
5 Bestrating

Oriëntatie

In dit hoofdstuk ga je ontdekken wat er allemaal komt kijken bij het aanleggen van verhardingen. Of je nu een weg aanlegt voor autoverkeer of een paadje in een tuin, je zult je altijd af moeten vragen of de ondergrond geschikt is om de verharding te dragen. Als dat niet zo is, moet de draagkracht verbeterd worden. Ook de soort verharding en de manier waarop die aangebracht moet worden, kan van situatie tot situatie verschillen.

5.1 Geschiedenis van de weg

In de Middeleeuwen begonnen mensen het belang in te zien van begaanbare paden. Daarbij werden de plaatsen die van nature het best gelegen waren opgezocht.

Zo ontstonden paden op de volgende plaatsen:

- boven de hoogste rivierstand;
- op de grens van bos en woeste grond;
- langs eigendomsgrenzen;
- langs beken;
- langs gebieden met slappe grond, zoals veengebieden.

De Romeinen waren technische wegebouwers. Zij hebben een grote invloed gehad op de ontwikkeling van de wegen. Als eerste zagen zij de waarde in van verharde paden. Later werden deze paden verbreed en zo ontstond er een uitgebreid wegennet waarlangs reizigers, handelaren en legers het land doortrokken.

De wegen bestonden in die tijd uit een laag steenslag die afgedekt werd met platte zwerfstenen. Het geheel werd opgesloten met kantstenen.

Fig. 5.1
Dwarsdoorsnede van een
Romeinse weg.



In ons land, waar weinig of geen zwerfstenen te vinden waren, werd in gebieden met een slappe ondergrond een verharding aangebracht van boomstammetjes die tegen elkaar aangelegd werden. In enkele gevallen werden ze gesteund door heipalen. Deze paden werden knuppelwegen genoemd.

Na de ineenstorting van het Romeinse Rijk begon ook het verval van de wegebouwcultuur. In de zeventiende eeuw kwam er weer een opleving van de wegebouw, gefinancierd door kooplieden. Deze kooplieden hadden groot belang

verharde weg bij een goede infrastructuur en zij zagen dan ook het voordeel van een *verharde weg* in. Het ging echter nog langzaam vooruit.

Aan het begin van de negentiende eeuw kreeg de wegenbouw een nieuwe impuls door de komst van de Fransen onder leiding van Napoleon. Door de ontwikkeling van de stoomtrein werd de wegenbouw tijdelijk op een laag pitje gezet. Er werd haastig gebouwd aan een uitgebreid spoorwegennet. Door de uitvinding van de verbrandingsmotoren kwam er weer een verandering ten gunste van de wegenbouw.

Onder invloed van de uitbreiding van het autopark ontstond de behoefte aan betere wegen. Aan het begin van de twintigste eeuw werden de wegen verbreed tot vier en vijf meter.

gebakken straatstenen
betonklinker Als verharding werd aanvankelijk gebruik gemaakt van in de natuur aanwezige keien. Later werden gehouwen stenen gebruikt (iedereen kent wel de 'kinderkopjes'). Hierna kwamen de *gebakken straatstenen*. Deze worden nu nog steeds gebruikt. Aan het begin van de jaren vijftig is de *betonklinker* in gebruik genomen. Deze klinker was gelijkmatiger van vorm en van goede kwaliteit. Mede door perioden van schaarste aan klei hebben de betonklinkers de gebakken klinkers voor het algemeen gebruik geleidelijk verdrongen.

In deze periode werden ook de asfalt- en betonwegen geïntroduceerd. Dit was het begin van het moderne wegennet waarover we nu beschikken.

Fig. 5.2
Het moderne wegennet.



- Vragen 5.1**
- Welke uitvinding had een gunstige uitwerking op de ontwikkeling van de wegenbouw?
 - Noem twee redenen waarom betonklinkers in de plaats gekomen zijn voor gebakken klinkers.

5.2 Wegconstructie

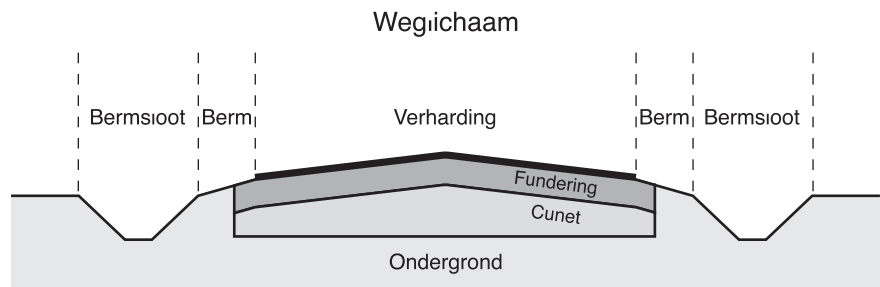
Onder een wegconstructie verstaan we de opbouw van een weg. We onderscheiden de volgende benamingen:

- ondergrond;
- *funderingfundering*;
- *cunetcunet*;
- verharding.

Onder een weglichaam verstaan we alles wat bij de weg hoort, zoals:

- bermsloten;
- bermen;
- verharding.

Fig. 5.3
Dwarsprofiel van het
weglichaam van een
eenvoudige weg.



Ondergrond

De ondergrond is mede bepalend voor de opbouw van een weg. In Nederland bestaat de ondergrond uit een van de volgende grondsoorten (of een mengsel):

- klei;
- leem;
- veen;
- zand.

Klei, leem en veen zijn grondsoorten die weinig draagkracht bezitten. Een bestuurder van een vrachtauto die bij nat weer op deze grondsoorten probeert te rijden, zal met zijn auto verzakken. Op deze ondergronden zul je een fundering aan moeten brengen om de druk van het verkeer te spreiden over een groter oppervlak.

Fundering

De fundering bestaat uit een zandbed met eventueel een tussenlaag. Deze tussenlaag kan bestaan uit de volgende bouwstoffen:

- gebroken puin;
- hoogovenslakken;
- glasas.

Een andere methode om het zandbed een groter draagvermogen te geven, is stabilisatie. Door de bovenste zandlaag wordt een bouwstof gemengd die het zand een grotere draagkracht geeft. Enkele bouwstoffen zijn:

- cement;
- hoogovenslakken.

Deze bouwstoffen hebben een hydraulische werking. Dit betekent dat deze stoffen gemengd met zand, water en lucht zullen gaan verharderen.

Cunet

Omdat de aanwezige grond aan de oppervlakte meestal niet draagkrachtig is, (denk aan klei, leem enzovoort) wordt op de plaats waar de verharding van de weg komt,

een gedeelte ontgraven. Het deel dat ontgraven is, noem je het cunet. Het cunet wordt weer opgevuld met draagkrachtig materiaal. In ons land is dat in de regel zand. Dit noem je een zandbed.

Zand dat gebruikt wordt onder een verharding (opvulzand) moet aan bepaalde eisen voldoen. Zo moet het:

- schoon zijn;
- stabiel zijn;
- drainerend zijn.

Schoon zand

Schoon zand is zand dat geen verontreiniging bevat, zoals humus, wortelresten, brokken klei of leem enzovoort. Humus, bladeren en wortelresten zullen op den duur verteren, waardoor er verzakkingen kunnen optreden. Klei en leem hebben als eigenschap dat ze water vasthouden, waardoor de draagkracht vermindert en de grond kan opvriezen.

Stabiel zand

trilplaat Wanneer het zand bestaat uit korrels van verschillende grootte, zullen door de werking van een *trilplaat* de kleine korrels tussen de grote gaan zitten: ze houden elkaar vast. Je spreekt dan van 'variabele korrelgrootte'. Dit noem je stabiel zand. Stabiel zand betekent dat het zand vastligt, zodat het verdicht kan worden. Als alle korrels dezelfde grootte hebben, zullen ze gaan rollen en vormen ze geen geheel, waardoor het zand niet of niet goed verdicht kan worden.

Drainerend

Het zand is drainerend wanneer het water snel naar beneden zakt: hoe groter de korrel, des te sneller het water weg zal zakken. Zand dat alleen bestaat uit grote korrels is echter niet stabiel. Je moet dus een goede menging hebben tussen grote en kleine korrels, zodat het zand stabiel en drainerend is.

Vragen 5.2

- Waarom moet je op slappe ondergronden een fundering onder de weg aanbrengen?
- Hoe noem je het gedeelte onder de weg waar het zandbed in komt?
- Aan welke eisen moet zand voldoen om als cunetzand te dienen? Noem er twee.
- Noem drie materialen waaruit een tussenlaag van een fundering kan bestaan.
- Wat is stabilisatie?

5.3 Verdichten van het zand

Zand kan alleen druk opvangen als het goed verdicht is. Het zand kan pas goed verdicht worden als het een beetje vochtig is. Geadviseerd wordt een vochtigheidsgraad van vijf procent aan te houden bij de verdichting.

Kleine oppervlakten maak je vochtig met behulp van een tuinslang en water. Wanneer er een dikkere laag zand aangebracht wordt, moet het zand in lagen verdicht worden. De dikte van de lagen is afhankelijk van de wijze van verdichten, maar meestal kun je een laagdikte van dertig centimeter goed verdichten.

Handmatige verdichting

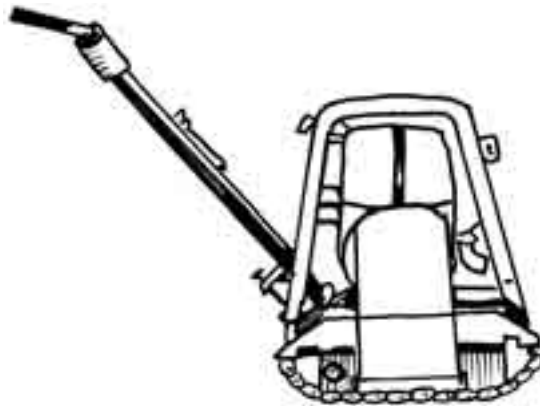
verdichten Je kunt op meerdere manieren het zand *verdichten*, bijvoorbeeld handmatig. Kleine oppervlakten zand kun je verdichten met behulp van een handstamper.

Mechanische verdichting

Er zijn ook meerdere machines om het zand te verdichten. Zo is er bijvoorbeeld de *trilstampertrilstamper*. Deze wordt gebruikt voor kleine oppervlaktes en voor sleuven. Deze stamper is uitgerust met een benzine- of een dieselmotor en geeft een goede verdichting.

Daarnaast is er de trilplaat. Deze komt voor in verschillende afmetingen. Er is een kleine trilplaat voor kleine oppervlakten en sleuven en er zijn zwaardere en grotere trilplaten voor grotere werken.

Fig. 5.4
Trilplaten kunnen
verschillende afmetingen
hebben.



Kleine trilplaten zijn wel eens uitgerust met een benzinemotor, de grotere zijn altijd voorzien van een dieselmotor.

Fig. 5.5
Getrokken trilrol.



trilwals Voor het verdichten van zand in wegen of bij grotere oppervlakten wordt gebruik gemaakt van een *trilwals* die wordt getrokken door een bulldozer of een laadschip. Dat is een grote stalen wals waar achterop een motor is gemonteerd die een excentriek aandrijft. Hierdoor gaat de wals trillen.

Verdichten met water

Op plaatsen waar je moeilijk bij kunt komen, kun je het zand ook verdichten door 'plempen'. Daarbij ga je als volgt te werk. De gegraven sleuf of put zet je gedeeltelijk onder water. Vervolgens strooi je het zand in het water. Door het water worden de kleine korrels tussen de grotere gedreven. Als het water is weggezakt, is het zand één vast geheel geworden, waardoor je hetzelfde resultaat hebt als na verdichting met een machine. Inwateren werkt andersom: je brengt eerst het zand aan en spoelt dan met veel water de kleine korrels tussen de grote korrels.

Vastrijden

Ook met de wielen van een trekker of een shovel kun je het zand verdichten. Dit kan natuurlijk alleen bij kleine oppervlakten, bijvoorbeeld bij kleine herstelwerken. Dit noem je beperkte verdichting.

Vragen 5.3

- a Wat is het verschil tussen plempen en inwateren?
- b Wat verdicht beter, droog zand of vochtig zand?
- c Noem vier manieren om zand te verdichten.

5.4 Profileren

Profileren is het afwerken van het zandbed op een bepaalde hoogte en met een bepaalde helling.

Als er water op de weg blijft staan is dat gevaarlijk voor het verkeer en is er een groter risico dat het wegdek wordt stukgereden. We moeten er dus voor zorgen dat het water zo snel mogelijk van de weg naar de berm afvloeit over een zo kort mogelijke afstand. De kortste afstand is dwars op de weg.

Fig. 5.6
Geprofileerd zandbed.



Als je het zandbed rond afwerkt, zal de verharding ook rond komen te liggen. Het water zal dan vanzelf naar de berm afvloeien. Het afwerken van de zandbaan noem je het profileren van de zandbaan.

dwarshelling

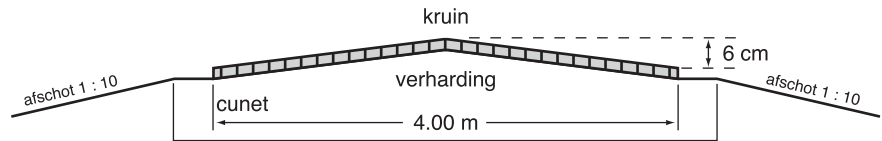
De *dwarshelling* of het dwarsafschot van een weg wordt beïnvloed door de soort verharding. Als basisgegevens voor het afschot worden de volgende waarden aangehouden voor de berekening:

- klinkers: drie centimeter per m₁
;
- tegels: twee centimeter per m₁
;
- asfalt en beton: twee tot 2,5 centimeter per m₁
.

Profielen

dakprofiel Er zijn meerdere profielen. Zo is er het *dakprofiel*. Hierbij wordt het zandbed vanuit het midden schuin naar beide kanten afgewerkt. Het water zal dan naar beide zijden van de weg worden afgevoerd. Het midden van de weg wordt de kruin genoemd.

Fig. 5.7
Dakprofiel.



op één oor Het tweede profiel is *op één oor*. De weg ligt op één oor als de weg overdwars naar één kant toe afloopt. Dit profiel pas je toe als er aan één zijde geen waterafvoer mogelijk is. Zo komt het bijvoorbeeld in heuvels voor dat naast de weg het maaiveld direct omhoogloopt. Verder wordt dit profiel ook wel toegepast als er aan één kant huizen dicht aan de weg staan.

Fig. 5.8
Profiel 'op één oor'.

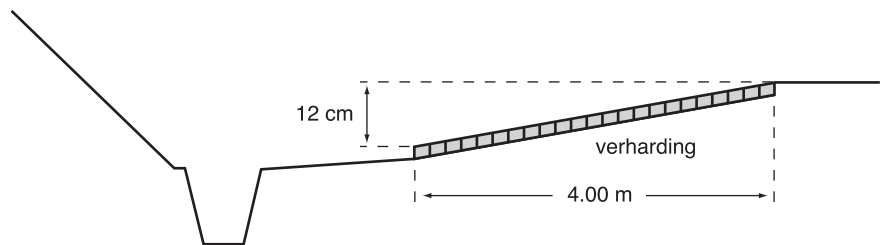
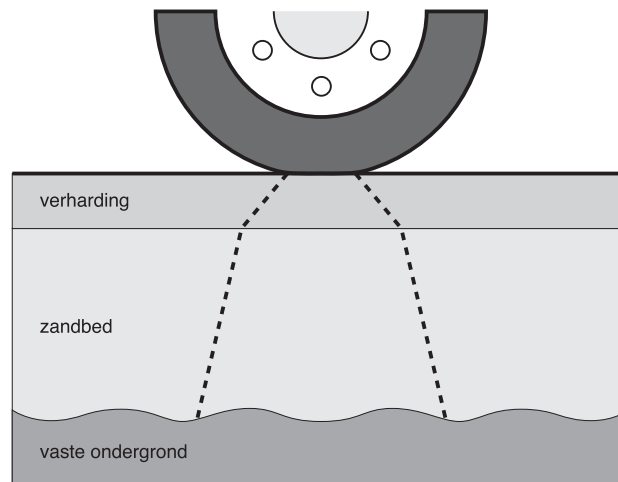


Fig. 5.9
Drukverdeling in
verharding en zandbed.



- Vragen 5.4**
- Waarom mag er geen water op de weg blijven staan?
 - Welk afschot wordt bij tegels aangehouden?
 - Wat betekent 'op één oor'?