van water in de grond.

De maatregelen om uitspoeling van grond tegen te gaan, steunen op de volgende grondbeginselen:



**Figuur 2.13** Beschermende taludbekleding (honinggraatmat)

- de stromingssnelheid verminderen;
- de hellingen beperken;
- het oppervlak zo snel mogelijk beschermen;
- toetreding van oppervlaktewater van buitenaf op het baanbed verhinderen (water stroomopwaarts door middel van steunbermen of een sloot afleiden);
- een uitmondingsconstructie voor grote hoeveelheden water in sloten voorzien;
- de energie van grote hoeveelheden water breken (trapvormige, zigzag- of andere constructies).

Zoals hogerop is geïllustreerd, bestaan er verschillende technieken om uitspoeling tegen te gaan:



**Figuur 2.14** Uitspoeling – Loskomen van bovengrond

- bescherming van het oppervlak door middel van begroeiing of inerte materialen (geogrids, roosters, verankerde netten, honinggraatmatten, geprefabriceerde of in het werk gespoten betonnen structuurmatten, steenbekledingen, schanskorven, enz.);
- stabilisatie en versterking van taludhellingen (drainerende taludbekledingen en dwarsdrains, enz.);
- beheersing van oppervlaktewater (afleiding naar kruinsloten, oppervlakdrainage door middel van molgoten (kleine goten in een talud), weggoten of drainagesloten onderaan het talud, steunbermen bovenaan in ophogingen);
- spuitzaaimethode (*hydroseeding*). Dit is een procedé om grasgroei te bevorderen en dus uitspoeling te beperken.

## 2.1.4 Voorzieningen voor wateropvang

### 2.1.4.1 Algemene voorzieningen

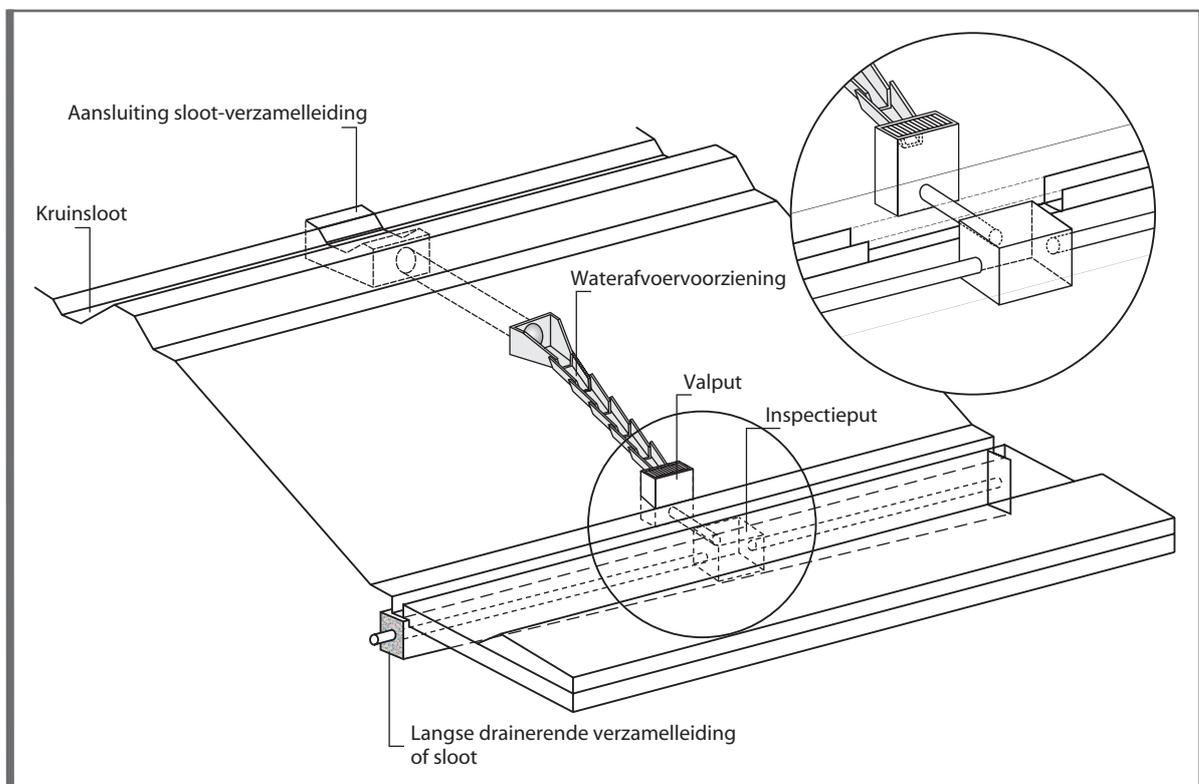
#### 2.1.4.1.1 Weggedeelten in ophoging

Bij weggedeelten in ophoging wordt water doorgaans verzameld en afgevoerd naar sloten langs de teen van de ophoging. Deze sloten vervullen dan de rol van algemene verzamelleidingen die het water naar een uitmondingsconstructie leiden. Als door de hoogte en helling van het talud oppervlaktewater van de weg niet rechtstreeks op het talud mag afstromen, wordt het water opgevangen in langse weggoten en via schuine goten of dwarse verzamelleidingen over de buitenberm naar taludgoten geleid. Enkel het oppervlaktewater van de buitenberm stroomt dan vrij van het talud af. In alle andere gevallen stroomt oppervlaktewater van de weg vrij over de buitenberm en vervolgens rechtstreeks op het talud. Uit voorzorg is het aanbevolen op alle plaatsen waar een risico op waterconcentratie bestaat, plaatselijk een weggoot en enkele goten in de zijberm en het talud aan te brengen.

Om schade aan aanliggende terreinen, waterinfiltratie in de ophoging en aantasting van de stabiliteit tegen te gaan, dient een hydraulische constructie door de ophoging te worden aangebracht, niet alleen ter hoogte van watergangen met permanente stroming maar ook van dalwegen (lijn die de laagste punten in een dal verbindt) waar de afstroming zelden zichtbaar is.

#### 2.1.4.1.2 Weggedeelten in ingraving

Bij weggedeelten in ingraving wordt afstromend oppervlaktewater van de weg, buiten- en middenbermen en taluds noodzakelijkerwijs verzameld in één of meer verzamelleidingen tussen de kant van de rijbaan en de taludteen. Deze verzamelleidingen kunnen worden aangelegd in de vorm van open sloten, ondergrondse leidingen of goten. Ondergrondse leidingen vangen water op via weggoten en kolken; goten en sloten vangen zelf water op.



**Figuur 2.15** Waterafvoer op een talud

Als de ingraving redelijk diep is, wordt nagegaan of de aanwezigheid van een open sloot de stabiliteit van het talud en de ingraving niet in gevaar brengt.

#### 2.1.4.1.3 Weggedeelten op een helling

Weggedeelten op een helling worden beschouwd als half ingegraven en half opgehoogde weggedeelten.

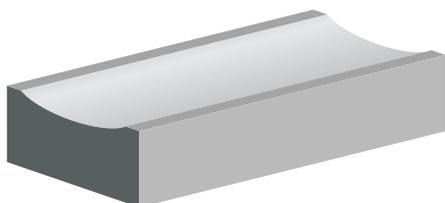
#### 2.1.4.1.4 Weggedeelten met middenberm

Afstromend water van een naar de middenberm hellende weg wordt opgevangen in een weggoot met kolken en ondergrondse leidingen.

#### 2.1.4.1.5 Weggedeelten door een bebouwde kom (doortochten)

In een bebouwde kom bevinden zich tussen de rijbaan en de trottoirs weggoten die het water opvangen en via kolken naar ondergrondse verzamelleidingen voeren. Deze constructies zijn zo gedimensioneerd dat zij afstromend oppervlaktewater van de weg en aanliggende stroken (trottoirs, parkeerterreinen, enz.) kunnen opvangen, evenals water dat van daken via afvoerbuizen op die nevenliggende stroken terecht komt. Het ontwerp en de dimensionering van deze constructies dient dan ook te worden ingepast in het projectplan voor het waterafvoerstelsel in de bebouwde kom. Daarbij dient rekening te worden gehouden met mogelijke toekomstige woonkernuitbreidingen.

#### 2.1.4.2 Weggoten (watergreppels)



Standaard hebben weggoten een holronde, driehoekige of vlakke doorsnede (met enkele cm inkassing). Voor zover mogelijk worden bij voorkeur holronde of driehoekige weggoten toegepast.

Weggoten zijn van **beton**, **straatstenen** of, op bepaalde gemeentewegen, van **gietasfalt**.

**Figuur 2.16** Geprefabriceerde betonnen holronde weggoot

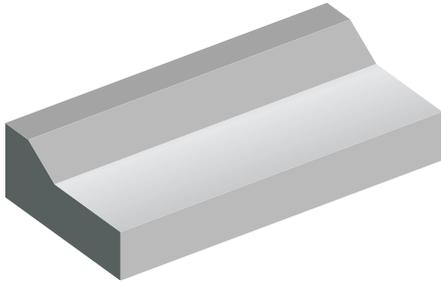
Weggoten en in het bijzonder vlakke goten dienen zorgvuldig te worden aangebracht en de randvoeg (voeg tussen weggoot en verharding) moet goed waterdicht worden gemaakt. Bij weggoten van gietasfalt en weggoten van beton uit één stuk die samen met de betonplaat in het werk worden gestort (figuur 2.17), vormt waterdichtheid minder een probleem.



**Figuur 2.17** Samen met de betonplaat in het werk gestorte betonnen weggoot

Het is niet aanbevolen kantstroken als weggoten te gebruiken. Zij verhogen het risico op waterinfiltratie door randvoegen in de verharding. **Een kantstrook mag niet als weggoot worden beschouwd.**

Het is aanbevolen weggoten en trottoirbanden op dezelfde soort van fundering te leggen.



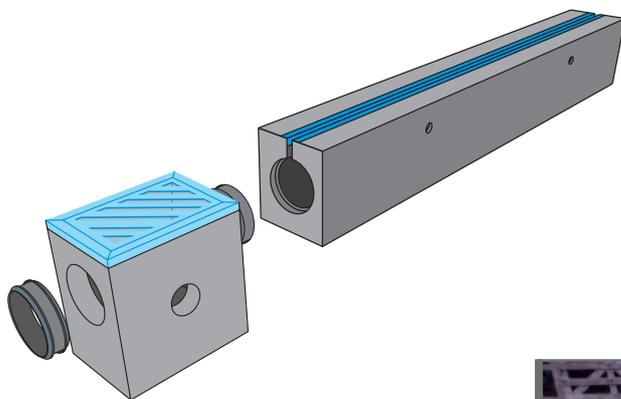
**Figuur 2.18** Driehoekige gootband (trottoirband-watergreppel uit één stuk)

Toepassing van weggoten en trottoirbanden uit één stuk (gootbanden of trottoirbanden-watergreppels) vermindert het risico op waterinfiltratie. Weggoot en trottoirband vormen een geheel, zonder voegopening waar water in de constructie kan doordringen. Er zijn echter praktische bezwaren:

- ze zijn moeilijk aan te brengen;
- ze kunnen moeilijk aan plaatselijke niveauverschillen worden aangepast;
- ze belemmeren de waterstroming als de gootband (trottoirband-watergreppel) om een of andere reden onderbroken is.

In de bebouwde kom is de nuttige wegbreedte beperkt en kunnen enkel smalle weggoten worden toegepast.

Het is aan te bevelen weggoten een langshelling van ten minste 1 % te geven en om de 50 m kolken aan te brengen. Deze waarden worden enkel als indicatie gegeven en dienen per geval te worden bepaald. Bij een beperkte helling kunnen kolken dicht bij elkaar worden geplaatst. Een afschot van minstens 0,5 % is nodig om te vermijden dat water blijft stilstaan. Onder die waarde worden weggoten indien mogelijk met een zigzagprofiel en overall een voldoende grote helling aangebracht. Dat is mogelijk voor weggoten aan de buitenkant van parkeerstroken, waarvan men dan de dwarshelling gepast laat variëren. Nabij kolken wordt deze hellingvariatie beperkt.



**Figuur 2.19** Vlakke weggoot met sleuf en aangepaste kolk

Een sleufgoot is een andere oplossing, die zelfs geschikt is voor een volledig vlak lengteprofiel (§ 2.1.4.5 Goten).

Weggoten worden steeds aangebracht met de rand 1 of 2 cm onder het verhardingsoppervlak.

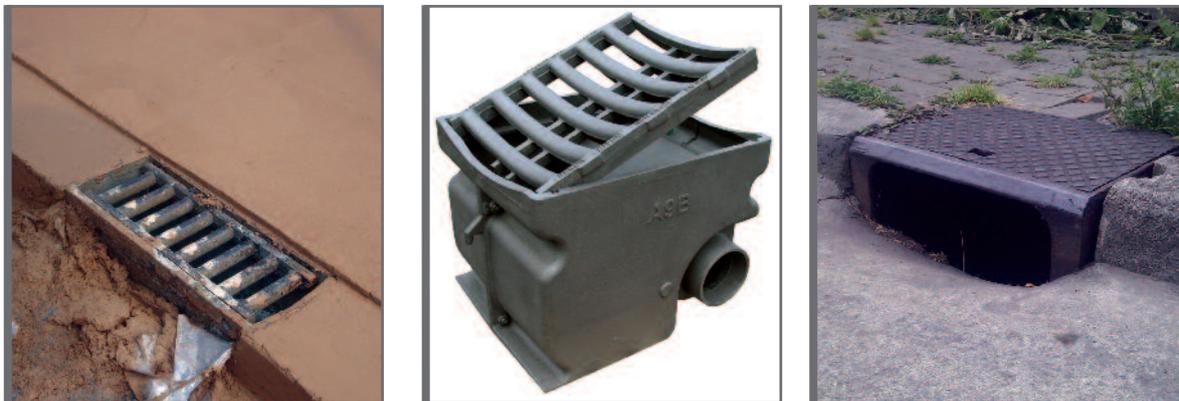
Figuur 2.20 toont een voorbeeld van een weggoot van drainerende betonstraatstenen met een voldoende grote dwarshelling om de waterafvoer te waarborgen. Een dergelijke oplossing is mogelijk ingeval van doorlatende ondergrond.



**Figuur 2.20** Drainerende weggoot

### 2.1.4.3 Kolken

Een kolk is een bak, doorgaans van gietijzer, die met een kader en een rooster wordt afgedekt. Kolken kunnen gewone, met een rooster afgedekte opvangputten zijn, die tegelijk dienst doen als inspectieput. Ze vangen het water op door zijdelingse absorptie (inlaat), verticale val (roosterkolk) of een combinatie van beide.



**Figuur 2.21** Links: weggoot met kolk. Midden: kolk met afgerond rooster. Rechts: kolk met zijdelingse opening.



**Figuur 2.22**  
Voorbeeld van plasvorming nabij een slecht geplaatste kolk

Als weggoten onder invloed van het verkeer plaatselijk vervormen of kolkroosters ten gevolge van verzakkingen boven de goot of het wegdek uitsteken, kan het water niet worden afgevoerd en blijft het op het wegoppervlak stilstaan. Hiertegen moeten tijdig passende maatregelen worden genomen. Kolken moeten in de as van de weggoot buiten het bereik van het autoverkeer en in overeenstemming met het wegprofiel worden aangebracht. Op figuur 2.22 wordt getoond hoe het niet hoort.

De kolk wordt op de weggoot afgestemd, bijvoorbeeld kolken met een vlak rooster voor een vlakke weggoot en kolken met een afgerond rooster voor een ronde weggoot. Bij kolken die op verzamelleidingen voor afvalwater zijn aangesloten, wordt een reukafsnijder aangebracht.

Het is wenselijk kolken seriematig aan te brengen. De (minimale) grondwerken worden handmatig verricht. De volgende vuistregels worden in acht genomen:

- tijdens of op het einde van de werkzaamheden mag geen materiaal in de putten terechtkomen;
- openingen voor kolkroosters tot het einde van de werkzaamheden met plastic afdekken;
- kolken met beton aanstorten, om waterinfiltratie en vorming van erosiegeulen tegen te gaan;
- aansluitingen van grondwerken en andere grondverzetwerkzaamheden één voor één uitvoeren.

#### 2.1.4.4 Sloten

Sloten vervullen verscheidene functies:

- opvangen van afstromend oppervlaktewater;
- opvangen van aangevoerd water uit de drainagelaag (onderfundering);
- verlagen van de grondwaterspiegel (bemaling).

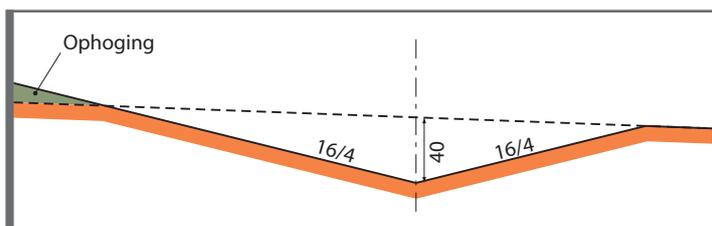
Men onderscheidt open onverharde (al of niet begroeide) sloten en open verharde sloten.

Sloten zijn ook een veel gebruikt middel om de bouwplaats tijdens grondwerken te draineren.

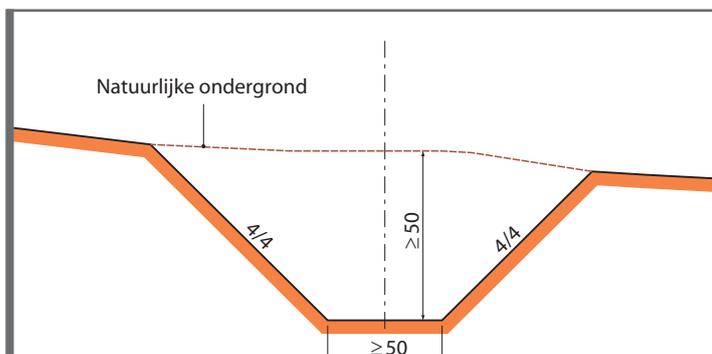
Diepe sloten zijn ten minste 0,50 m diep, met een helling van 0,5 % tot 2,5 % (om het risico op wateroppeehoping of vorming van erosiegeulen te beperken). Ze verbeteren de watertoestand van matig of weinig doorlatende grond die voor drainage geschikt is, door afstromend oppervlaktewater op te vangen en voor bemaling te zorgen. Ze worden meestal toegepast als tijdelijke constructies bij grondwerken.

Diepe sloten worden doorgaans met een mechanische laadschop uitgegraven. Te grote hellingen moeten worden vermeden, om de stabiliteit niet in gevaar te brengen. Bij erosiegevoelige grond kunnen de taluds met steenbestorting of geotextiel worden beschermd.

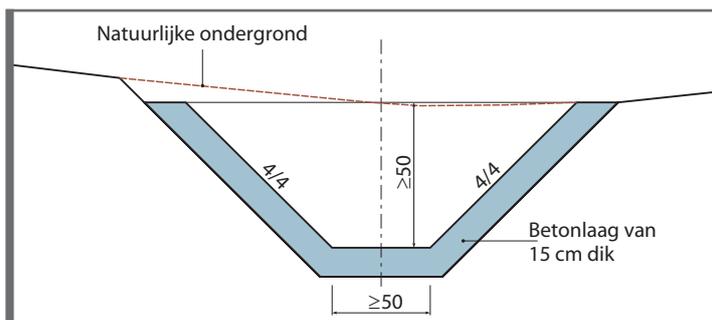
##### 2.1.4.4a Open onverharde sloten



**Figuur 2.23** Onverharde driehoekige sloot



**Figuur 2.24** Onverharde trapeziumvormige sloot



**Figuur 2.25** Trapeziumvormige sloot van geprefabriceerd beton

Open onverharde (al of niet begroeide) sloten hebben een driehoekige of trapeziumvormige doorsnede (figuren 2.23 en 2.24).

**Open onverharde sloten met een driehoekige of trapeziumvormige doorsnede** bieden tal van voordelen.

- de aanleg is niet duur;
- ze zijn gemakkelijk te inspecteren en te onderhouden;
- indien nodig kunnen ze gemakkelijk worden verhard of vergroot;
- ze dragen aan de algemene ontwatering van het weglichaam bij. Ze vangen infiltratiewater uit de wegomgeving op en houden het grondwater op peil;
- ze vertragen de waterstroming, wat nuttig is bij hevige regenbuien.

Ter hoogte van inlaten van zijdelingse leidingen worden sloten het best in beton gestort.

**Open begroeide sloten in de vorm van een afgeplatte driehoek** (figuur 2.23) worden in België weinig toegepast. Ze zijn minder gevaarlijk voor voertuigen en kunnen gemakkelijker mechanisch worden uitgegraven en onderhouden. Het mogelijke debiet is echter geringer en het ruimtebeslag is groter. Ze zijn doorgaans niet diep

genoeg om water uit het weglichaam op te vangen. Ze houden vocht over een grote breedte vast en bevorderen zo waterinfiltratie in de buitenberm in plaats van deze te ontwateren. Als waterinfiltratie in de grond gewenst is, kunnen dergelijke constructies dus wel een nuttige toepassing zijn.

#### 2.1.4.4b Open verharde sloten

**Open verharde sloten met een trapeziumvormige, driehoekige of rechthoekige doorsnede** zijn duurder, maar onderhoudsvriendelijker en nemen minder ruimte in beslag. Als verharding kunnen geprefabriceerde betonelementen (figuur 2.25), ter plaatse gestort beton, steenbekleding, bestrating of met geoxideerd bitumen gepenetreerd steenslag worden toegepast. Behalve ingeval van een waterdoorlatende bestrating zijn verharde sloten weinig geschikt voor opvang van infiltratie- en grondwater. De opvangopeningen die soms in de wanden worden aangebracht en de voorzieningen onderaan in de sloot kunnen niet altijd voorkomen dat achter de verharde slootwand water stagneert.

Sloten raken minder snel verstopt dan goten.

Sloten vormen echter een gevaar voor voertuigen. Ze moeten dan ook ver van de rijbaan en bij weggedeelten in ingraving ver van de taludtenen worden aangebracht, met meer grondverzet en ruimtebeslag als gevolg.



**Figuur 2.26** Verharde sloot



**Figuur 2.27** Verharde waterdoorlatende sloot

Geregeld onderhoud van sloten is noodzakelijk.

#### 2.1.4.5 Goten

Goten zijn constructies die voornamelijk in stedelijke gebieden in de middenberm of aan de rand van buitenbermen worden aangebracht. Ze worden meestal toegepast in gebieden met hevige regenval (waar ze voor de opslag van water kunnen dienen) of op weggedeelten met een geringe langshelling. Het bovenste deel is evenwijdig met het weggoppervlak en bestaat uit een stalen rooster of een gewapende betonplaat met sleuf. Ze hebben een vaste (als de helling voldoende sterk is) of een variabele hoogte om de waterstroming te bevorderen.

Goten zijn doorgaans van beton of kunststof.

Ze worden uitgevoerd voordat de laatste verhardingslaag wordt aangebracht. De grondwerken worden zorgvuldig verricht en de bodem wordt goed verdicht, om latere verzakkingen te vermijden. De grondaanvulling tegen de wanden vindt meteen plaats, om waterinfiltratie onder de constructie tegen te gaan en het draagvermogen te behouden. Het rooster (of de plaat) wordt zo vlug mogelijk aangebracht. De goot wordt met plastic folie afgedekt, om te verhinderen dat er bij de uitvoering van de toplaag materiaal in terechtkomt.



**Figuur 2.28**

*Goot (dit soort goot wordt ook als bufferreservoir toegepast)*



**Figuur 2.29**

*Sleufgoot*

Sleufgoten kunnen in bijzondere gevallen worden toegepast zoals op vliegvelden, in tunnels, langs geleideconstructies of autosnelwegen buiten bosrijke gebieden. Geregeld onderhoud is noodzakelijk maar, net zoals inspectie, niet eenvoudig. Sleufgoten zijn geschikt voor de opvang van koolwaterstoffen. Ze verstopten echter gemakkelijker. Daarom worden ze het best vermeden in bosrijke gebieden. Het ruimtebeslag is kleiner dan bij klassieke goten en ze zijn berijdbaar. Dat kan vooral nuttig zijn in tunnels waar de beschikbare ruimte beperkt is.

#### 2.1.4.6 Ondergrondse leidingen

Ondergrondse leidingen bestaan uit cirkelvormige buizen van beton, gres of kunststof. Er is geen ruimtebeslag op de buitenberm en de leidingen kunnen gemakkelijk op een constructie voor ontwatering van het weglichaam worden aangesloten.

Om de leidingen gemakkelijk te kunnen inspecteren en indien nodig te ontstoppen, worden op een vaste afstand van elkaar (150 m voor autosnelwegen en minder voor andere wegen, naargelang van de bochtigheid van de weg) inspectieputten aangebracht, tenzij de kolken hiervoor groot genoeg zijn. Het geheel van leidingen en inspectieputten is duur en heeft als nadeel dat de waterstroming te diep kan verlopen ten opzichte van het niveau van de uitmondingsconstructie. Het is niet geschikt voor gebieden waar de wind veel zand meevoert. Het zand zou de kolken immers geregeld kunnen verstopten. Er bestaan inspectieputten die permanent met water gevuld blijven en zo verstopping door kristalafzetting (bijvoorbeeld bij ijzerhoudende leemgrond) tegengaan.

### 2.1.5 Dimensionering

Drainagevoorzieningen moeten correct worden gedimensioneerd om een optimale drainage en een minimaal risico op verzadiging te garanderen.

Om te beginnen worden de fysische kenmerken van het stroomgebied bepaald. Dit zijn:

- de oppervlakte van het betrokken stroomgebied;
- de stromingscoëfficiënt voor elk deelstroomgebied als functie van de soort van grond of verharding;
- de vorm en het reliëf van het stroomgebied, met de helling als voornaamste parameter.

Vervolgens worden de parameters in verband met de regenval bepaald:

- de regenintensiteit, -duur en -frequentie, meestal op basis van KMI-statistieken;
- de concentratietijd van regen, op basis van de geometrische kenmerken van het stroomgebied (helling en lengte van het stroomgebied).

Een ongelijke spreiding van regen over het stroomgebied kan tot een correctie van de resultaten leiden.

Voor relatief kleine stroomgebieden (met een oppervlakte in orde van grootte van 0,10 ha of een lengte kleiner dan 200 m) kan het piek- of ontwerpdebiet eenvoudig worden berekend met de volgende formule:

$$Q = CAI$$

- Q = debiet (l/s)  
 C = gewogen stromingscoëfficiënt (zonder eenheid)  
 I = regenintensiteit (l/s.ha)  
 A = netto-oppervlakte van het stroomgebied (ha)

Voor grotere stroomgebieden of stroomgebieden met meer geledingen is het aanbevolen een beroep te doen op een expert die over de nodige geavanceerde software beschikt om nauwkeurige berekeningen te maken.

Als het debiet voor elk punt of gedeelte van het stroomgebied berekend is, kan een geschikte voorziening voor een optimale wateropvang en -afvoer worden gekozen.

## 2.2 Afvoer van toetredend water in taluds

### 2.2.1 Drainerende talubekledingen (gewichtsmaskers) en dwarsdrains (sprangen)

Drainerende talubekledingen en dwarsdrains hebben als doel toetredend water in taluds op te vangen en als een soort van grondkerend massief de algemene stabiliteit van het talud te garanderen. Ze worden toegepast bij ingravingen onder de grondwaterspiegel, bij een hangende grondwaterlaag (schijnspiegelwater) of bij toetredend water in taluds.



**Figuur 2.30** Instabiliteit ten gevolge van de nabijheid van de grondwaterspiegel

Dergelijke constructies bestaan bij voorkeur uit grof steenslag met een continue korrelgrootteverdeling, een laag gehalte aan fijne bestanddelen (minder dan 5 %), een hoge inwendige wrijvingshoek en een goede weerstand tegen verbrijzeling. Voor drainerende talubekledingen zijn de stenen ten hoogste 300 mm groot. De korrelklasse voor drainerende dwarsdrains is 20/32.



**Figuur 2.31** *Drainerende taludbekleding (gewichtsmasker)*

Bij een **drainerende taludbekleding** (figuur 2.31) wordt de grond in het potentieel onstabiele gedeelte vervangen door drainerend en wrijvend materiaal, dat op een filterend geotextiel wordt gestort. In de teen zorgt een drainagebuis voor opvang en versnelde afvoer van het water. De buis wordt stroomopwaarts dichtgemaakt. In de plaats van of als aanvulling op het drainagemateriaal wordt soms een geocomposiet toegepast. Een drainerende taludbekleding kan ook drains bevatten, die het opgevangen water naar een drainagebuis of -sleuf voeren.



**Figuur 2.32** *Drainerende dwarsdrains (sprangen)*

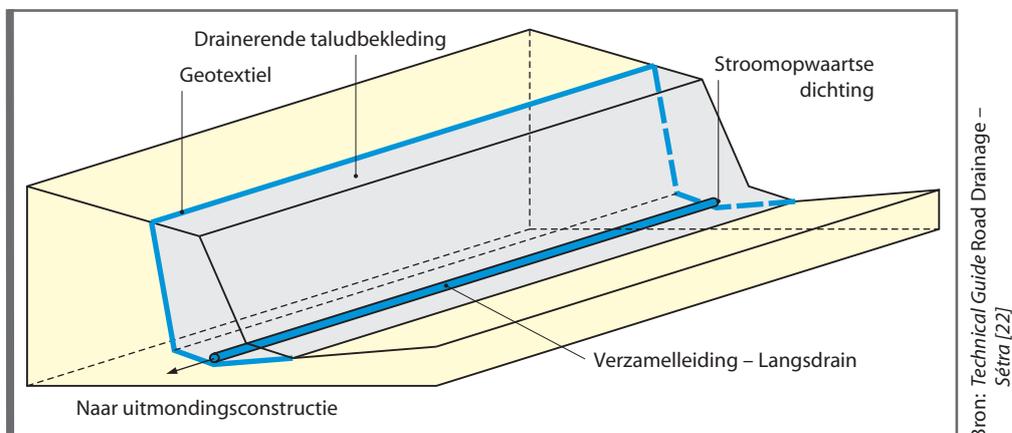
**Drainerende dwarsdrains** (figuur 2.32) volgen hetzelfde principe als drainerende taludbekledingen. In plaats van de grond in het potentieel onstabiele gedeelte volledig te vervangen, worden enkel loodrecht op de as van de ingraving sleuven uitgegraven. Drainerende dwarsdrains hebben een grotere diepte dan drainerende taludbekledingen. Bij plaatselijke toetreding van water in het talud zijn drainerende dwarsdrains te verkiezen boven drainerende taludbekledingen. Ze kunnen dieper in het talud worden aangebracht.

Als uitzonderlijke debieten worden verwacht, dienen in de ontwerpfase passende maatregelen te worden genomen.

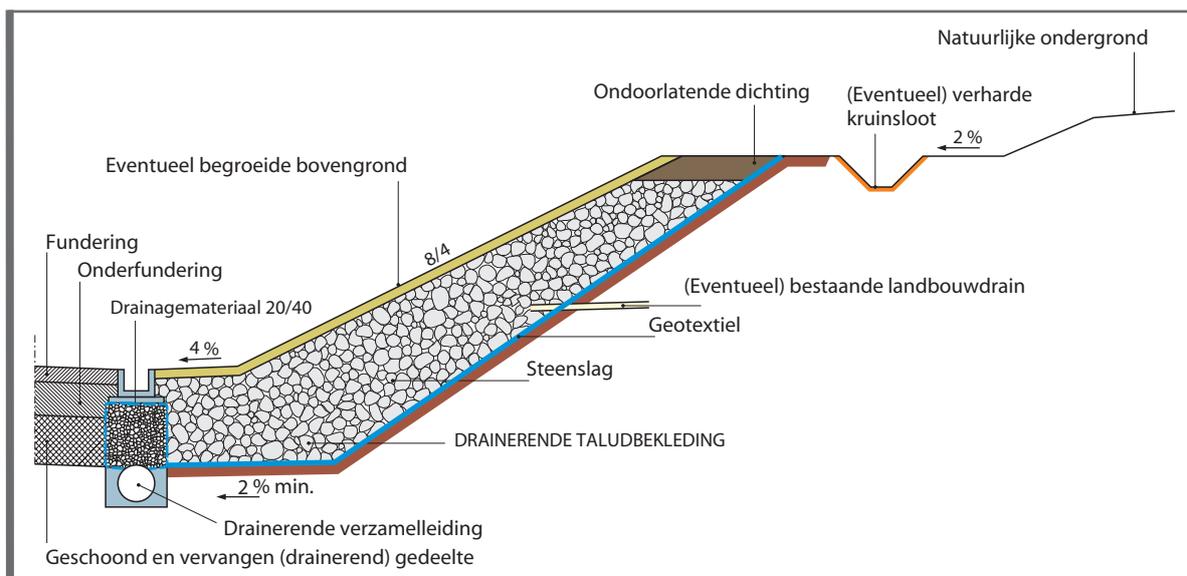
Dergelijke massieven worden vaak in moeilijke omstandigheden uitgevoerd. Voor het uitgraven en het aanbrengen wordt meestal een mechanische laadschop gebruikt. Bij twijfelachtige stabiliteit wordt het best in kleine moten gewerkt. De drainagebuis dient met een gelijkmatige helling te worden aangebracht.

Drainerende taludbekledingen en dwarsdrains kunnen ook samen worden toegepast.

In figuren 2.33 en 2.34 wordt een schematische voorstelling gegeven van een drainerende talusbekleding met een scheidend geotextiel. Het geotextiel dient zorgvuldig te worden aangebracht. Onderaan in de talusbekleding bevindt zich een verzamelleiding, die het water opvangt en naar een uitmondingsconstructie afvoert.

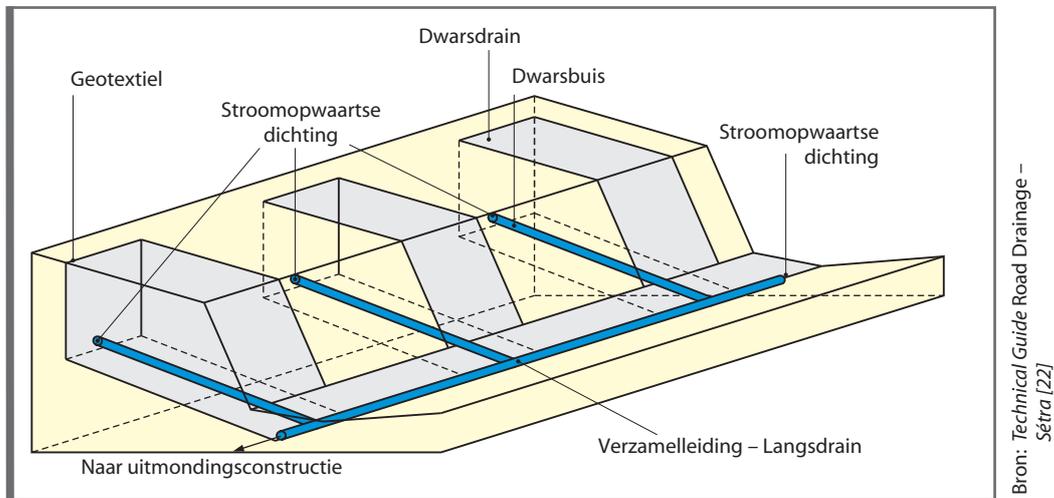


**Figuur 2.33** Stabiliteit van taluds - Drainerende talusbekledingen (gewichtsmaskers)

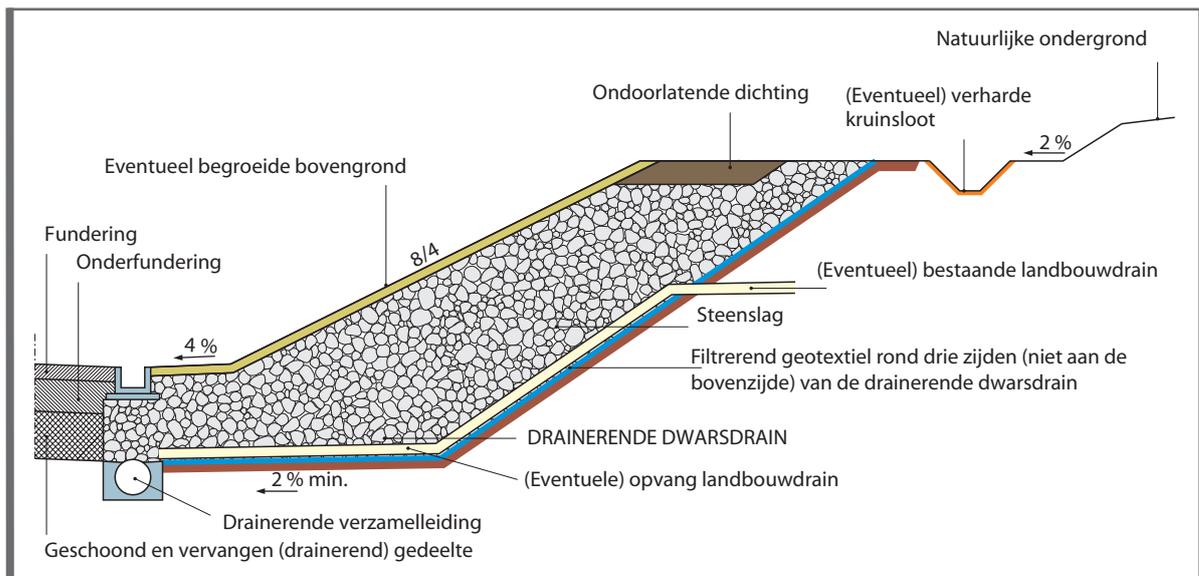


**Figuur 2.34** Drainerende talusbekleding (gewichtsmasker)

In figuren 2.35 en 2.36 wordt een schematische voorstelling gegeven van drainerende dwarsdrains. Dwarsbuizen vangen het water uit de dwarsdrains op en zijn verbonden met een langse verzamelleiding, die het water naar een uitmondingsconstructie afvoert.



**Figuur 2.35** Stabiliteit van taluds - Drainerende dwarsdrains (sprangen)



**Figuur 2.36** Drainerende dwarsdrain (sprang)

## 2.2.2 Diepe drainagesystemen (onstabiele hellingen)



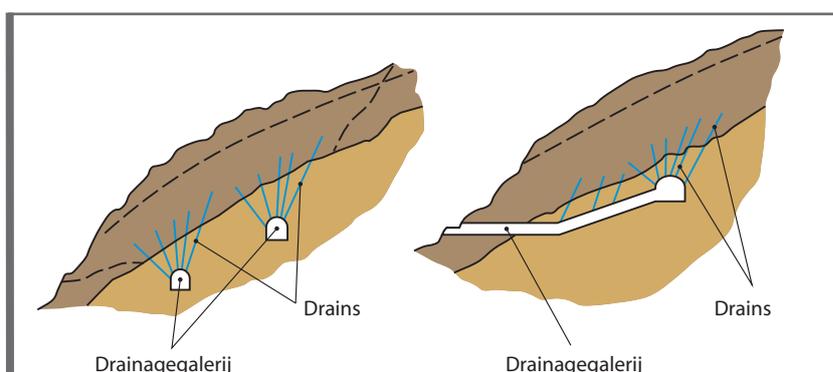
Specifiekere drainagesystemen (diepe drainagesystemen) hebben als doel de interstitiële druk in het massief te verminderen en zo de sterkte van de discontinuïteiten te verhogen, plotselinge druktoename in de discontinuïteiten tegen te gaan en de grondwaterspiegel te verlagen (tot onder de vorstgevoelige zone of het afschuivingsvlak). Hoewel ze vooral in bergachtige gebieden worden toegepast, kunnen ze ook voor sommige onstabiele taluds in de Ardennen een oplossing bieden.

De gangbaarste diepe drainagesystemen zijn subhorizontale drains, drainagegalerijen, drainagesleuven en drainageputten.

**Subhorizontale drains** worden vaak samen met drainagegalerijen of verticale drainageputten toegepast. Het zijn meestal pvc-filterbuizen die via boorgaten waaiervormig over één of meer niveaus of evenwijdig worden aangebracht. Ze worden met geotextiel bekleed, om verstopping tegen te gaan.

**Drainagegalerijen** hebben een doorsnede van 1,80 m tot 2 m. Ze blijven leeg of worden met drainagemateriaal gevuld.

**Figuur 2.37** Onstabiele helling



Bron: Verslag over Alcoa- & Interreg IIIA-project 179 RiskYdrogéo [26]

**Figuur 2.38** Drainagegalerijen en drains

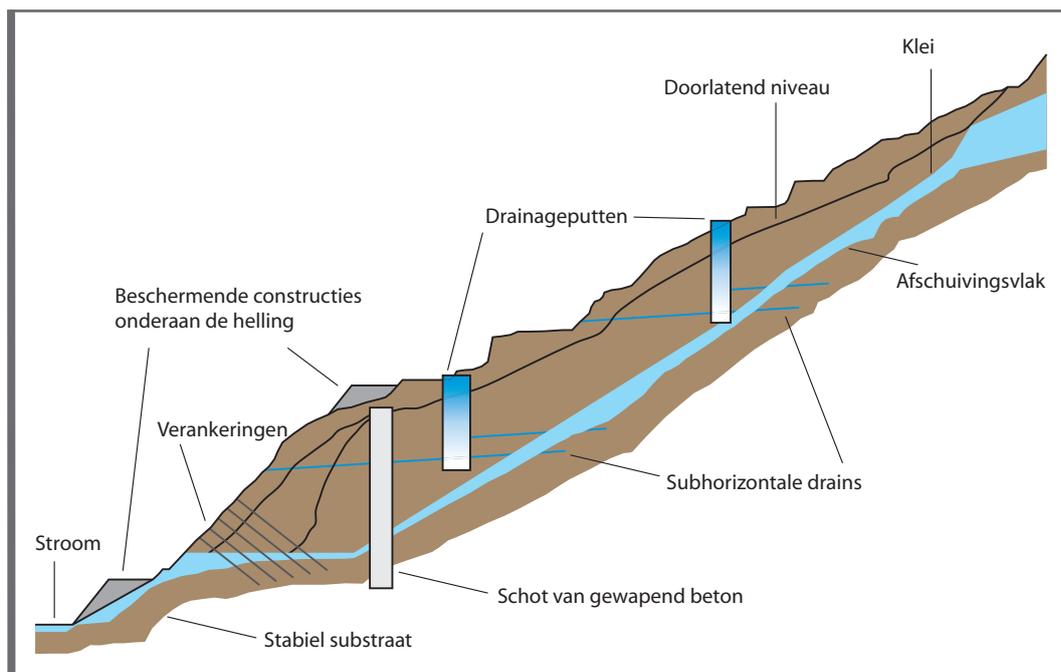
**Drainagesleuven** bestaan uit een betonnen molgoot waarop een drainagesysteem met een veranderlijke doorsnede en een doorlatende dragende constructie is aangebracht. Ze worden volgens de lijn van de grootste helling aangebracht. Men onderscheidt diverse dragende constructies:

- gemetselde goten, gevuld met gewassen zand en grind;
- schanskorfsleuven, bekleed met geotextiel;
- sleuven met een middenschot van beton. Het schot wordt in het midden van de ontgraving aangebracht. De sleufwanden worden met geotextiel bekleed.

Als drainagemateriaal worden zand en grind toegepast.

Bij gemetselde goten en schanskorfsleuven wordt de drainagebuis onderaan in de ontgraving aangebracht.

**Drainageputten** kunnen worden toegepast voor het draineren van de grondwaterspiegel, ten behoeve van stabilisatie of voor drinkwaterbevoorrading. Ze kunnen ook dienst doen als steunconstructie voor het versterken en stabiliseren van onstabiele hellingen.



Bron: Verslag over Alcotra- & Interreg IIIA-project 179 RiskYdrogéo [26]

**Figuur 2.39** Diverse technieken voor de versterking en de diepe drainage van een talud

## 2.3 Ontwatering van het weglichaam

### 2.3.1 Inleiding

Als de grond van het baanbed weinig doorlatend is en/of als de grondwaterspiegel zich in of dichtbij het baanbed bevindt, heeft ontwatering van het weglichaam als doel de aanwezigheid van water in het weglichaam te beperken door het aanwezige water in de ondergrond en in de wegconstructie (doorheen het wegdek of uit buitenbermen geïnfiltreerd water, zijdelings toetredend water uit stroomgebieden en ingravingen, capillair opstijgend water en stijgend grondwater ten gevolge van seizoensvariaties) op te vangen en af te voeren.

In principe neemt de doorlatendheid van de lagen in een wegconstructie met de diepte toe. Het geïnfiltreerde of in de ondergrond aanwezige water wordt ter hoogte van het baanbed opgevangen en dwars naar verschillende afvoervoorzieningen afgevoerd.

Doorgaans fungeert de onderfundering als drainagelaag. Als het baanbed echter niet draagkrachtig genoeg is, kan een grondvervanging met steenslag worden uitgevoerd om deze rol te vervullen.

De staat van de uitmondingsconstructies dient geregeld op eventuele verstopping, aanslibbing en mechanische schade te worden gecontroleerd. Ook het profiel van de buitenbermen (§ 2.1.2 Voorzieningen voor verharde oppervlakken) en een mogelijk plaatselijk sterker randeffect in de wegverharding (§ 2.1.1 Inleiding), wat op wateropeenhoping wijst, moeten worden geverifieerd.

### 2.3.2 Voorzieningen voor het weglichaam

#### 2.3.2.1 Drainagelaag

Een drainagelaag heeft als doel infiltratie- of opstijgend water op te vangen en af te voeren.

Via de drainagelaag zelf of dwarse drainagebuizen in de buitenberm kan het water rechtstreeks naar de taludwand of een sloot worden afgevoerd. Dwarse drainagebuizen worden bij voorkeur om de 10 m tot 20 m verspringend tegenover elkaar aangebracht.

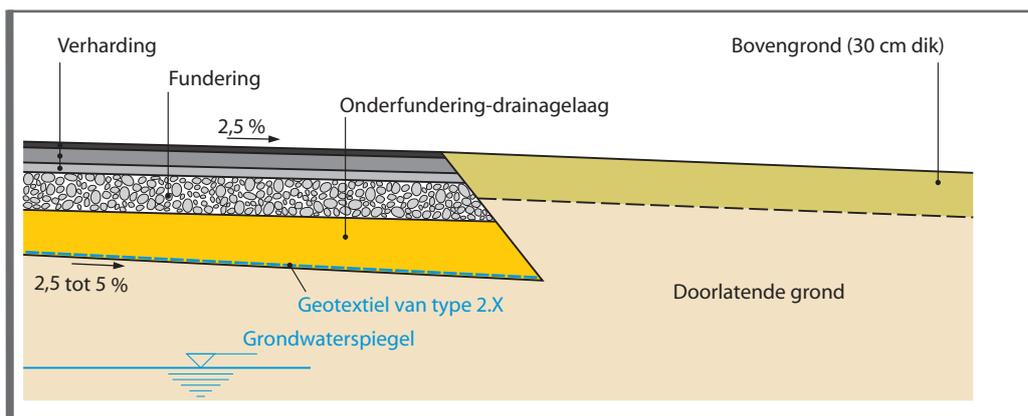


**Figuur 2.40** Drainagelaag

Het water kan ook worden opgevangen in een lange drainagesleuf, die op verzamel-  
leidingen is aangesloten, of in een drainage-  
buis aan het uiteinde van de drainagelaag.

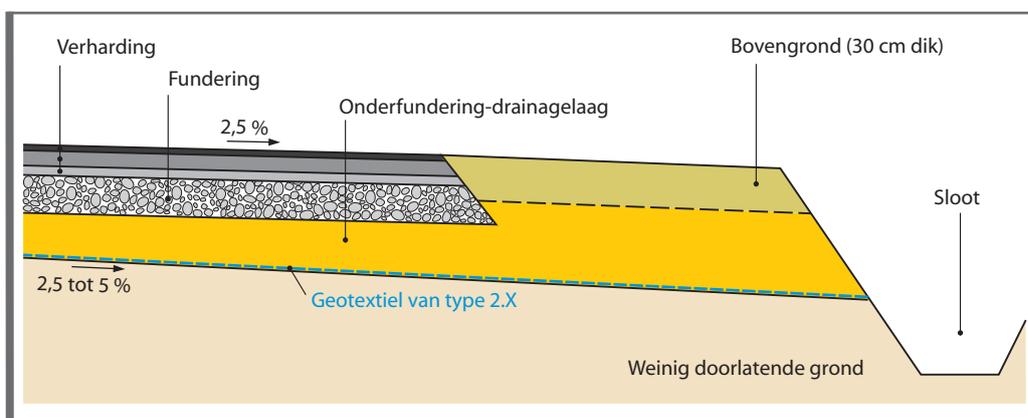
Idealiter wordt een drainagelaag met een  
helling van 5 % en ten minste 2,5 %  
gerealiseerd.

Figuur 2.41 geeft een schematische voorstelling van een wegconstructie met een doorlatende ondergrond (vergelijkbare doorlatendheid als de onderfundering). Omdat de grondwaterspiegel hoog is, moet de onderfundering capillair opstijgend water opvangen en afvoeren. Als de grond voldoende doorlatend is, is een sloot of een drainagesleuf niet noodzakelijk.



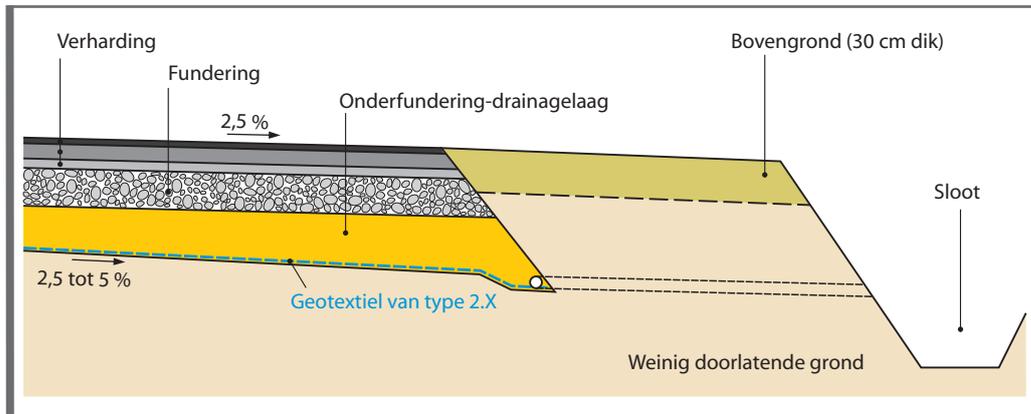
**Figuur 2.41** Schematische voorstelling van een drainagelaag (doorlatende grond, hoge grondwaterspiegel)

Figuur 2.42 geeft een schematische voorstelling van weinig doorlatende grond, waarbij de drainagelaag het opgevangen water zelf naar een sloot afvoert.



**Figuur 2.42** Schematische voorstelling van een drainagelaag die het water zelf naar een sloot afvoert (extra breedte, weinig doorlatende grond)

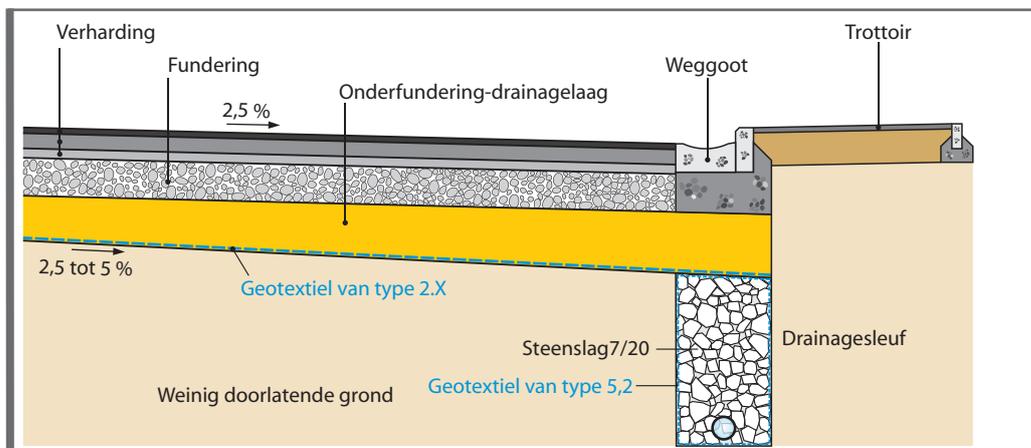
Figuur 2.43 geeft een schematische voorstelling waarbij de drainagelaag het opgevangen water via een dwarse drainagebuis naar een sloot afvoert.



**Figuur 2.43** Schematische voorstelling van een drainagelaag met een dwarse drainagebuis

Figuur 2.44 geeft een schematische voorstelling van een constructie zonder extra breedte met een weggoot en een drainagesleuf. Het is aanbevolen een ronde of driehoekige weggoot toe te passen (**een kantstrook dient niet als weggoot!**), vooral bij dunne verhardingen (hoger risico op waterinfiltratie door de voeg tussen de verharding en de weggoot-kantstrook).

Weggoten, kantstroken en trottoirbanden worden bij voorkeur op een fundering en ten minste op een onderfundering aangebracht (beter draagvermogen, betere verdichting, enz.).



**Figuur 2.44** Schematische voorstelling van een drainagelaag met een weggoot en een drainagesleuf

Een drainagelaag bestaat uit doorlatend korrelvormig materiaal dat bestand is tegen inwerking van vorst en water. Dit materiaal kan zand, steenslag of een mengeling van beide zijn. Een drainagelaag moet doorlatender zijn dan de bovenliggende laag. Ze mag geen fijne bestanddelen bevatten. De geïste doorlatendheid van het materiaal hangt af van het debiet van het te draineren water (toetredend water van onderuit, zijdelingse aanvoer, enz.)

Korrelvormig materiaal met een doorlatendheid groter dan  $10^{-5}$  m/s wordt als doorlatend beschouwd. Als de hoeveelheid toetredend water beperkt blijft (bijvoorbeeld enkel waterinfiltratie door voegen en randvoegen) volstaat een doorlatendheid van  $10^{-6}$  m/s. Het waterafvoerend vermogen van het korrelvormige materiaal hangt af van de volgende parameters:

- aanwezigheid van holle ruimten, zodat water kan afstromen (discontinue korrelverdelingskromme);
- zuiverheid en laag gehalte aan fijne bestanddelen, zodat holle ruimten niet verstoppert (hoge zandequivalentwaarde (ZE), lage methyleenblauwwaarde (MB));
- goede mechanische sterkte en weerstand tegen afslijting (lage Los Angeles- en micro-Devalwaarden), om de vorming van fijne bestanddelen tegen te gaan;
- goede vorstbestendigheid.

Als het baanbed weinig doorlatend is (leem, klei) of als de grondwaterspiegel in of dichtbij het baanbed ligt, is het af te raden metsel- of mengpuingranulaten in de onderfundering toe te passen. Deze materialen zijn wellicht minder doorlatend en vorstgevoeliger. Om bij toepassing van natuurlijk steenslag of betonpuingranulaat een goede doorlatendheid te waarborgen, dient vooraf te worden nagegaan of deze materialen aan de technische voorschriften terzake (gehalte, aard en kwaliteit van fijne bestanddelen, Los Angeles- en micro-Devalwaarden, enz.) voldoen.

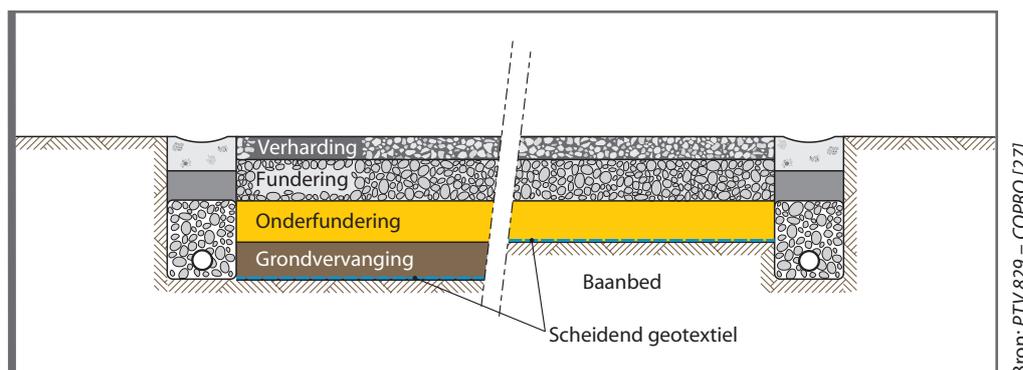
Bij een onderfundering van behandelde grond wordt niet meer voldaan aan het principe dat de doorlatendheid van de lagen in de constructie met de diepte toeneemt. De onderfundering kan immers niet meer als drainagelaag fungeren. Er dient dan een fundering van ongebonden materiaal met een langse drainagesleuf te worden toegepast. Verzamelleidingen moeten het water naar een vorstvrije zone voeren. De lagen van de constructie moeten dik genoeg zijn, om de grond vorstvrij te houden.

In of nabij de grondwaterspiegel wordt afgeraden een onderfundering van behandelde grond toe te passen.

De dikte van een drainagelaag, die groot genoeg moet zijn om de aangevoerde hoeveelheid water af te voeren, hangt ook af van de vorstdiepte en de grondwaterspiegel. Ze mag nooit minder dan 20 cm bedragen.

Idealiter is de dikte veranderlijk in de dwarsrichting. De helling van het baanbed is groter dan die van het wegooppervlak (omwille van de verkeerseisen). De dwarshelling van het baanbed is groot genoeg (2,5 % tot 5 %) om waterstroming mogelijk te maken. Als de langshelling van het baanbed groter is, moet de dwarshelling van het baanbed worden verhoogd, om te vermijden dat het water over een te grote afstand afstroomt.

Door capillair opstijgend water en pompen onder invloed van verkeer kunnen fijne gronddeeltjes door het water worden meegevoerd en in de drainagelaag terechtkomen. Deze verontreiniging doet het draagvermogen en de doorlatendheid afnemen en de vorstgevoeligheid toenemen. Om dit tegen te gaan, is het aanbevolen tussen het baanbed en de drainagelaag een scheidend geotextiel aan te brengen (figuur 2.45). De openingen in dit scheidend geotextiel hangen af van de korrelgrootteverdeling van de grond. Ze moeten klein genoeg zijn om geen gronddeeltjes door te laten. Het geotextiel moet ook een goede treksterkte en een goede weerstand tegen rek en perforatie bezitten, om scheuren of beschadiging tijdens het aanbrengen te vermijden.



**Figuur 2.45** *Scheidend geotextiel*

Tabel 2 Eisen in § 6.1 *Geotextiel en aan geotextiel verwante producten gebruikt in wegenbouw en andere verkeerszones* van de technische voorschriften PTV 829 *Geotextiel en aan geotextiel verwante producten* [27] geeft eisen voor dergelijke producten zoals treksterkte (hoger naarmate de samendrukbaarheidscoëfficiënt M1 van het baanbed lager is), weerstand tegen (statische en dynamische) perforatie, karakteristieke openingsgrootte ( $O_{90}/d_{90}$ ) en waterdoorlatendheid.

Een drainagelaag wordt doorgaans aangebracht op een baanbed met een goed draagvermogen ( $M1 \geq 17$  MPa, gemeten met de plaatbelastingsproef). Bij ontoereikend draagvermogen is een dikkere laag aanbevolen, evenals een versterkend geogrid dat rechtstreeks op het scheidende geotextiel wordt aangebracht.



**Figuur 2.46** *Baanbed met scheidend geotextiel en bovenliggend geogrid*

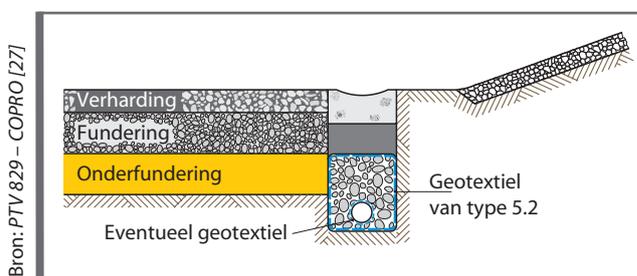
Het korrelvormige materiaal wordt verwerkt met klassieke grondverzetmachines.

Een drainagelaag mag niet worden aangebracht voordat sleuven of andere afvoervoorzieningen (met uitmondingsconstructie) zijn uitgevoerd.

### 2.3.2.2 *Langse drainagesleuven*

Langse drainagesleuven zorgen voor het ontwateren van het baanbed en het verlagen van de grondwaterspiegel onder de wegconstructie. Ze voeren het water uit de drainagelaag naar verzamelleidingen (sloten of leidingen) af.

Als geen langse drainagesleuf aanwezig is, worden verzamelleidingen als uitmondingsconstructies voor de drainagelaag aangebracht.



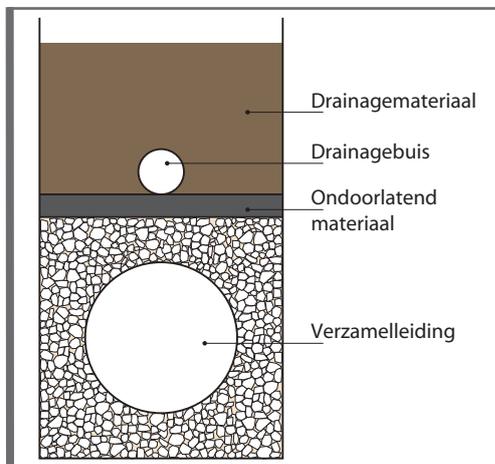
**Figuur 2.47** *Langse drainagesleuf*

Een geperforeerde of gegroefde buis wordt in de as van de sleuf gelegd, doorgaans op een laag van zand of steenslag. Rond de buis kan een filterend geotextiel worden aangebracht (figuur 2.47). De drainagesleuf wordt aangevuld met drainagemateriaal (grof steenslag 6,3/20 of 20/32). Om te voorkomen dat fijne gronddeeltjes het drainagemateriaal of de gaatjes in de buis verstoppen, wordt de omtrek van de drainagesleuf met filterend geotextiel bekleed. De openingen in het geotextiel laten water door en houden gronddeeltjes tegen. Filterend geotextiel wordt onder meer gekenmerkt door

een karakteristieke openingsgrootte, die afhangt van de korrelgrootteverdeling van de aanwezige grond. De openingsgrootte  $O_{90}$  is klein genoeg om gronddeeltjes tegen te houden en groot genoeg om niet te verstoppen ( $O_{90}/d_{90}$ ,  $d_{90}$  is een karakteristieke afmeting van de grond). Filterend geotextiel bezit een hoge waterdoorlatendheid en een zekere weerstand tegen treksterkte (lagere eis dan voor scheidend geotextiel).

Het betreft geotextiel type 5.2 (filtratiesysteem, hoofdfunctie filtratie). De geëiste kenmerken staan beschreven in tabel 5 *Eisen van § 6.4 Geotextiel voor gebruik in drainage- en infiltratiesystemen* van de technische voorschriften PTV 829 *Geotextiel en aan geotextiel verwante producten* [27].

De buis wordt onder het niveau van het baanbed op vorstvrije diepte gelegd.



Als een drainagesleuf samen met een verzamelleiding wordt toegepast, dient het legbed van de drainagesleuf ondoorlatend te zijn (figuur 2.48).

Als een drainagesleuf zonder drainagebuis wordt toegepast, zorgt het aanvullende drainagemateriaal voor de drainage (figuur 2.49).

**Figuur 2.48** Drainagesleuf in combinatie met een verzamelleiding

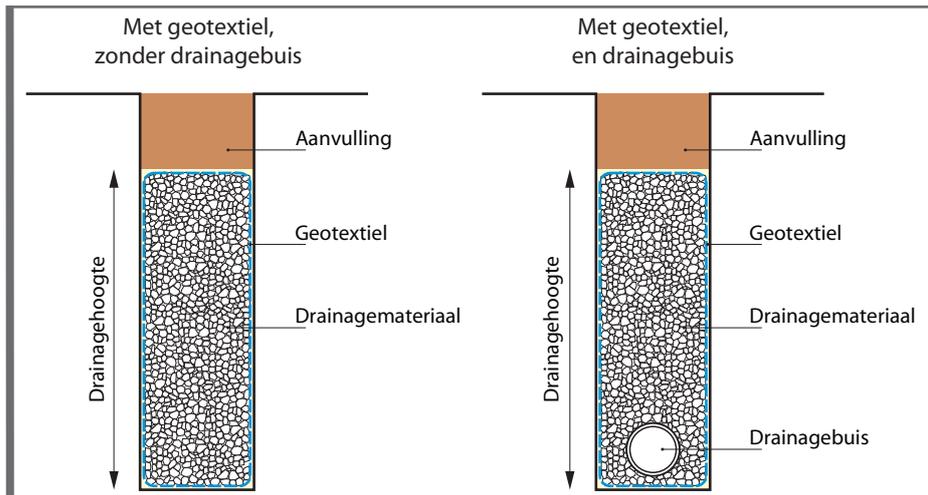


**Figuur 2.49** Aanbrenging van een drainagesleuf met filterend geotextiel  
Links: drainagemateriaal – Rechts: gegroefde buis

Een drainagesleuf wordt meestal met een mechanische laadschop uitgegraven. Het filterend geotextiel wordt zo op de sleufwanden aangebracht dat de uiteinden elkaar overlappen. Het drainagemateriaal wordt in de sleuf gestort en in zekere mate verdicht (bijvoorbeeld met de bak van een graafmachine). Het drainagemateriaal bezit een hogere doorlatendheid dan het omgevende materiaal en de drainagelaag. Vervolgens wordt het drainagemateriaal met geotextiel bedekt. Een drainagesleuf is doorgaans 30 cm breed. Onderaan in de sleuf wordt vaak een buis met een diameter van 160 mm gelegd. Als uitzonderlijke debieten worden verwacht, wordt een hydrogeologisch onderzoek verricht om de geschikte buisdiameter te bepalen. De buis wordt op een laag van drainagezand of steenslag gelegd, die zelf op een vlak baanbed is aangebracht. In de Technical Guide *Road Drainage* van S etra [22] worden voorbeelden gegeven van debieten bij wegen als functie van verschillende parameters.

Bij het uitgraven van sleuven worden de nodige veiligheidsmaatregelen (afgraven onder helling (aanberming), beschoeiing, meten en volgen van de grondwaterspiegel, enz.) genomen.

Het is aanbevolen het lengteprofiel van de sleuf met een helling van ten minste 0,5 % uit te voeren.



**Figuur 2.50** Drainagesleuf zonder drainagebuis (links) en met drainagebuis (rechts)

Een drainagesleuf kan ook in de teen van taluds van ingravingen worden toegepast, om zijdelings toetredend water in het talud op te vangen en af te voeren, of om de grondwaterspiegel te verlagen.

Ook in de as van middenbermen kan een drainagesleuf worden aangebracht, om infiltratiewater op te vangen en te voorkomen dat het water in het weglichaam doordringt. Dit is vooral nuttig bij wegen met een binnenwaartse dwarshelling.

Bijvoorbeeld bij plaatsgebrek of als tijdelijke maatregel kan een verticaal drainerend geocomposiet worden toegepast in de plaats van een drainagesleuf. Drainerende geocomposieten hebben een sandwichopbouw met twee filtrerende geotextielen en een drainerend lichaam met een hoog gehalte aan holle ruimten. Dunne geocomposieten worden toegepast in combinatie met een drainagebuis. Geprefabriceerde geocomposieten zijn 2 cm tot 4 cm dik. Doorgaans worden ze aangebracht op de grens tussen de berm en de weg, maar ook in de as van een middenberm, zijdelings aan de teen van een talud van een ingraving of zijdelings aan de buitenranden van funderings- en onderfunderingslagen. Zij beperken de hoeveelheid toetredend water uit buitenbermen.

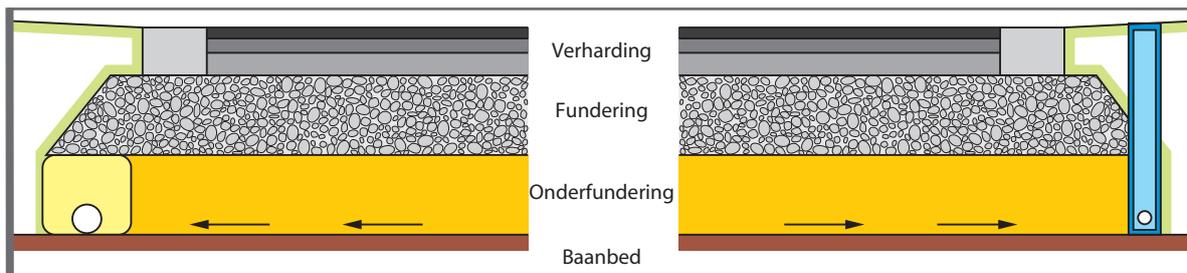


**Figuur 2.51** Geocomposiet

Een geocomposiet wordt handmatig of machinaal in een smalle sleuf aangebracht. De sleufbreedte hangt af van de soort van schop (30 cm tot 50 cm). De sleuf wordt aangevuld met het ontgraven materiaal, waaruit de grove elementen zijn verwijderd. De aanvulling wordt verdicht.

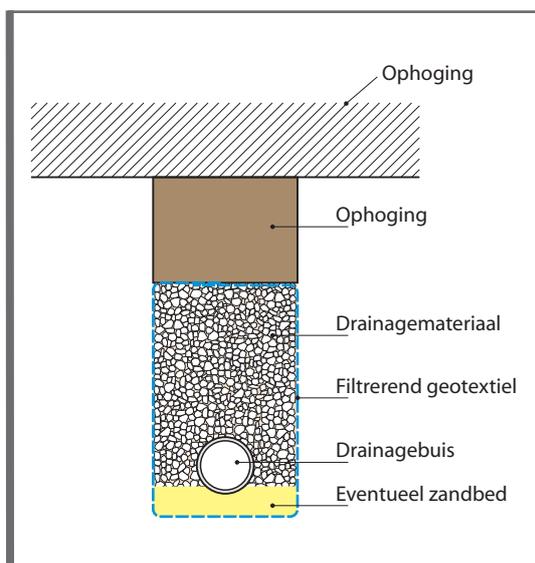
Geocomposieten mogen ten hoogste 1,50 m diep worden aangebracht. Ze zijn niet geschikt voor bemaling. Als middel om de grondwaterspiegel te verlagen verdient een drainagesleuf de voorkeur.

Om verstopping te voorkomen, is geregelde inspectie noodzakelijk – idealiter bij hevige regens of een hoge grondwaterspiegel (januari tot maart). Onderhoud wordt het best vóór de herfst uitgevoerd. Bij de inspectie wordt eerst de staat van de uitmondingsconstructies nagegaan. De staat van het geocomposiet kan plaatselijk endoscopisch worden onderzocht.



**Figuur 2.52** Drainagesleuf met geocompositiet

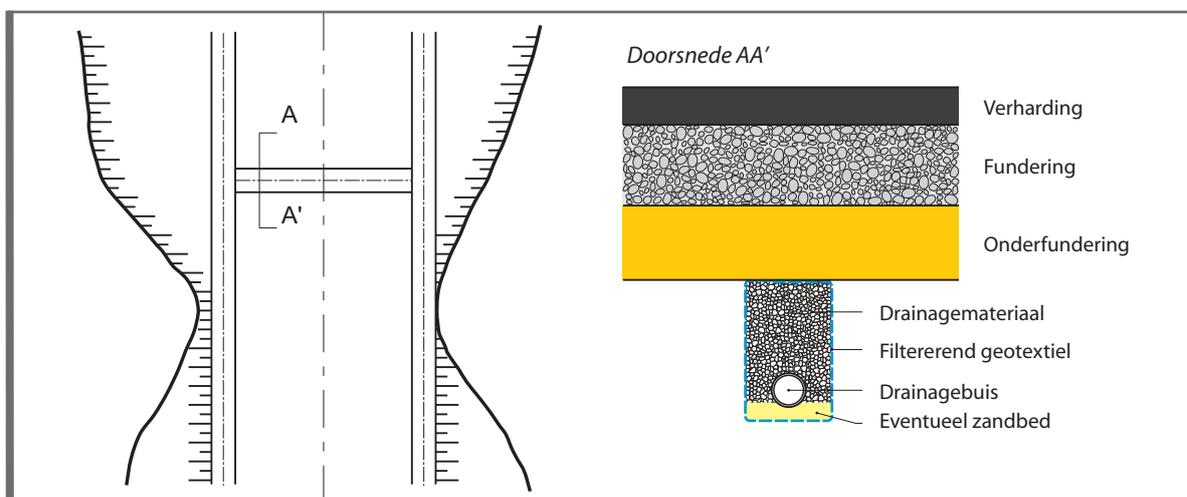
### 2.3.2.3 Dwarse drainagesleuven



**Figuur 2.53** Drainagesleuf onder ophoging

Dwarse drainagesleuven (drainagegreppels) worden toegepast in zones waar zich water opeenoopt (bijvoorbeeld in een laag punt na een sterke langshelling, aan de overgang tussen ophoging en ingraving, in de bedding van een ophoging in een vochtige of overstroomde zone (figuren 2.53 en 2.54)), aan dwarse obstakels (bijvoorbeeld snelheidsbeperkende voorzieningen) of als de langshelling veel groter is dan de dwarshelling van de binnenzijde van de drainagelaag. De aanbevelingen voor langse drainagesleuven zijn van toepassing (dezelfde materiaalkenmerken en aanbrenging van filtererend geotextiel op de sleufwanden).

Net zoals andere constructies die zich dicht onder het wegoppervlak bevinden, vormen dwarse drainagesleuven een discontinuïteit in het lengteprofiel van het baanbed. Als ze op te geringe diepte liggen, kan de discontinuïteit het lengteprofiel van de weg verstoren of differentiële zwellingen veroorzaken (bij vorst). Bij een correct gedimensioneerde wegconstructie bestaat dit laatste risico echter niet.



**Figuur 2.54** Dwarse drainagesleuf onderaan in het baanbed

### 2.3.2.4 Drainagebuizen

Drains of drainagebuizen worden toegepast om water op te vangen en versneld af te voeren.

Deze buizen bestaan doorgaans uit kunststof en zijn over de hele omtrek voorzien van openingen die groot genoeg zijn om water door te laten en klein genoeg om verstopping van de buis tegen te gaan.

Ze worden aangebracht onder een profiel dat overeenstemt met de geëiste helling (ten minste 0,5 % voor de drainagebuis) op een ongeveer 0,10 m dikke laag van grof aggregaat met een aanbevolen korrelgrootteverdeling 4/8 en een laag gehalte aan fijne bestanddelen. Ze kunnen worden omstort met drainagemateriaal (bijvoorbeeld aggregaten 4/16 met een laag gehalte aan fijne bestanddelen), om een snelle percolatie van het water naar de buis mogelijk te maken. De buisomtrek wordt bedekt met filterend geotextiel, om verstopping van het drainagemateriaal of de drainagebuis tegen te gaan.

## 2.4 Voorzieningen voor wateropslag

### 2.4.1 Inleiding

In dit deel worden de verschillende debietregulerende systemen voor afstromend water beschreven. Men onderscheidt open en ondergrondse constructies, met of zonder waterinfiltratie in de grond. De keuze van het systeem hangt af van de beschikbare plaats, bebouwing, plaatselijke milieubeperkingen, aanwezige grondsoort en mogelijke waterverontreiniging. Deze constructies hebben doorgaans een waterzuiverende functie (*Katern Afkoppelen, bufferen en infiltreren – Vlario [28]*).

### 2.4.2 Opslag

Opslag van afstromend hemelwater is noodzakelijk om piekafvoeren te reguleren, overbelasting van verzamelleidingen tegen te gaan en overstromingen stroomafwaarts te vermijden. Naargelang van de beschikbare ruimte gebeurt dit in (open of ondergrondse) bekkens of in andere aangepaste constructies (holle blokken of kolommen van kunststof).

### 2.4.3 Infiltratie

Door water in de grond te laten infiltreren, worden verzamelleidingen ontlast, volstaan kleinere opslag- en bufferconstructies en worden overstromingen vermeden. Systemen met waterinfiltratie in de grond kunnen slechts worden toegepast als de aanwezige grond goed doorlatend, de grondwaterspiegel niet te hoog en het water niet verontreinigd is. Ze mogen niet in waterwingebieden worden toegepast.

Dergelijke constructies kunnen zijn:

- onverharde of begroeide sloten;
- open bekkens zonder waterdichte bodem;
- ondergrondse lijnvormige constructies van infiltratieblokken of -buizen;
- ondergrondse niet-lijnvormige constructies van infiltratieblokken.

Als waterinfiltratie in de grond niet wenselijk is, kunnen systemen met waterdichte bodem (beton, kleilaag, enz.) worden toegepast ter hoogte van sloten, open of ondergrondse bekkens van beton of holle blokken met een waterdicht membraan.

## 2.4.4 Open constructies

### 2.4.4.1 Open opslagbekkens

Open opslagbekkens, ook regenwateropvang-, spaar-, storm- of retentiebekkens genoemd, zijn open constructies als onderdeel van een afvoersysteem. Ze hebben als voornaamste functie grote hoeveelheden regenwater die de capaciteit van het aanwezige leidingennet overtreffen tijdelijk te bergen (bufferen) en het, naargelang van de specifieke kenmerken van de verzamelleidingen stroomafwaarts en/of van de waterlopen, geleidelijk af te voeren via overstort- en debietreguleringsvoorzieningen.



**Figuur 2.55** Open opslagbekkens

Deze constructies kunnen een redelijk grote zuiverende rol vervullen (zuivering van afstromend water uit stroomgebieden en van mogelijk verontreinigd water dat van weginfrastructuur afstroomt) en zo verontreiniging van grond, grondwater en ontvangende waterlopen helpen tegengaan. Water dat van het baanbed afgevoerd of in de wegconstructie doorgedrongen is, bevat vaak zware metalen, koolwaterstoffen, wegzout en meegevoerde vaste of gevaarlijke stoffen. Men onderscheidt:

- **accidentele verontreiniging.** Dit is verontreiniging ten gevolge van ongevallen waarbij verontreinigende of gevaarlijke stoffen vrijkomen;
- **chronische verontreiniging.** Dit is verontreiniging ten gevolge van het verkeer en de weginfrastructuur (verharding, slijtage van banden en remmen, benzine, katalysatoren, enz.);
- **seizoengebonden verontreiniging.** Dit is verontreiniging ten gevolge van winteronderhoud van wegen of fytosanitaire producten.

Open opslagbekkens zijn het resultaat van een afweging van de kostprijs van deze constructies tegen het economische voordeel van een technisch geavanceerder afvoernet.

Dergelijke constructies kunnen ook een milieutechnische en ecologische rol vervullen. Ze kunnen worden ingepast in een landschap met (natuurlijke en/of doelgericht gekozen) fauna en flora met diverse positieve effecten als gevolg.



**Figuur 2.56** Voorbeeld van open opslagbekken (hogesnelheidslijn Luik-Duitsland, viaduct in Battice)

Een open opslagbekken zorgt ervoor dat:

- gemakkelijk bezinkbare stoffen bezinken;
- verontreinigende stoffen en koolwaterstoffen worden tegengehouden;
- zout wordt verdund;
- fauna en flora verontreinigende stoffen tegenghouden (biologische zuivering);
- het lozingsdebiet van water in de natuurlijke omgeving wordt gereguleerd.

Het geheel wordt bij voorkeur ontworpen met twee deelbekkens. De nodige voorzieningen om de veiligheid te garanderen en het onderhoud te vergemakkelijken, zijn aanwezig.

Bij grote of frequente instroom dient een voorafgaand ontvangbekken te worden geïnstalleerd, om groot drijvend afval af te scheiden en zo de zandafdeling efficiënt te laten verlopen.



**Figuur 2.57** Zandvanger



**Figuur 2.58** Olieafscheider



**Figuur 2.59** Afwalafscheider

Het **eerste deelbekken** werkt als zandvanger (bezinking van zwevende deeltjes in het water met een korrelgrootte groter dan 200 micron) en olieafscheider (bovendrijvende olie). Aan de inlaat van het bekken is een afvalafscheider (rooster) aangebracht, om drijvende deeltjes en ander grof afval tegen te houden en de goede werking van de hydraulische constructies stroomafwaarts niet te hinderen. Het afval kan van allerlei aard zijn – van takken en bladeren tot plastic voorwerpen. Geregeld onderhoud van de roosters is noodzakelijk om de duurzaamheid en goede werking van de constructie te waarborgen.

Het **tweede deelbekken** (retentiebekken) heeft een grotere oppervlakte en een groter volume. Het zorgt voor wateropslag (debietregulering en opvang van wassend water), voltooiing van de bezinking van fijne bestanddelen, verdunning van zout en biologische zuivering. Biologische zuivering wordt bevorderd door water langer in het bekken te houden en/of door een vaste minimale hoogte ervan aan te houden. Een debietregelaar regelt de uitstroom van water in de natuurlijke omgeving. Slibafzetting en flora-ontwikkeling in het bekken dienen geregeld te worden gecontroleerd, om te voorkomen dat te veel slib of flora de goede werking ervan aantast.

Voor open opslagbekkens wordt de voorkeur gegeven aan:

- natuurlijke (begroeide) bermen;
- een natuurlijke bodem waarop een waterdicht membraan wordt aangebracht als waterinfiltratie in de grond niet gewenst is, of een natuurlijke bodem als infiltratie in de grond gewenst is (§ 2.4.4.2 *Open opslagbekken met infiltratie*);
- een vorm die de zones zonder waterbeweging zo klein mogelijk houdt;
- inpassing in het landschap.

Om het transport van grote hoeveelheden over lange afstanden te vermijden (wat grotere investeringskosten vergt) worden open opslagbekkens indien mogelijk nabij de aanvoerende stroomgebieden aangelegd. Bij de keuze van de locatie wordt ook rekening gehouden met de bebouwing, de topografie, de te bergen hoeveelheid water en de capaciteit van de hoofdverzamelende stroomafwaarts.



#### 2.4.4.2 Open constructies met infiltratie

Open constructies met infiltratie worden doorgaans aangebracht in een landschap met een redelijk vlak reliëf en doorlatende grond. Men onderscheidt:

a/ **open sloten met infiltratiesysteem.** Dergelijke constructies vereisen dat:

- er voldoende ruimte beschikbaar is;
- geregeld gereinigd wordt;
- de grond doorlatend en geschikt voor infiltratie is;
- waterafvoer en -opslag worden gecombineerd;
- rekening wordt gehouden met een ruimere verspreiding van de verontreiniging;

b/ **open opslag- of retentiebekkens met infiltratie.** Deze constructies worden beschreven onder § 2.4.4.1 *Open opslagbekkens met een natuurlijke bodem.* Ze maken waterinfiltratie in de grond mogelijk. Dergelijke constructies vereisen:

- een doorlatende grond met biologisch actieve sedimenten, om de afbraak van substanties in oplossing te bevorderen;
- een afscheider (benzine, olie);
- toegankelijkheid voor de reiniging;
- geregelde controle van de infiltratie met onderhoud en/of vervanging van de grondlagen waarlangs de infiltratie plaatsvindt.

Zij zijn geschikt voor grote bestrate of verharde oppervlakken, in het bijzonder autosnelwegen.

### 2.4.5 Ondergrondse constructies

#### 2.4.5.1 Ondergrondse opslagbekkens

Als er te weinig ruimte beschikbaar is (bijvoorbeeld in stedelijke gebieden), wordt de voorkeur gegeven aan ondergrondse (al of niet menstoegankelijke) opslagbekkens.

Het water in een ondergronds bekken wordt soms met een waterstraalpompe in beweging gehouden, om te voorkomen dat zich door bezinking deeltjes op bodem van het bekken afzetten en er een sliblaag vormt.

Een ondergronds bekken kan ook uit blokken of andere elementen van pvc zijn opgebouwd. De in- en uitlaat en de inspectieopeningen zijn zo ontworpen dat het bekken gemakkelijk te onderhouden is. Er bestaan heel wat systemen van pvc (blokken, kolommen, enz.). Verderop worden enkele voorbeelden getoond.

#### 2.4.5.2 Ondergrondse constructies met infiltratie

Bij plaatsgebrek of uit veiligheidsoverwegingen kunnen in plaats van open sloten ondergrondse constructies met infiltratiebuizen, infiltratieblokken of filtermateriaal (zand, grind of geëxpandeerde kleikorrels) worden gebouwd.

Voor grote oppervlakken waarvoor ondergrondse opslag gewenst is, wordt infiltratie bevorderd door middel van constructies van kunststofblokken met een hoge opslagcapaciteit of door middel van geëxpandeerde kleikorrels waarrond een geotextiel wordt aangebracht, eventueel aangevuld met een buis voor de waterafvoer.

Aanvullend kunnen zones met filtermateriaal worden aangebracht.

Naast het bufferen van infiltratiewater in een voldoende doorlatend substraat zorgen deze constructies ook voor waterafvoer. Hierna worden enkele voorbeelden getoond.



**Figuur 2.61** Bufferbekken met geëxpandeerde klei



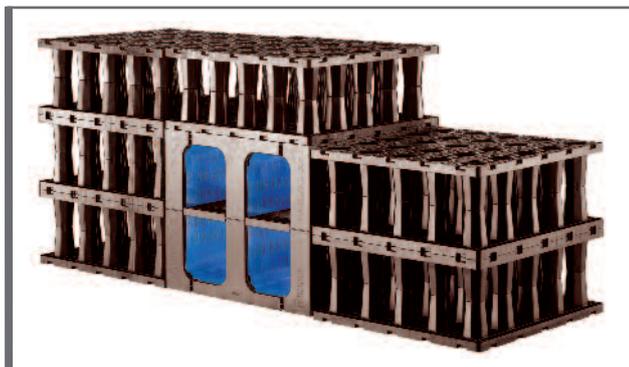
**Figuur 2.62** Opslagbekken van holle blokken



**Figuur 2.63** Opslagbekken van holle blokken



**Figuur 2.64** Holle blokken voor opslagbekken





# Hoofdstuk 3

## Aanbevelingen voor de uitvoering

### 3.1 Voorzieningen tijdens grondwerken

#### 3.1.1 Inleiding

Bij grondwerken dienen de nodige maatregelen te worden genomen om de tijdelijke drainage van het baanbed te waarborgen en de volgende problemen te voorkomen:

- onstabiele taluds van een ingraving of ophoging (risico op afschuiving, dure reconstructie);
- verzadigde grond op de bodem van ingravingen, waardoor het terrein onberijdbaar voor werkverkeer wordt en de werkzaamheden zelfs kunnen moeten worden onderbroken. Ook kan hierdoor (dure) grondbehandeling noodzakelijk zijn of kan normaal herbruikbare grond onbruikbaar worden en moeten worden afgevoerd;
- schade ten gevolge van diepe erosie bij taluds van een ingraving of ophoging.



**Figuur 3.1** *Onbeschermd, niet-gedraineerd baanbed*



**Figuur 3.2** *Onbeschermd, niet-gedraineerd baanbed tijdens een werkonderbreking*

In ons klimaat kan elk verzuim op dit gebied de uitvoering aanzienlijk vertragen.

Grond die tijdens grondwerken niet tegen water wordt beschermd, kan aan draagvermogen verliezen. Bij fijne, watergevoelige grond (leem- en kleihoudende grond zoals in België vaak voorkomt) is dat effect nog sterker.

Om het draagvermogen en de toestand van grond in elke uitvoeringsfase zo goed mogelijk te behouden, dient grond tegen regen- en grondwater en tegen de acties van werkverkeer te worden beschermd. De tijd dat een deel van de constructie onbeschermd aan dergelijke risico's wordt blootgesteld, moet zo kort mogelijk worden gehouden.

Drainage tijdens grondwerken heeft als doel:

- toetredend water opvangen;
- wateropeenhoping voorkomen, vooral aan de teen van taluds van een ingraving of ophoging;
- verzadigde grond in ingravingen tegengaan;
- het draagvermogen van de grond behouden;
- de watertoestand van de grond verbeteren;
- werkverkeer mogelijk maken;
- de stabiliteit van taluds van een ingraving of ophoging waarborgen;
- erosie van taluds van een ingraving of ophoging tegengaan.

### 3.1.2 Te nemen maatregelen

#### 3.1.2.1 Ingravingen

- Het ontgraven beginnen in het lage punt van het lengteprofiel.
- Op het einde van elke werkdag het bovenvlak licht verdichten, met inachtneming van een dwarshelling van 4 % naar de taluds.
- De ingraving in fasen uitvoeren en voortdurend een uitmonding voor het water voorzien (van stroomafwaarts naar stroomopwaarts ontgraven).
- In de teen van taluds van een ingraving steeds tijdelijke sloten voorzien (met een natuurlijke uitmonding of met afvoerputten om het water weg te pompen). Dergelijke sloten worden aangebracht naarmate het ontgraven vordert, met de hoek van een bulldozerblad of een wegschaaf, of met de graafmachine.

#### 3.1.2.2 Ophogingen

- Op het einde van elke werkdag het bovenvlak licht verdichten, met inachtneming van een dwarshelling van 4 % naar buiten toe, om wateropeenhoping te vermijden en afvoer van het aanwezige water te waarborgen zonder dat zich erosiegeulen vormen en afschuiving of uitspoeling optreedt.



**Figuur 3.3** *Geërodeerd talud (losgekomen bovengrond)*



**Figuur 3.4** *Tijdelijke sloot bij grondwerken in een natte zone*



**Figuur 3.5** *Erosie in een zandhoudend talud van een ophoging*

- Van bij het begin van de werkzaamheden teensloten aanbrengen.
- De taludkruinen verzorgen en zo voorkomen dat oppervlaktewater steeds langs dezelfde weg wordt afgevoerd, waardoor (vooral bij zandhoudende grond) diepe geulen zouden ontstaan.

In de volgende bijzondere gevallen moet toetredend water in ophogingen worden afgevoerd:

- in de overgangszone tussen ingraving en ophoging (met wisselende en vaak doorlatende materialen) waar water gemakkelijk infiltreert en wordt ingesloten. Om dit te voorkomen, worden de aanwezige materialen vervangen door drainagemateriaal, aangevuld met drains die op een uitmondingsconstructie zijn aangesloten;
- bij opborrelend grondwater aan het oppervlak. Dit risico dient tijdens het grondmechanische vooronderzoek te worden ingeschat;
- in lage punten (aanbrenging van drainerende dwarsdrains of dwarse drainagesleuven) of aan obstakels bij een ophoging waartegen zich water opeenhoopt.



De grondwerken worden zodanig uitgevoerd dat de vlakken mooi effen zijn, zonder te grote hellingen of inzinkingen zonder uitmonding. Dwars- en lengteprofielen worden nauwgezet nageleefd, om waterstroming te bevorderen.

Bij omvangrijke grondwerken wordt ervoor gezorgd dat taluds van een ingraving of ophoging zo vlug mogelijk met planten of gras worden bedekt. Daarbij dient de soort van begroeiing zorgvuldig te worden gekozen. Bij de keuze wordt rekening gehouden met de gunstige inzaai- en groeiperiode.

**Figuur 3.6** Watergevoelige, niet gedraineerde grond

Bij te natte en/of weinig draagkrachtige grond:

- te natte grond moet worden droog gemaakt door middel van verdamping, vermenging met droge grond of behandeling met kalk (zie OCW-handleiding *Grondbehandeling met kalk en/of hydraulische bindmiddelen* – A 81/10 en bijbehorende praktijkgidsen [4]);
- soms (bij zeer watergevoelige grond) volstaat het afvoeren van water niet om een goed draagvermogen te verkrijgen. Aanvullende maatregelen zijn dan nodig zoals het aanleggen van tijdelijke wegen voor werkverkeer met aangevoerde wateron gevoelige materialen of het in situ behandelen van grond (indien buiten de grondwaterspiegel).



**Figuur 3.7** Tijdelijke weg voor werkverkeer

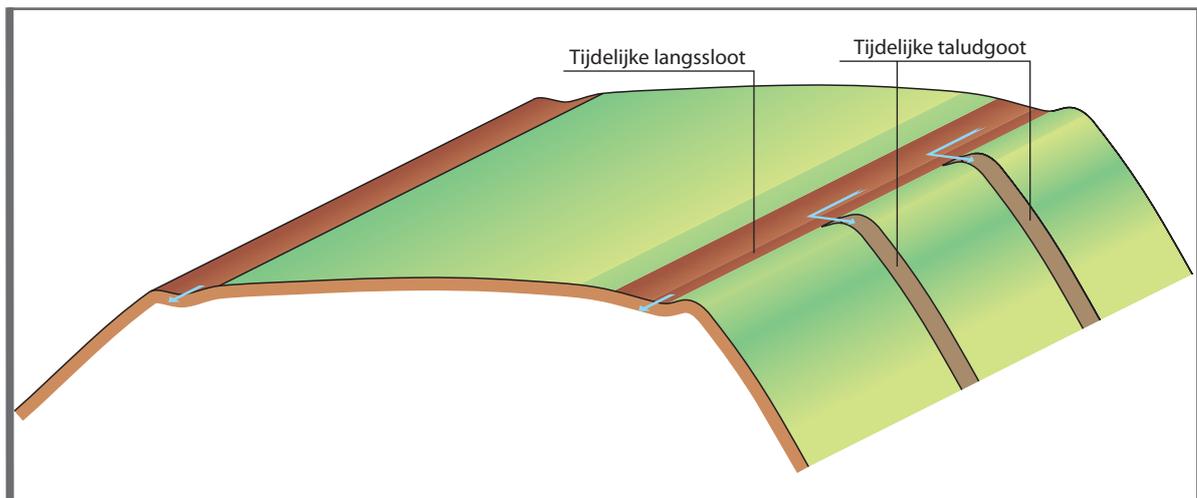
### 3.1.3 Constructies tijdens grondwerken

Men onderscheidt tijdelijke en definitieve constructies.

**Tijdelijke constructies** hebben als doel de bouwplaats toegankelijk te maken, grond te kunnen ontgraven of hergebruiken. Het betreft:

- rudimentaire sloten of drainagesleuven;
- tijdelijke diepe sloten aan de rand van de afgraving, ter verlaging van de vrije grondwaterspiegel.

Het is aanbevolen tijdelijke langssloten in de afgraving van een ophoging aan te brengen, om het water te geleiden en om erosie van de afgraving en de taluds tegen te gaan (figuur 3.8). Om de 50 m worden tijdelijke taludgoten aangebracht.



**Figuur 3.8** Tijdelijke langssloten en taludgoten



**Figuur 3.9** Drainerende taludbekleding (gewichtsmasker)

**Definitieve constructies** zijn:

- drainerende taludbekledingen (opvang en afvoer van toetredend water in taluds) en dwarsdrains (opvang van plaatselijk toetredend water in taluds van een ophoging). Een drainerende verzamelleiding voert het water naar de taludteen met uitmondingsconstructie. De uitmondingsconstructie is groot genoeg gedimensioneerd om de verwachte debieten te verwerken;
- een drainagelaag;
- drainagesleuven;
- subhorizontale drains. Ze zorgen voor de drainage van taluds van een ingraving als het water tot dieper in het talud moet worden gedraineerd.

Bij dergelijke constructies zijn een continue interne waterstroming, een groot onderhoudsgemak, een zorgvuldig ontwerp en een goede uitvoering van de uitmondingsconstructies zeer belangrijk. Tijdelijke constructies worden na het beëindigen van de werkzaamheden verwijderd. Bij definitieve constructies die tijdens de grondwerken zijn gerealiseerd, wordt de goede staat gecontroleerd.

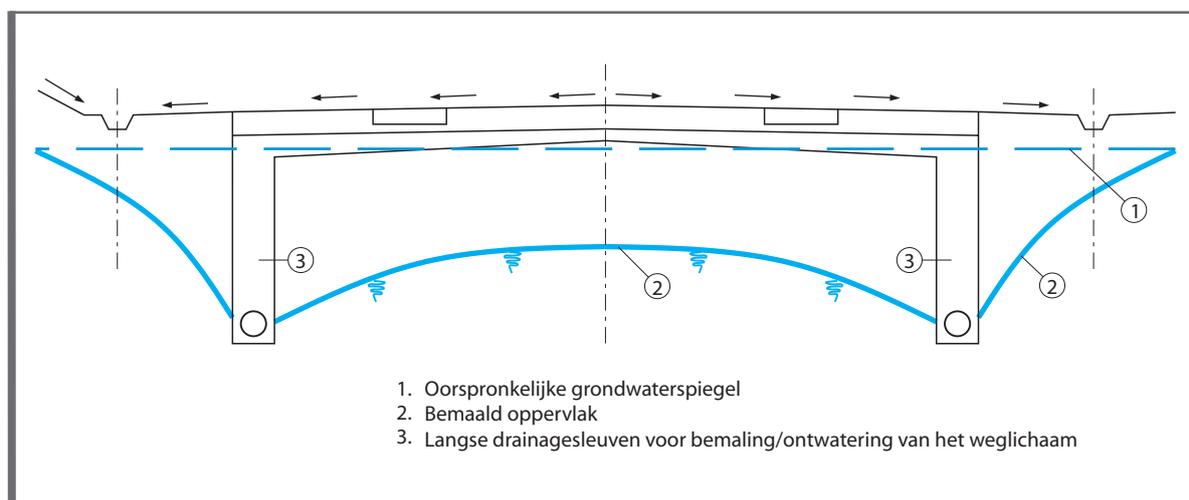
Bij langdurige werkonderbrekingen worden de oppervlakken met een bitumineuze emulsie of een plastic membraan tegen weersinvloeden beschermd.

### 3.1.4 Grondwaterspiegel

De grondwaterspiegel moet ten minste 1,40 m onder het wegooppervlak blijven. Indien nodig wordt hij verlaagd voordat de werkzaamheden worden aangevat. Daarbij worden passende maatregelen genomen om zettingen te voorkomen. Een andere maatregel kan erin bestaan de weg in een ophoging aan te leggen.

Grondwaterspiegelverlaging (bemaling) doet de interstitiële druk afnemen, met hogere effectieve spanningen in de grond en zettingen als gevolg. Dit effect is sterker bij samendrukbare of veenachtige grond. Voorafgaandelijk verkennend grondonderzoek is noodzakelijk om de soort, de samendrukbaarheid en de doorlatendheid van de aanwezige grond te bepalen, evenals de seizoensvariaties van het grondwaterpeil en de aanwezigheid van waterwingebieden. Mogelijke zettingen en de invloed van de bemaling worden op basis van het vooronderzoek ingeschat.

Gebruikelijke voorzieningen voor bemaling zijn diepe sloten, diepe drainagesleuven, verzamelleidingen en vooral bemalingsputten (diepe grondwerken) of filterputten (ondiepe grondwerken). De doeltreffendheid hangt af van de soort en de doorlatendheid van de aanwezige grond.



**Figuur 3.10** Schematische voorstelling van bemaling

Er kunnen maatregelen worden genomen om de invloed van bemaling op de omgeving te beperken:

- waterremmende schermen aanbrengen, om de omvang van de bemaling te beperken;
- horizontale natuurlijke of kunstmatige waterremmende lagen aanbrengen;
- water in de grond hervoeden (retourbemaling);
- de bemalingsduur beperken.

Om de grondwaterspiegelverlaging in te schatten, worden waterpeil- en debietmetingen verricht. Bij overschrijding van aanvaardbare waarden worden passende maatregelen genomen.

Voor meer informatie wordt naar de publicatie *Ontwerp en uitvoering van bemalingen – Belgische richtlijnen* van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB) verwezen (in voorbereiding bij het ter perse gaan van deze handleiding) [29].

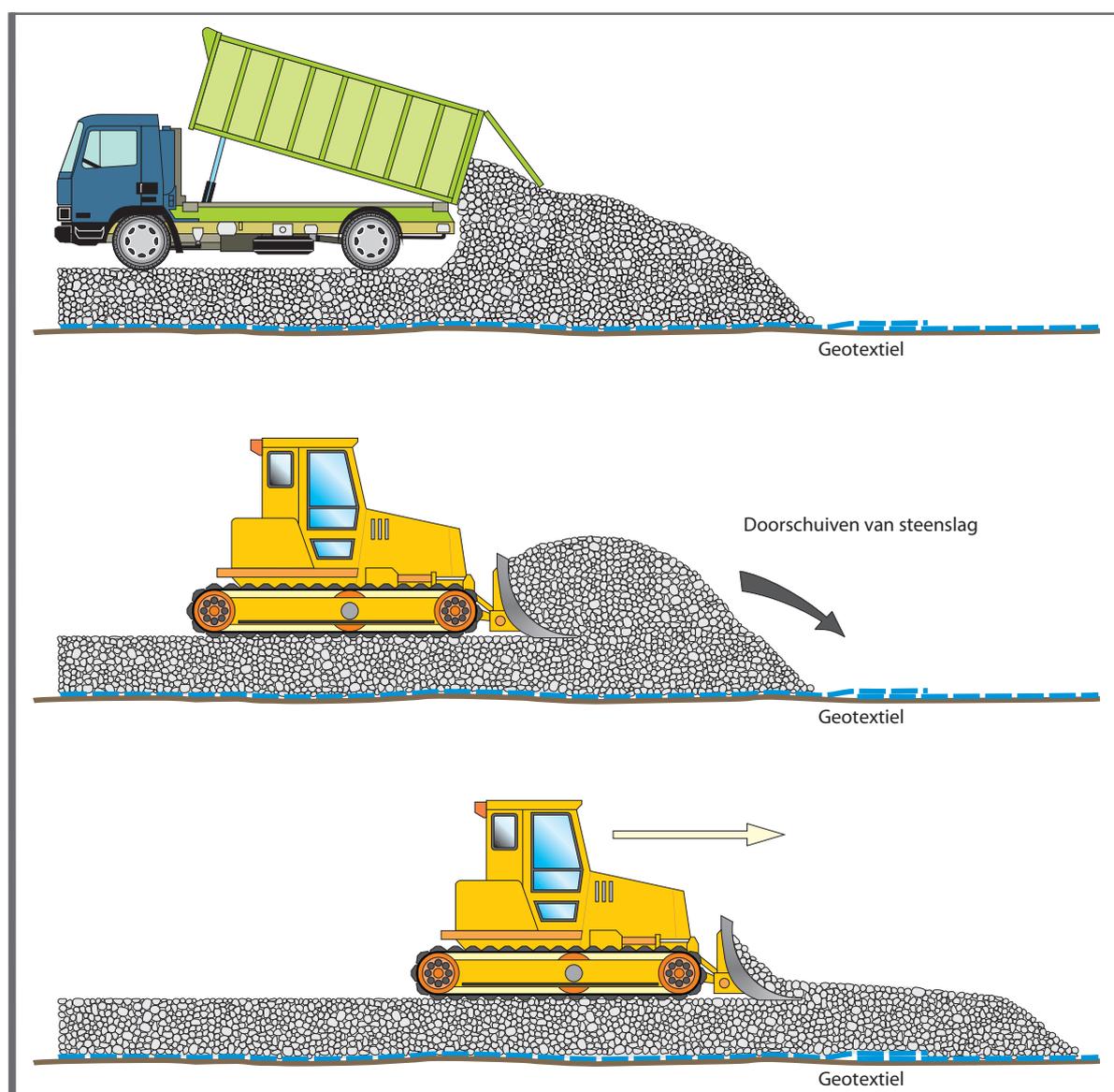
## 3.2 Aanbrenging van geokunststoffen

Op het genivelleerde en eventueel verdichte baanbed wordt een scheidend geotextiel aangebracht, soms aangevuld met een versterkend geogrid. De keuze van de kenmerken van het geotextiel hangt af van de soort van aanwezige grond en van het materiaal van de drainagelaag. De voorschriften staan beschreven in PTV 829 *Geotextiel en aan geotextiel verwante producten* [27] en § 2.3.2.1 *Drainagelaag* van deze handleiding.

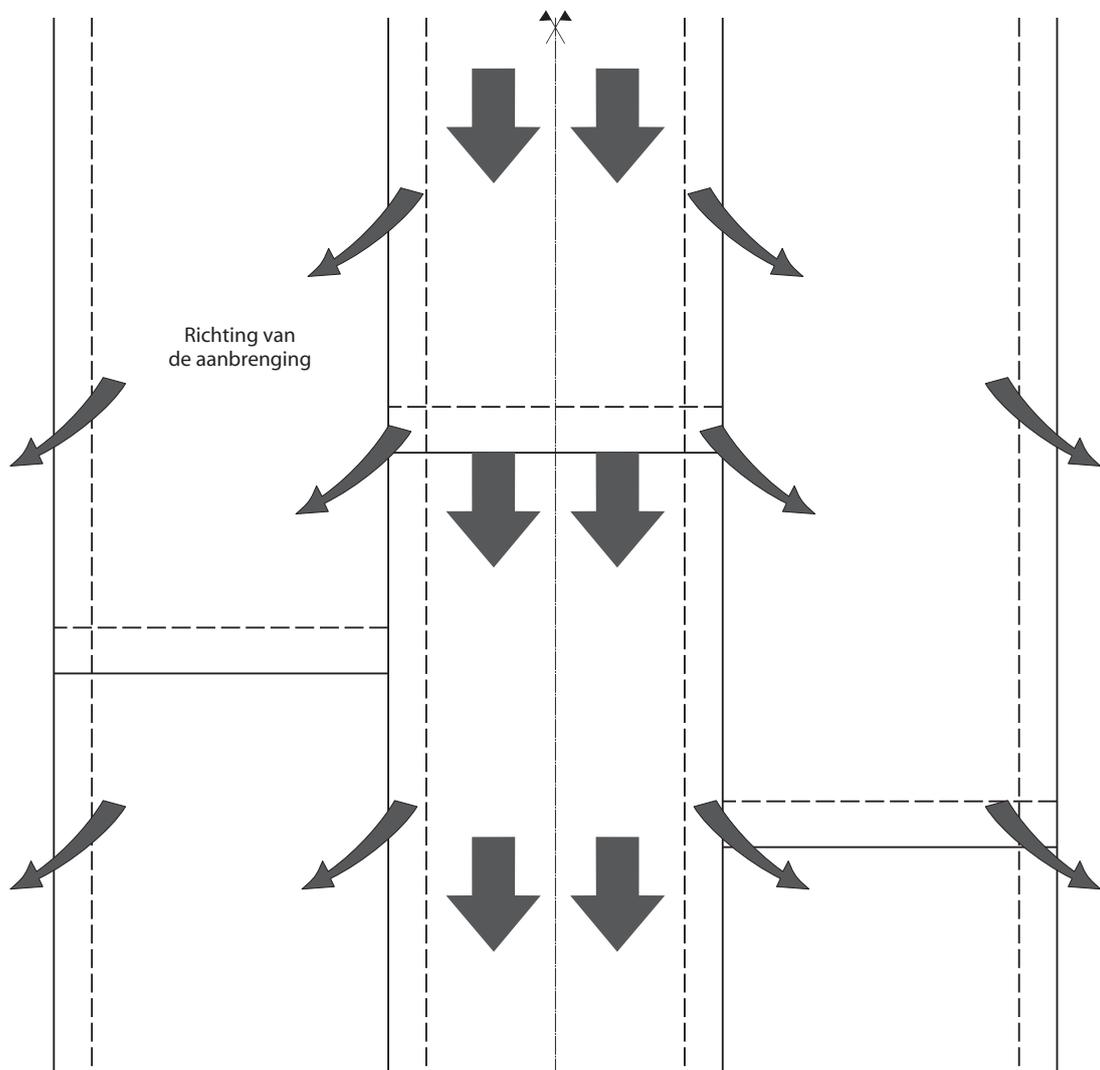
Het geotextiel wordt op het baanbed uitgerold in langse stroken die elkaar overlappen (ten minste 0,50 m in de dwarsrichting en ten minste 1 m in de lengterichting volgens de voornoemde PTV 829 [27]). Het begin van een nieuwe rol wordt steeds onder het einde van de vorige aangebracht.

Het geotextiel mag niet worden bereiden voordat het korrelvormige materiaal is gestort.

Om schade aan het geotextiel te voorkomen, mag het steenslag er nooit rechtstreeks op worden gestort. Het wordt op een al verwerkte laag van ten minste 20 cm dik gestort en vervolgens met een bulldozer over het geotextiel doorgeschoven en gespreid (figuur 3.11).



**Figuur 3.11** Aanbrenging van steenslag op een geotextiel



**Figuur 3.12** Versterking van een baanbed met geotextiel en geogrid. Gefaseerde uitvoering waarbij eerst een baanbed met een kleinere breedte en een grotere dikte wordt gerealiseerd.

De aanbrenging verloopt voortschrijdend: de vrachtwagens die de steenslag aanvoeren, de bulldozer en de verdichtingsmachine rijden over het al aangelegde gedeelte.

Bij weinig draagkrachtige grond kan bijvoorbeeld in korte moten van 50 m worden gewerkt:

- een moot van 50 m wordt uitgegraven;
- de uitgegraven grond wordt over de reeds verwerkte steenslaglaag afgevoerd;
- het geotextiel wordt over de pas uitgegraven strook van 50 m uitgerold en met steenslag bedekt;
- enzovoort.

Bij brede wegen of oppervlakken kan eerst een afgraving van kleinere breedte en grotere dikte worden gerealiseerd, waarover de uitgegraven grond kan worden afgevoerd. Zo hoeft niet in kleine moten te worden gewerkt.

In beide gevallen moeten de stroken van het geotextiel en het geogrid elkaar goed overlappen.

# Hoofdstuk 4

## Aanbevelingen voor het onderhoud

### 4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de nodige maatregelen voor het onderhoud van wegconstructies om waterinfiltratie in het weglichaam (of in de kant van de rijbaan, de zwakke plek) tegen te gaan. Er worden ook aanbevelingen gedaan om de goede werking van voorzieningen voor de opvang en afvoer van water naar een uitmondingsconstructie te garanderen.

### 4.2 Wegverharding

#### 4.2.1 Betonverhardingen

Beton is ondoorlatend als het in een voldoende dikke laag wordt gestort. Doorheen scheuren en slecht afgedichte voegen kan echter toch water in de constructie doordringen. De soorten van voegen in betonverhardingen staan beschreven in § 2.1.2.1 *Beperken van waterinfiltratie*.

Het risico op waterinfiltratie is zeer groot als voegen niet dicht zijn gemaakt, of als het voegvullingsmateriaal scheurt, loskomt of volledig uit de voeg is gerukt. Mogelijke oorzaken kunnen zijn:

- gebrekkige kwaliteit of gebrekkige efficiëntie van het voegvullingsmateriaal;
- te grote voegbewegingen;
- bewegen van de betonplaat;
- onaangepaste vorm van de voegopening;
- uitpersen van het voegvullingsmateriaal onder verkeer (meestal bij warm weer);
- ontoereikende expansieruimte voor de voeg.

Om verticale plaatbewegingen aan voegen (pompen) tegen te gaan en de stabiliteit van de verharding niet in gevaar te brengen, dienen passende maatregelen te worden genomen. Dergelijke plaatbewegingen bevorderen immers het loskomen van voegvullingsmateriaal.

Betonplaten kunnen op diverse manieren worden gestabiliseerd. De keuze van de stabilisatiemethode hangt van de situatie af:

- **weinig of geen scheurvorming**: ondergrouten (vullen van de holten onder onstabiele betonplaten);
- **ernstige scheurvorming**: beuken van onstabiele betonplaten, aanbrengen van een scheurremmende laag (om reflectiescheurvorming tegen te gaan) en met asfalt overlagen;
- **problematische lastoverdracht aan voegen**: deuvelen.

De staat en de waterdichtheid van voegen dient geregeld visueel te worden geïnspecteerd. De inspectiefrequentie hangt af van de soort van voeg en van de verkeersintensiteit, maar er wordt ten minste één inspectie om de drie jaar verricht. Vooral uitzet- en langsvoegen moeten grondig worden geïnspecteerd.

Onderhoud heeft als doel voegen waterdicht te houden. Ze moeten geregeld volledig leeggemaakt en opnieuw met een bitumineuze voegvullingsmassa of een- of tweecomponentenmassa worden gevuld.

Als aanwezige scheuren de stabiliteit van de wegverharding in gevaar brengen, moeten ze onmiddellijk worden dicht gemaakt. Dit hangt af van de scheuopening en het optredende verkeer. Scheuren worden op dezelfde wijze als voegen dichtgemaakt (na aanbrenging van een zaagsnede).

## 4.2.2 Asfaltverhardingen

### 4.2.2.1 Gesloten asfaltverhardingen

Gesloten asfaltverhardingen (§ 2.1.2.1 *Beperken van waterinfiltratie*) laten haast geen water door. Enkel door voegen of scheuren kan water in de wegconstructie doordringen.

Voegen moeten waterdicht worden gehouden. Er dient te worden opgetreden als de waterinfiltratie en de gevolgen ervan nog beperkt zijn. Periodieke inspectie van de wegverharding is dan ook noodzakelijk, om eventuele scheuren op te sporen.

Naargelang van de vorm en de breedte van voegen of scheuren onderscheidt men twee soorten van reparaties.

#### 4.2.2.1.1 Reparatie van geïsoleerde scheuren en openstaande voegen

Geïsoleerde scheuren of voegen met een opening kleiner dan 5 mm worden schoongebazen, gevuld met een kationische bitumenemulsie en vervolgens met een kationische emulsie en fijn gebroken steenslag bedekt.

Scheuren of voegen met een opening van 5 mm tot 25 mm worden schoongemaakt en vervolgens door infrezen vergroot tot ten minste 20 mm breed en 40 mm diep. Deze opening wordt met koud of warm voegvullingsmateriaal gevuld.

Scheuren of voegen met een opening groter dan 25 mm worden met gietasfalt gevuld.

#### 4.2.2.1.2 Reparatie van grote gescheurde oppervlakken

Een oppervlak van ongeveer 0,50 m breed met veel scheuren met een opening kleiner dan 5 mm wordt gerepareerd met een slem 0/2, een bestrijking of eventueel door over een kleine breedte gietasfalt aan te brengen.

Bij een oppervlak van ongeveer 0,50 m breed met scheuropeningen groter dan 5 mm wordt de top laag volledig afgefreesd en wordt een nieuwe laag aangebracht.

Voor meer informatie over de werkwijzen en materialen voor dergelijke reparaties wordt verwezen naar de vakliteratuur terzake (onder meer OCW-publicatie *Handleiding voor bestrijkingen* – A 71/01 [30]) en de gewestelijke standaardbestekken in België [31, 32, 33]).

### 4.2.2.2 Open en halfopen asfaltverhardingen

Zoals eerder vermeld, kan bij een open top laag door het hele wegoppervlak water in de constructie doordringen. Om voegen in onderliggende lagen te inspecteren of te repareren, dient eerst de open top laag te worden verwijderd.

## 4.3 Kant van de rijbaan

### 4.3.1 Inleiding

Naast de rijbaan bevinden zich meestal één of meer verharde stroken, weggoten, kantstroken, parkeerstroken, enz. De langsvoeg tussen deze elementen en de kant van de rijbaan vormt een discontinuïteit.

Door de verschillende opbouw, sterkte en belastingen onder verkeer in de aangrenzende zones is de randvoeg moeilijk waterdicht te houden. Dat is nochtans noodzakelijk om waterinfiltratie tegen te gaan. De voeg moet dan ook zo goed mogelijk dicht worden gemaakt en elke belemmering van de waterstroming moet worden voorkomen.

Een goede waterstroming kan worden belemmerd door:

- verhoging van begroeide buitenbermen;
- opeenhoping van sneeuw en ijs op de buitenberm of de zijstrook na het sneeuwruimen;
- spoorvorming in de asfaltverharding van de zijstroken aan de kant van rijbaan;
- plaatselijke verzakking van de verharding ten gevolge van een slecht aangevulde sleuf, lekkage, enz.

### 4.3.2 Voegen aan de kant van de rijbaan

#### 4.3.2.1 Betonverhardingen

Als ook de zijstrook met beton is verhard, wordt de randvoeg op dezelfde wijze als langsvoegen in een betonverharding onderhouden.

##### Noot

Onderhoud van randvoegen in betonverhardingen is van essentieel belang. Ook hier geldt dat voorkomen beter is dan genezen. Het is dan ook ten zeerste aanbevolen in de ontwerpfase een extra breedte van de betonverharding te voorzien, zodat aan de kant van de weg geen verkeer optreedt en belastingen (en bijbehorende bewegingen) zoveel mogelijk worden beperkt.

#### 4.3.2.2 Asfaltverhardingen

Asfaltverhardingen worden meestal opgesloten met betonnen lijnvormige elementen.

Bij schade aan een randvoeg tussen de asfaltverharding van de rijbaan en de aangrenzende betonverharding van een zijstrook of fietspad, of tussen de asfaltverharding en het aangrenzende lijnvormige element (kantstrook, weggoot) wordt de voeg schoongemaakt en gevuld met voegvullingsmateriaal, met een voorgevormde bitumineuze voegband of met een voorgevormd of warm geëxtrudeerd voegprofiel.

#### 4.3.2.3 Bijzondere gevallen

Als de waterinfiltratie aan de kant van de rijbaan grote schade aanricht en het gewone onderhoud die niet kan tegengaan, dient een drainagesleuf met goede uitmondingen te worden aangebracht.

## 4.4 Systeem voor de opvang van oppervlaktewater



**Figuur 4.1** Gedeeltelijk gevulde sloot

Er dient te worden nagegaan:

- of na een regenperiode het water in sloten, goten en taludgoten goed doorstroomt en vlot wordt afgevoerd. Daartoe moet het niveau van het water in de sloten ten opzichte van de uitmondingen van het drainagesysteem worden nagegaan;
- of in sloten en goten geen modderafzetting voorkomt.

#### 4.4.1 Sloten

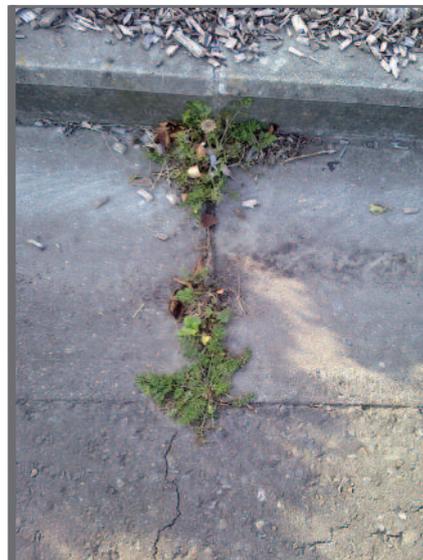
Sloten dienen permanent te worden onderhouden.

Bij **onverharde sloten** moet een vegetatielaag behouden blijven. Geregeld maaien en schonen is echter noodzakelijk.

Bij **verharde sloten** komt plantengroei vooral in voegen en grondafzetting voor. Er dient vaak te worden gewied en geschoond en, indien nodig, moeten voegen worden hersteld. In het voorjaar en vooral in de herfst is vaker onderhoud nodig. Plantengroei verstoort de waterstroming en richt schade aan voegen aan.

#### 4.4.2 Kolken en weggoten (watergreppels)

Voegen moeten worden schoon gehouden (om plantengroei tegen te gaan), grondafzetting in weggoten moet worden verwijderd en verstopping van kolkroosters en grondduikers met afval moet worden tegengegaan. Opeengehoopt afval moet worden verwijderd.



**Figuur 4.2** Slecht onderhouden kolkrooster (links) en voeg (rechts)



**Figuur 4.3** Slecht onderhouden weggoten

### 4.4.3 Leidingen

Afstromend oppervlaktewater voert fijne bestanddelen en zand mee, die in leidingen worden afgezet. Hevige regenbuien zijn niet lang en frequent genoeg om die afzetting volledig weg te spoelen, waardoor de leidingen geleidelijk dichtslibben.

Om dit te voorkomen, moeten inspectieputten geregeld worden geïnspecteerd en, indien nodig, moeten leidingen zo spoedig mogelijk worden gereinigd.

### 4.4.4 Buitenbermen

**Verharde buitenbermen** worden onderhouden zoals wegverhardingen van hetzelfde materiaal.

**Begroeide buitenbermen** worden geleidelijk hoger. Het profiel moet dan ook geregeld worden bijgewerkt, om stagneren van water aan de kant van de rijbaan tegen te gaan. De begroeiing moet behouden blijven (om verschillen in de watertoestand onder de rijbaan en de buitenberm en het randeffect te beperken). Ze mag echter niet te dik worden. Spoorvorming in buitenbermen moet worden aangevuld, om belemmering van de zijdelingse ontwatering van het weglichaam te vermijden.

## 4.5 Drainagesysteem

### 4.5.1 Langse drainagesleuf

Als drainagesleuven vóór de grondwerken worden uitgevoerd, moet na het beëindigen van de werkzaamheden de goede werking van de sleuven worden nagegaan. De buis moet in goede staat zijn. Ze mag niet gebroken, verbrijzeld of ontwricht zijn. Het drainagemateriaal in de sleuf mag niet dichtgeslibd zijn. Reparaties na aanbrenging van de wegverharding zijn moeilijk en duur.

Inspectie van bijbehorende constructies (waterstroming in inspectieputten en uitmondingsconstructies) moet worden gepland (ten minste eenmaal per jaar). Om de drie tot vijf jaar moet een reiniging met water worden uitgevoerd. De frequentie hangt af van de jaarlijkse inspectieresultaten.

## 4.6 Onderhoud van opslagbekkens

Hierna wordt een algemene beschrijving van de soorten van onderhoud en de aanbevolen frequenties [34] gegeven. De frequentie hangt uiteraard af van de resultaten van inspecties en controles op de locatie.

### 4.6.1 Zandvanger

Voor een optimale werking van zandvangers wordt slibafzetting verwijderd als ze tot de helft van de nuttige waterhoogte reikt. De slibhoogte dient ten minste om de zes maanden te worden gecontroleerd. Plantengroei aan het oppervlak of in de slibafzetting moet worden verwijderd.

### 4.6.2 Olieafscheider

Olieafscidders vergen doorgaans geen onderhoud. Als de zandvanger echter vol is, worden de bezonken deeltjes opnieuw in beweging gebracht op het niveau van de olieafscheider en komen ze in het retentiebekken terecht.

### 4.6.3 Roosters

Bij een opslagbekken komen op verschillende niveaus roosters voor (ontvangbekken, zandvanger, retentiebekken). Voor het reinigen van deze roosters gelden de volgende aanbevelingen:

- ontvangbekken: om de twee weken;
- zandvanger: om de drie maanden;
- retentiebekken: eenmaal per jaar.

In de herfst kunnen dode takken en bladeren roosters sneller verstoppen en is vaker reinigen noodzakelijk. Na een hevige regenbui dient een extra inspectie te worden verricht.

### 4.6.4 Ontvangbekken

Eén lediging per jaar is aanbevolen en zou in normale omstandigheden moeten volstaan. Plantengroei moet worden verwijderd.

### 4.6.5 Retentiebekken

Het is aanbevolen de slibhoogte eenmaal per jaar te controleren. Als de watercapaciteit van het bekken minder dan 90 % van het oorspronkelijke volume bedraagt, moet het volledig worden leeggemaakt en moet de slibafzetting worden verwijderd. Plantengroei dient te worden verwijderd.

### 4.6.6 Omgeving

Het is aanbevolen om de zes maanden een onderhoud van de onmiddellijke omgeving van de voornoemde constructies uit te voeren, om overvloedige plantengroei tegen te gaan en te voorkomen dat verstopping de goede werking ernstig hindert.

# Hoofdstuk 5

## Aanbevelingen voor reconstructie- en verbeteringswerkzaamheden

### 5.1 Inleiding

Als wegen sterk verouderd zijn, erg onder verkeer hebben geleden of niet meer aan de toenemende verkeerseisen voldoen, biedt onderhoud geen oplossing. Reparatie, gedeeltelijke of volledige reconstructie van de weg is dan noodzakelijk.

Door veranderende mobiliteitsinzichten en -eisen dienen soms elementen zoals een extra rijstrook, fietspaden of rotondes aan een bestaande weg te worden toegevoegd.

Zowel bij reparatie, volledige of gedeeltelijke reconstructie, wegdekonderhoud of nieuwe weginrichtingen dienen passende maatregelen te worden genomen, om goede drainage van de bouwplaats en de geheel afgewerkte constructie tijdens de exploitatie te garanderen.

De oorspronkelijke toestand van de constructie dient zo weinig mogelijk te worden verstoord en hinderlijke obstakels die de waterafvoer kunnen belemmeren, moeten worden vermeden.

Door middel van plannen en/of archieven en terreinverkenning (geofysische methoden, kernboringen, sonderingen of sleuven) dient vooraf zoveel mogelijk informatie over de bestaande wegconstructie te worden verzameld.

### 5.2 Voorbereidende werkzaamheden

Het is moeilijk precieze richtlijnen te geven om de veelvuldige en complexe problemen bij dergelijke werkzaamheden op te lossen.

De aanbevelingen uit de voorgaande hoofdstukken (afvoer van oppervlaktewater, afvoer van toetredend water in taluds, ontwatering van het weglichaam, uitvoering en onderhoud) dienen zoveel mogelijk te worden gevolgd, rekening houdend met het beoogde doel en de aard van de werkzaamheden.

Observatie van het gedrag van de bestaande weg kan informatie over de afvoer van oppervlaktewater en grondwater opleveren, die bij de keuze van de juiste maatregelen nuttig kan zijn. De nieuwe weginrichtingen en de uitvoeringsprocedures kunnen echter ook het gedrag van onderliggende lagen in de wegconstructie, het hydrologische evenwicht in de ondergrond en de kenmerken van bestaande funderingen en onderfunderingen ernstig beïnvloeden. Enkele voorbeelden:

- bij het verwijderen van leidingen en bijbehorende aansluitingen onder een bestaande weg kan de ondergrond min of meer grondig worden geroerd;
- bij een wegverbreding kunnen bestaande drainagevoorzieningen hun functie niet meer vervullen;
- bij aanpassing van het wegprofiel zijn soms extra uitgravingen nodig, waardoor de afstand tussen het baanbed en de grondwaterspiegel of weinig draagkrachtige grondlagen kleiner wordt.

Bij een volledige in situ reconstructie kan het baanbed door hevige neerslag of sterke uitdroging zwellen of krimpen. Dergelijke bewegingen kunnen de nieuwe constructie ernstig verstoren, zelfs na de openstelling voor het verkeer.

### 5.3 Aanbrenging van een nieuwe verharding op een bestaande fundering – Inlay

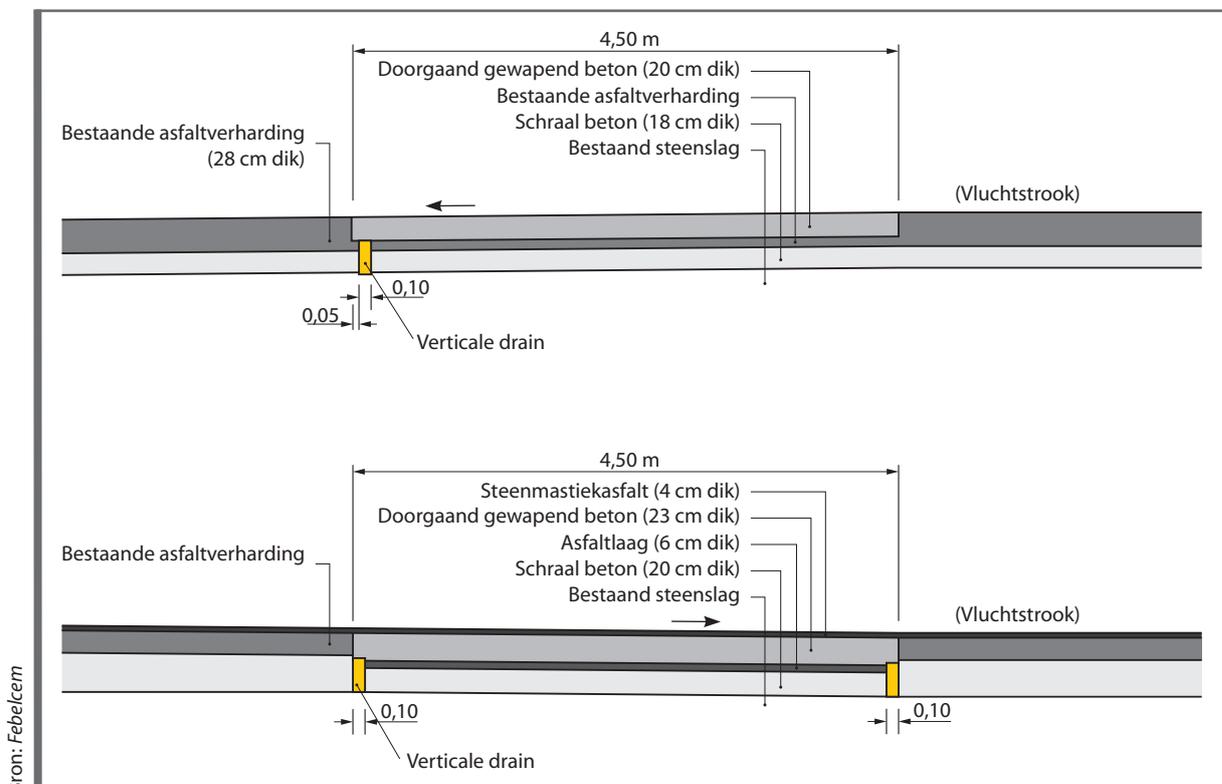
Bij het opbreken van een bestaande verharding moet waterinfiltratie in de constructie zoveel mogelijk worden tegengegaan, zeker als er risico op zwellen en krimp is. De bestaande fundering kan indien nodig waterdicht worden gemaakt naarmate het opbreken vordert. Zo wordt meteen ook een kleeflaag voor de nieuwe verharding gerealiseerd.

Een inlay is een techniek waarbij een betonplaat of een nieuwe asfaltlaag in de bestaande constructie wordt aangebracht. Deze techniek wordt vooral toegepast als het niveau van de weg niet mag worden verhoogd omdat slechts een deel van de weg wordt vernieuwd, er huizen langs de weg staan, enz.

Een inlay mag niet in de fundering doordringen, om de waterstroming en -afvoer niet te verstoren. Dwars- en langsvoegen moeten zorgvuldig worden dichtgemaakt, om waterinfiltratie in de constructie tegen te gaan.

Een inlay van beton is bijzonder geschikt voor rijstroken voor langzaam verkeer op wegen en autosnelwegen met zwaar verkeer. Door het zware verkeer zijn dergelijke rijstroken gevoeliger voor vervormingen dan inhaalstroken met overwegend licht verkeer waar minder belastingen optreden (figuur 5.1).

Na het zagen van de kanten van de rijbaan en het affrezen van lagen met spoorvorming wordt in het lage punt van de afgraving een **langse drainagesleuf met dwarse uitmondingsconstructies** aangebracht, om te voorkomen dat er water blijft stilstaan tijdens de werken en later onder de nieuwe verharding.



Figuur 5.1 Voorbeeld van betoninlay

## 5.4 Overlagen van een bestaande verharding – Overlay

Een overlay is een techniek waarbij op een bestaande verharding één of meer nieuwe lagen worden aangebracht. Naargelang van het beoogde doel (een beschadigde weg weer berijdbaar maken, het geluid dempen, de constructie versterken) is een overlay van asfalt of beton (doorgaand gewapend beton, al of niet gedevelde betonplaten) verkieslijk.

Als naast de weg een weggoot of een kantstrook wordt aangebracht (die samen met de betonplaat ter plaatse wordt gestort), wordt het verkeer van de kant van de rijbaan weggehouden. Dit verlengt de levensduur van de betonoverlay.

Voor elk project moet worden ingeschat of kolken en weggoten moeten worden aangepast.

## 5.5 Wegverbredingen

Bij het ontwerp van een wegverbreding dient ook te worden nagegaan of het bestaande drainagesysteem volstaat, dan wel of nieuwe drainagesleuven, bemalingssleuven of sloten moeten worden voorzien. Voorts moet worden onderzocht of kolken, verzameldrainen en het gehele waterafvoersysteem geschikt en groot genoeg zijn. Tussen het bestaande en het eventuele nieuwe drainagesysteem mag geen discontinuïteit voorkomen.

Naast de dimensionering en de soort van grond speelt ook de beschikbare ruimte een belangrijke rol bij de keuze van het drainagesysteem. Om differentiële zettingen tegen te gaan, wordt voor het dempen van een bestaande sleuf of sloot dezelfde verdichte grond (bijvoorbeeld uitgegraven grond van nieuwe sleuven) als elders op de bouwplaats toegepast.

Bij de verbreding van een weg met **open drainagesloten** moet worden onderzocht of bij een grotere afstand tussen de sloten nog een goede ontwatering van het weglichaam mogelijk is. Als dat niet het geval is, moeten extra langse drainagesleuven met uitmondingsconstructies worden voorzien.

Als bij de verbreding van een weg met **langse drainagesleuven** de bestaande sleuven onder de nieuwe verharding komen te liggen, is een zorgvuldige drainagestudie noodzakelijk.

Soms kunnen **bemalingssleuven** ook na de verbreding van een weg nog voldoen. Afhankelijk van de sleufdiepte, de vorm van het vrije bemaalde oppervlak en de afstand tot de nieuwe kant van de rijbaan is het inderdaad mogelijk ter hoogte van de nieuwe wegkant een goede bemaling te realiseren. Als dat niet het geval is, moet zo dicht mogelijk bij de kant van de rijbaan een extra bemalingssleuf worden aangebracht. De extra sleuf hoeft niet zo diep als de bestaande sleuf te zijn. Als om de een of andere reden bestaande sleuven moeten worden gedempt, hangt de diepte van de nieuwe sleuven van de onderlinge afstand af.

**Drainagesleuven voor ontwatering van het weglichaam** volstaan doorgaans niet voor een goede drainage van de verbrede rijbaan. Er moet ten minste één extra sleuf worden voorzien. Water uit de nieuwe sleuf mag niet in de bestaande sleuf overstromen. De bestaande sleuf moet op de nieuwe sleuf of rechtstreeks op een gemeenschappelijke uitmondingsconstructie worden aangesloten.

Bij het **buiten dienst stellen van drainagesleuven** dienen steeds de nodige maatregelen te worden genomen om de nadelige effecten (zetting van aangevulde grond, differentiële zwelling bij vorst ten gevolge van heterogene grond, geen waterstroming in gedempte sleuven) van deze operatie te beperken. Om wateropeenhoping in de sleuven tegen te gaan, wordt aanbevolen ze op de nieuwe sleuven aan te sluiten.

Het **dempen van sloten** veroorzaakt vergelijkbare problemen en vereist gelijksoortige voorzorgsmaatregelen.

Tijdens de uitvoering van een wegverbreding is de afvoer van oppervlaktewater een belangrijk aandachtspunt. Zonder passende voorzorgsmaatregelen (aanbrenging van tijdelijke sloten, drains, enz.) zal al het water van de bestaande verharding in het baanbed van de wegverbreding terecht komen. Bij zeer

watergevoelige grond kan dan geen voldoende draagvermogen worden bereikt. Als de grond bovendien aan zwellen en krimp onderhevig is, kunnen zich in de verbreding grote bewegingen voordoen, zelfs na de openstelling voor het verkeer.

Hemelwater dat over de kant van de rijbaan stroomt, kan de fundering uitspoelen.

Soms worden bestaande sloten door drains vervangen, bijvoorbeeld om bij een wegverbreding het ruimtebeslag niet te vergroten. Drains hebben echter niet dezelfde afvoercapaciteit als sleuven. In de winter kan een verhoging van de grondwaterspiegel de afwatering van de weg in het gedrang brengen, met ernstige schade als gevolg. In dergelijke gevallen volstaat het dus niet oppervlaktewater op te vangen en af te voeren. Zo dicht mogelijk bij de kant van de rijbaan dient dan een zo diep mogelijke langse drainagevoorziening te worden aangebracht.

## 5.6 Aanbrenging van lijnvormige elementen



Als langs een bestaande weg een weggoot of een fietspad moet worden aangelegd, wordt het best geen fundering van schraal beton toegepast. Dit ondoorlatende materiaal houdt water uit de onderfundering tegen, waardoor het draagvermogen van de onderfundering en onderliggende lagen afneemt. Op termijn veroorzaakt dit schade aan de wegconstructie. Aanbevolen wordt een steenslagfundering aan te brengen.

**Figuur 5.2** Voorbeeld van schade ten gevolge van de aanbrenging van betonnen lijnvormige elementen waardoor water wordt ingesloten

## 5.7 Voorbeelden van problemen bij wegconstructies

### 5.7.1 Rijksweg

Sinds jaren kwam in het lage punt van een rijksweg (lengteprofiel) ter hoogte van de inhaalstrook opstijgend water aan het oppervlak tevoorschijn. Schade was uitgebleven, maar plasvorming en ijzelvorming in de winter maakten de weg daar erg gevaarlijk.

Een volledige studie van de weg toonde aan dat het door de constructie gedraineerde water naar het lage punt van de weg werd gevoerd, waar het niet kon wegstromen en zich dus opeenhoopte.

Mechanische onvolkomenheden in het doorgaand gewapend beton leidden dit water naar het oppervlak van de rijstrook.

Aanbevolen werd in het lage punt van de weg ter hoogte van de onderfundering een dwarse drainagesleuf naar de buitenkant te realiseren en, aangezien het een weggedeelte in ingraving is, taludgoten in het verlengde van de uitmondingsconstructies aan te brengen.

## 5.7.2 Autosnelweg

Twee rijstroken van een autosnelweg vertoonden ernstige schade. Vooral reparaties uit te voeren, werden mogelijke schadeoorzaken onderzocht.

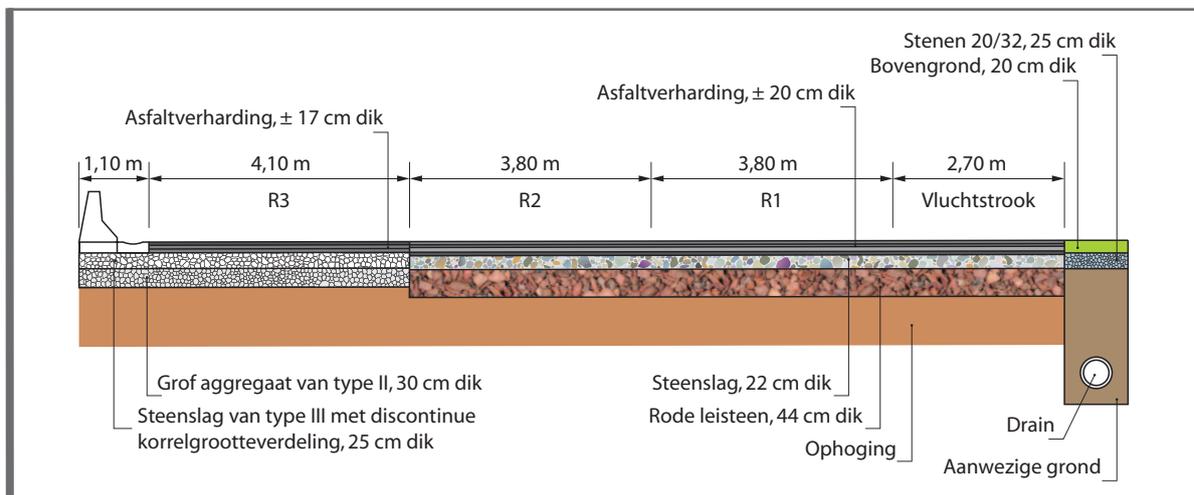
Ter hoogte van de rijstroken was de constructie opgebouwd uit:

- een onderfundering van rode leisteen, 44 cm dik;
- een steenslagfundering, 22 cm dik;
- een asfaltverharding, ongeveer 20 cm dik.

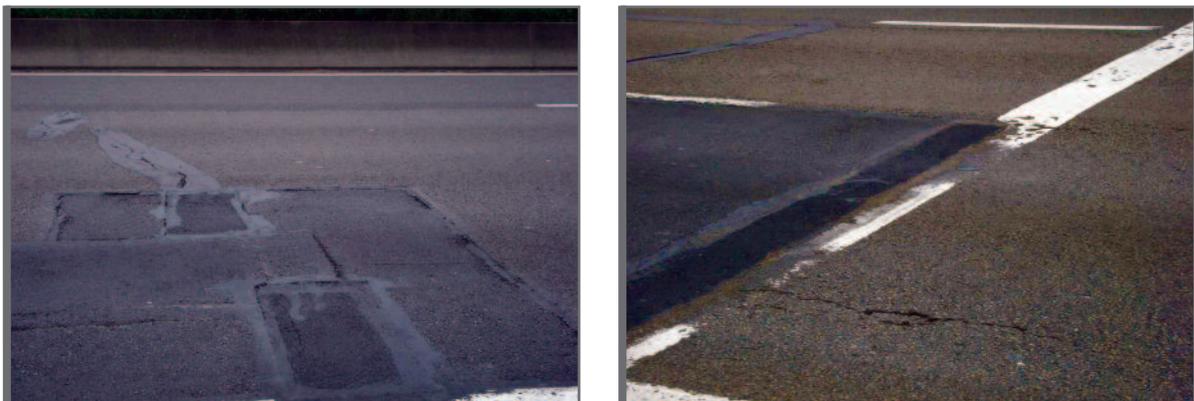
Proeven met de lichte slagsonde op het niveau van het baanbed leverden gunstige resultaten op, waaruit mocht worden geconcludeerd dat de constructie een goed draagvermogen bezat.

Korrelverdelingsanalyses toonden aan dat de onderfundering niet drainerend was. Het materiaal van deze laag bevatte 40 % fijne bestanddelen. Dit was de oorzaak van de waargenomen schade.

Beslist werd de weg volledig te vernieuwen. Daarbij werden de onderfundering, fundering en asfaltverharding vervangen en werd aan de kanten van de rijbaan een drainagesysteem aangebracht.



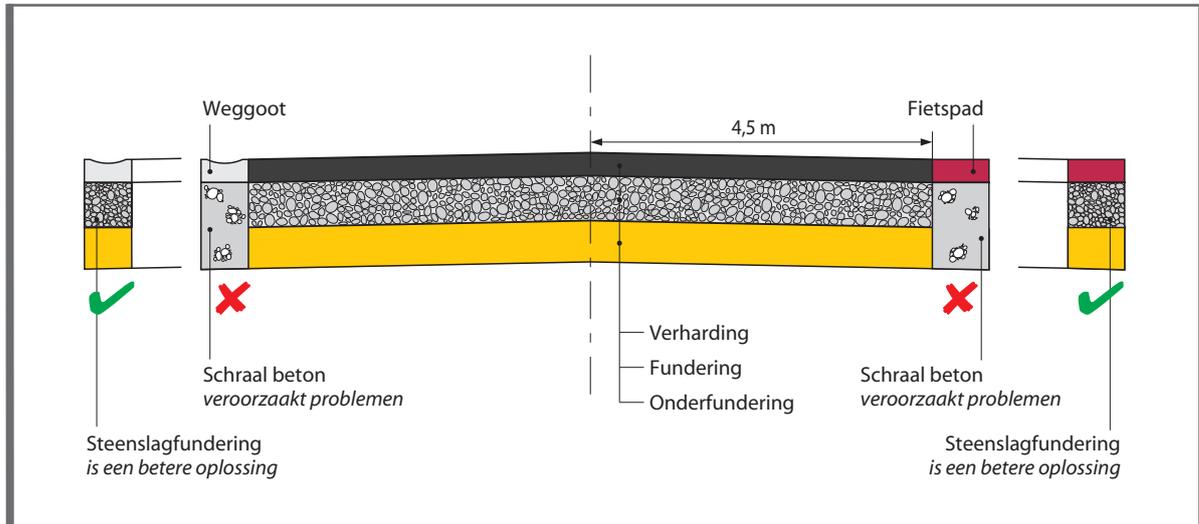
**Figuur 5.3** Voorbeeld van een autosnelweg met problematische drainage



**Figuur 5.4** Voorbeelden van oppervlakschade ten gevolge van slechte drainage

### 5.7.3 Andere voorbeelden

Een eerste voorbeeld betreft een bestaande betonweg waarlangs weggoten en een fietspad op een fundering van schraal beton werden aangebracht. Ten gevolge van die fundering van schraal beton werd water uit de onderfundering in de constructie ingesloten. De weg, die in goede staat was, vertoonde snel schade. Toepassing van een steenslagfundering onder de weggoten en het fietspad had dit kunnen vermijden. Het ingesloten water kan dan naar de kant van de rijbaan worden afgevoerd.



**Figuur 5.5** Voorbeeld waarbij weggoten en een fietspad naast een bestaande weg onoordeelkundig op een fundering van schraal beton zijn aangebracht



**Figuur 5.6** Ander voorbeeld van oppervlakschade ten gevolge van slechte drainage

In een ander voorbeeld werden voor de reparatie van een betonweg, die op een natuurlijke, zandhoudende ondergrond was aangelegd, enkele betonplaten en de aanwezige grond verwijderd. De nieuwe platen werden op een nieuwe fundering van schraal beton gestort. In de winter deden zich differentiële zettingen voor, met scheurvorming in de platen als gevolg. Dit voorbeeld toont aan dat bij reparaties de oorspronkelijke opbouw het best zo weinig mogelijk wordt gewijzigd en dat voor continuïteit in de toegepaste materialen moet worden gezorgd.

In nog een ander geval werd de waterafvoer belemmerd door afval dat zich aan de kant van een betonweg opeenhoopte. Het stilstaande water drong door de slecht onderhouden voegen van de betonweg in de constructie door. Ten gevolge daarvan was de buitenberm verzakt. Dit voorbeeld toont het belang van goed onderhouden voegen aan.

# Literatuur

- 1 **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
*Handleiding voor de bescherming van wegenwerken tegen de inwerking van het water*  
Aanbevelingen A 28/65, 1965
- 2 **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
*Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen*  
Aanbevelingen A 80/09, 2009
- 3 **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
*Waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen*  
Dossier 5 – Bijlage bij OCW Mededelingen 77  
OCW Mededelingen, oktober-november-december 2008
- 4 **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
*Handleiding voor de behandeling van grond met kalk en/of hydraulische bindmiddelen*  
Aanbevelingen A 81/10 en bijbehorende praktijkgidsen:
  - *Verbetering van grond voor de aanvulling van rioolsleuven en de omhulling van buizen*
  - *Stabilisatie van grond voor onderfunderingslagen*
  - *Verbetering van grond bij grondwerken en voor het baanbed*
  - *Behandeling van grond voor funderingen onder bedrijfsvloeren*
- 5 **Ministère de la Région wallonne**  
*Le retraitement en place des chaussées au moyen de ciment*  
Code de bonne pratique, 1995
- 6 **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
*Handleiding voor de keuze van de asfaltverharding bij het ontwerp of onderhoud van wegconstructies*  
Aanbevelingen A 78/06, 2006
- 7 **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
*Handleiding voor de uitvoering van betonverhardingen*  
Aanbevelingen A 75/05, 2005
- 8 *Wet van 26 maart 1971 op de bescherming van de oppervlaktewateren tegen verontreiniging*  
Belgisch Staatsblad van 1 mei 1971
- 9 *Koninklijk besluit van 3 augustus 1976 houdende algemeen reglement voor het lozen van afvalwater in de gewone oppervlaktewateren, in de openbare riolen en in de kunstmatige afvoerwegen voor regenwater*  
Belgisch Staatsblad van 29 september 1976
- 10 *Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid en*  
*Richtlijn 2008/32/EG van het Europees Parlement en de Raad van 11 maart 2008 tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid, wat de aan de Commissie verleende uitvoeringsbevoegdheden betreft*  
Publicatieblad van de Europese Unie van 20 maart 2008
- 11 *Decreet van de Vlaamse Regering van 18 juli 2003 betreffende het Integraal Waterbeleid*  
Belgisch Staatsblad van 14 november 2003
- 12 *Décret du Gouvernement wallon du 27 mai 2004 relatif au Livre II du Code de l'Environnement constituant le Code de l'Eau*  
Belgisch Staatsblad van 23 september 2004
- 13 *Ordonnantie van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 20 oktober 2006 tot opstelling van een kader voor het waterbeleid*  
Belgisch staatsblad van 3 november 2006

- 14 *Besluit van de Vlaamse Regering van 1 oktober 2004 houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater*  
Belgisch Staatsblad van 8 november 2004
- 15 *Besluit van de Vlaamse Regering van 5 juli 2013 houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater*  
Belgisch Staatsblad van 8 oktober 2013
- 16 *Circulaire du 9 janvier 2003 relative à la délivrance de permis (de l'urbanisme) dans les zones exposées à des inondations et à la lutte contre l'imperméabilisation des espaces*  
Belgisch Staatsblad van 4 maart 2003
- 17 *Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 26 november 2006 tot goedkeuring van de Titels I tot VIII van de Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening*  
Belgisch Staatsblad van 19 december 2006
- 18 *Decreet van de Vlaamse Regering betreffende de bodemsanering en de bodembescherming en Uitvoeringsbesluit VLAREBO – Besluit van de Vlaamse Regering van 14 december 2007 houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering en de bodembescherming*  
Belgisch Staatsblad van 22 januari 2007 en van 22 april 2008 (erratum Bijlagen 2 tot en met 5 in Belgisch Staatsblad van 19 mei 2008 en erratum Bijlage 1 in Belgisch Staatsblad van 11 juni 2008)
- 19 *Arrêté du Gouvernement wallon du 14 juin 2001 favorisant la valorisation de certains déchets*  
Belgisch Staatsblad van 10 juli 2001 (erratum van 18 juli 2001)
- 20 *Arrêté du Gouvernement wallon du 27 mai 2004 fixant les conditions intégrales d'exploitation relatives aux stockages temporaires sur chantier de déchets visés à la rubrique 45.92.01*  
Belgisch Staatsblad van 25 augustus 2004
- 21 *Décret du Gouvernement wallon du 5 décembre 2008 relatif à la gestion des sols*  
*Arrêté du Gouvernement wallon du 27 mai 2009 relatif à la gestion des sols*  
Belgisch Staatsblad van 18 februari 2009 (addendum van 6 maart 2009) en van 31 augustus 2009
- 22 **Sétra**<sup>[3]</sup>  
*Road Drainage*  
Technical Guide, 2007 (Franstalige versie: 2006)
- 23 **Vlaams ministerie van Mobiliteit en Openbare werken (MOW) – Agentschap Wegen en Verkeer**  
*Toegankelijk Publiek Domein*  
Vademecum, 2010
- 24 **Ministerie van het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest**  
*Personen met beperkte mobiliteit in de openbare ruimte*  
Vademecum, 2008
- 25 **Ministère de la Région wallonne – DG04**  
*Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, du patrimoine et de l'énergie*  
CWATUPE, 2014
- 26 *RiskYdrogéologie – Risques hydrogéologiques en montagne: parades et surveillance*  
*Guide pratique Investigations, Instrumentation et parades en matière de risques hydrogéologiques: état des connaissances dans l'Arc alpin*  
Interreg IIIA Projet n°179, 2006
- 27 vzw **COPRO**  
*Geotextiel en aan geotextiel verwante producten*  
PTV 829, 2010
- 28 **Vlaro**  
*Afkoppelen, bufferen en infiltreren*  
Katern, 2005
- 29 **Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – WTCB**  
*Ontwerp en uitvoering van bemalingen – Belgische richtlijnen*  
(in voorbereiding bij het ter perse gaan van deze handleiding)

[3] *Sétra: Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (Frankrijk). Sinds 1 januari 2014 met CETE, CERTU en CETMEF samengevoegd in één Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement – CEREMA.*

- 30 **Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw**  
*Handleiding voor bestrijkingen*  
Aanbevelingen A 71/01, 2001
- 31 **Vlaams ministerie van Mobiliteit en Openbare werken (MOW) – Agentschap Wegen en Verkeer**  
*Standaardbestek 250 voor de wegenbouw*
- 32 **Brussel Mobiliteit – Gewestelijke Overheidsdienst Brussel**  
*Typebestek betreffende wegeniswerken in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*  
TB 2011
- 33 **Service public de Wallonie – SPW – DG01**  
*Cahier des charges type en matière de travaux de voirie*  
CCT Qualiroutes
- 34 **TUC RAIL**  
*Maintenance et pérennité des sites hydrauliques à proximité des infrastructures ferroviaires*  
Rapport interne, 2012

## Lijst van de figuren

1.1	Schematische voorstelling van de opbouw van een ondoorlatende wegconstructie (niet op schaal)	3
1.2	Spreiding van verkeersbelastingen in een wegconstructie tot een voor de aanwezige grond aanvaardbaar niveau	3
1.3	Doorlatendheid en vorstgevoeligheid van materialen in een wegconstructie en van de aanwezige grond	4
1.4	Voorbeeldopbouw van een waterdoorlatende wegconstructie met betonstraatstenen	4
1.5	Ideale situatie	10
1.6	Wijzen waarop water in een wegconstructie kan doordringen	10
1.7	Verticale infiltratie door voegen en/of scheuren in de verharding	11
1.8	Zijdelingse infiltratie	11
1.9	Capillaire opstijging van water	11
1.10	Stijgend grondwater	12
1.11	Voorbeeld van natte, weinige draagkrachtige grond	12
1.12	Opstijging van fijne bestanddelen	13
1.13	Wegschade ten gevolge van de inwerking van water en vorst	13
1.14	Aquaplaning	14
1.15	Versnelde conditionering van asfaltproefstukken bij 40 °C gedurende 72 h	14
1.16	Pompen	15
1.17	Punch-out	15
1.18	Grondverschuivingen	16
1.19	Uitspoeling	16
1.20	Inwendige erosie	17
2.1	Herkomst van water in een wegconstructie	21
2.2	Middeneiland	23
2.3	Dichtmaken van voegen in een betonverharding: met warm gegoten voegvullingsmassa's (links), met koud gegoten of gespoten voegvullingsmassa's (midden) en met voorgevormde profielen (rechts)	24
2.4	Geen voeg	26
2.5	Extra breedte van de betonverharding	26
2.6	Wegprofiel	27
2.7	Aanbevolen maximale dwarshelling van trottoirs ten behoeve van personen met beperkte mobiliteit	27
2.8	Buiten- en middenberm	28
2.9	Randeffect	29
2.10	Oplossingen om het randeffect te verminderen	29
2.11	Taludgoot in trapvorm	30
2.12	Beschermende taludbekleding (beschermingsmasker)	30
2.13	Beschermende taludbekleding (honinggraatmat)	31
2.14	Uitspoeling – Loskomen van bovengrond	31
2.15	Waterafvoer op een talud	32
2.16	Geprefabriceerde betonnen holronde weggoot	33
2.17	Samen met de betonplaat in het werk gestorte betonnen weggoot	33
2.18	Driehoekige gootband (trottoirband-watregreppel uit één stuk)	34
2.19	Vlakke weggoot met sleuf en aangepaste kolk	34
2.20	Drainerende weggoot	34

2.21	Links: weggoot met kolk. Midden: kolk met afgerond rooster. Rechts: kolk met zijdelingse opening.	35
2.22	Voorbeeld van plasvorming nabij een slecht geplaatste kolk	35
2.23	Onverharde driehoekige sloot	36
2.24	Onverharde trapeziumvormige sloot	36
2.25	Trapeziumvormige sloot van geprefabriceerd beton	36
2.26	Verharde sloot	37
2.27	Verharde waterdoorlatende sloot	37
2.28	Goot (dit soort goot wordt ook als bufferreservoir toegepast)	38
2.29	Sleufgoot	38
2.30	Instabiliteit ten gevolge van de nabijheid van de grondwaterspiegel	39
2.31	Drainerende taludbekleding (gewichtsmasker)	40
2.32	Drainerende dwarsdrains (sprangen)	40
2.33	Stabiliteit van taluds – Drainerende taludbekledingen (gewichtsmaskers)	41
2.34	Drainerende taludbekleding (gewichtsmasker)	41
2.35	Stabiliteit van taluds – Drainerende dwarsdrains (sprangen)	42
2.36	Drainerende dwarsdrain (sprang)	42
2.37	Onstabiele helling	43
2.38	Drainagegalerijen en drains	43
2.39	Diverse technieken voor de versterking en de diepe drainage van een talud	44
2.40	Drainagelaag	45
2.41	Schematische voorstelling van een drainagelaag (doorlatende grond, hoge grondwaterspiegel)	45
2.42	Schematische voorstelling van een drainagelaag die het water zelf naar een sloot afvoert (extra breedte, weinig doorlatende grond)	45
2.43	Schematische voorstelling van een drainagelaag met een dwarse drainagebuis	46
2.44	Schematische voorstelling van een drainagelaag met een weggoot en een drainagesleuf	46
2.45	Scheidend geotextiel	47
2.46	Baanbed met scheidend geotextiel en bovenliggend geogrid	48
2.47	Langse drainagesleuf	48
2.48	Drainagesleuf in combinatie met een verzamelleiding	49
2.49	Aanbrenging van een drainagesleuf met filterend geotextiel Links: drainagemateriaal – Rechts: gegroefde buis	49
2.50	Drainagesleuf zonder drainagebuis (links) en met drainagebuis (rechts)	50
2.51	Geocomposiet	50
2.52	Drainagesleuf met geocomposiet	51
2.53	Drainagesleuf onder ophoging	51
2.54	Dwarse drainagesleuf onderaan in het baanbed	51
2.55	Open opslagbekkens	53
2.56	Voorbeeld van open opslagbekken (hogesnelheidslijn Luik-Duitsland, viaduct in Battice)	53
2.57	Zandvanger	54
2.58	Olieafscheider	54
2.59	Afvalafscheider	54
2.60	Schematische voorstelling van een open opslagbekken	55
2.61	Bufferbekken met geëxpandeerde klei	57
2.62	Opslagbekken van holle blokken	57
2.63	Opslagbekken van holle blokken	57
2.64	Holle blokken voor opslagbekken	57

3.1	Onbeschermd, niet-gedraineerd baanbed	59
3.2	Onbeschermd, niet-gedraineerd baanbed tijdens een werkonderbreking	59
3.3	Geërodeerd talud (losgekomen bovengrond)	60
3.4	Tijdelijke sloot bij grondwerken in een natte zone	60
3.5	Erosie in een zandhoudend talud van een ophoging	60
3.6	Watergevoelige, niet gedraineerde grond	61
3.7	Tijdelijke weg voor werkverkeer	61
3.8	Tijdelijke langsloten en taludgoten	62
3.9	Drainerende taludbekleding (gewichtsmasker)	62
3.10	Schematische voorstelling van bemaling	63
3.11	Aanbrenging van steenslag op een geotextiel	64
3.12	Versterking van een baanbed met geotextiel en geogrid. Gefaseerde uitvoering waarbij eerst een baanbed met een kleinere breedte en een grotere dikte wordt gerealiseerd.	65
4.1	Gedeeltelijk gevulde sloot	69
4.2	Slecht onderhouden kolkrooster (links) en voeg (rechts)	70
4.3	Slecht onderhouden weggoten	70
5.1	Voorbeeld van betoninlay	74
5.2	Schadebeelden ten gevolge van de aanbrenging van betonnen lijnvormige elementen waardoor water wordt ingesloten	76
5.3	Voorbeeld van een autosnelweg met problematische drainage	77
5.4	Voorbeelden van oppervlakschade ten gevolge van slechte drainage	77
5.5	Voorbeeld waarbij weggoten en een fietspad naast een bestaande weg onoordeelkundig op een fundering van schraal beton zijn aangebracht	78
5.6	Ander voorbeeld van oppervlakschade ten gevolge van slechte drainage	78



## Illustraties: bronvermelding

Argex  
COPRO  
FEBELCEM  
Fondatel  
Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co KG  
Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW)  
Rehau  
Robuco  
*Service public de Wallonie (SPW)*  
Texion  
TUC RAIL  
Wavin

Handleiding voor de bescherming van wegconstructies tegen de inwerking van water / Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

- Brussel : OCW, 2014.

- 92 blz.

- (Aanbevelingen, ISSN 1376-9332; 88).

Deze publicatie is een herziening van de *Handleiding voor de bescherming van wegenwerken tegen de inwerking van het water* (A 28/65) uit 1965. Hoewel de grondbeginselen voor wegendrainage niet fundamenteel zijn gewijzigd, was een herziening van de handleiding noodzakelijk om rekening te houden met nieuwe technieken en de evolutie in de materialen.

De handleiding beschrijft de maatregelen die bij het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud van wegen moeten worden genomen om water van het wegooppervlak en uit het weglichaam af te voeren en zo de veiligheid van de weggebruikers en de duurzaamheid van de wegconstructie te waarborgen. Voorts worden maatregelen beschreven die moeten helpen vermijden dat tijdens de levensduur van een weg water in de wegconstructie terecht komt.

De handleiding telt vijf hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk *Water en wegconstructies – Inleiding* beschrijft de lagen waaruit een wegconstructie is opgebouwd en de rol die ze vervullen. Voorts worden de risico's van water in een wegconstructie beschreven. In het tweede hoofdstuk *Aanbevelingen voor het ontwerp* worden aanbevelingen gedaan voor de opvang en de afvoer van oppervlaktewater (voorzieningen voor verharde oppervlakken, buiten- en middenbermen, taluds), voor de afvoer van toetredend water in taluds (drainerende taludbekledingen en dwarsdrains) en voor de ontwatering van het weglichaam. Ook voorzieningen voor wateropslag worden behandeld. Ze helpen overstromingen voorkomen en zorgen voor de zuivering van afvalwater. De maatregelen tijdens grondwerken staan beschreven in het derde hoofdstuk *Aanbevelingen voor de uitvoering*. Het vierde hoofdstuk *Aanbevelingen voor het onderhoud* is volledig aan het onderhoud gewijd. Het beschrijft de nodige maatregelen voor het onderhoud van de verschillende soorten van voegen, voor de reparatie van scheuren en voor het onderhoud van sloten, kolken, leidingen, buitenbermen, sleuven en opslagbekkens. In het vijfde hoofdstuk *Aanbevelingen voor reconstructie- en verbeteringswerkzaamheden* worden aanbevelingen gedaan voor de aanbrenging van een inlay en een overlay, voor de verbreding van een weg en voor de aanbrenging van lijnvormige elementen. Daarbij wordt gewezen op fouten (infiltratie, ingesloten water, afvoerbelemmering, enz.) die moeten worden vermeden om een goede waterbeheersing te garanderen. Ten slotte worden enkele voorbeelden van problemen bij wegconstructies beschreven.

#### ITRD-classificatie

26 – Waterafvoer – Vorst/Dooi

#### ITRD-trefwoorden

0177 – AANBEVELING ; 2569 – OVERSTROMING ; 2937 – WATERAFVOER ; 2952 – LAAG ;  
2955 – BAANLICHAAM ; 3377 – FUNDERING ; 3655 – WEG/WATERBOUWKUNDE ; 3847 – ONDERHOUD ;  
4355 – WATER ; 5255 – VERANDERING

#### Bestellen

Kenm.: A 88/14

Prix: 18,00 € (excl. 6 % TVA)

Fax: +32 2 772 33 74

*publication@brrc.be*





## Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Uw partner voor duurzame wegen

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947  
Woluwedal 42  
1200 Brussel  
Tel. : 02 775 82 20 - fax : 02 772 33 74  
[www.ocw.be](http://www.ocw.be)