

Water in de wegfundering...

Waterbergende wegen goed gefundeerd.

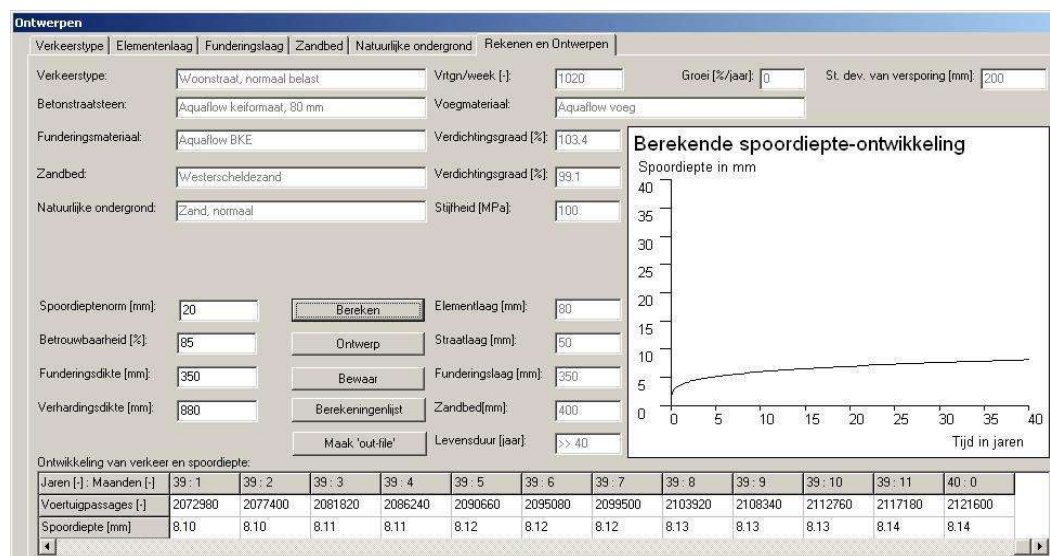
Waar let u op als u hemelwater in de wegfundering wilt bergen? Hoe voorkomt u dat de fundering door het water verpapt en op "drijfzand" gaat lijken? Waarom gaat de constructie, met 40% holle ruimte, niet schuiven? Kortom: Wat zijn de randvoorwaarden voor een goed ontwerp? Aquaflow® is uitgebreid wetenschappelijk onderbouwd en op grote schaal aangelegd en beproefd in de praktijk, ook met zwaar verkeer. De TU Delft heeft Aquaflow onderzocht en vastgesteld dat een fundering met water in de holle ruimtes, even goed kan presteren (een zelfde stijfheid heeft) als een traditioneel wegontwerp met een fundering van menggranulaat. Al dient de waterbergende fundering dan wel aan een aantal cruciale voorwaarden te voldoen.



Water bergen in wegen kan alleen indien aan de juiste voorwaarden wordt voldaan.

Ontwerpen; basis van alle wegebouw

Een wegfundering gaat lang mee als alle variabelen kloppen. Het weglichaam eronder moet bijv. voldoende draagkracht hebben. Daarom is het verstandig om de levensduur van een weg vooraf te berekenen. Dit kan o.a. met het programma Bescon van het CROW. In Bescon wordt rekening gehouden met factoren als grondsoort, verkeersbelasting, type verharding, mate van verdichting, etc.



Met Bescon (CROW) kan de levensduur (c.q. het "herstraatmoment") van een weg berekend worden.

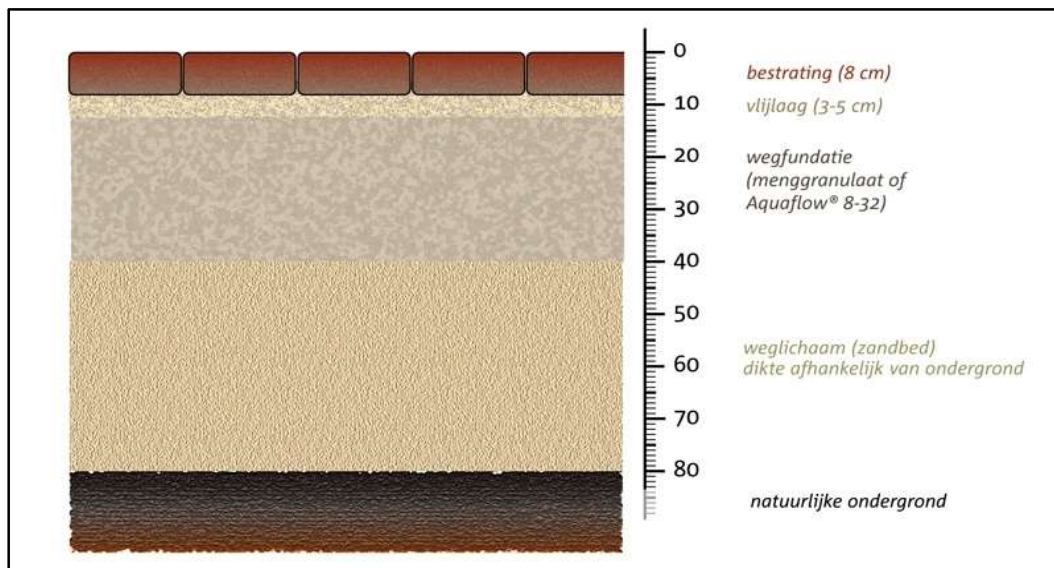
Water in de wegfundering...

Aandachtspunten bij ontwerpen van waterbergende wegen:

In principe is het zo dat de waterbergende weg, inclusief met water gevulde holle ruimte, net zo lang mee moet gaan als een traditionele weg. Dit is ook de opdracht die de TU Delft destijds van Aquaflow B.V. heeft meegekregen. Het blijkt dat de stijfheid van een goed aangelegde Aquaflow fundering $> 600 \text{ MPa}$ bedraagt, hetgeen nog beter is dan wegen gefundeerd op menggranulaat. Daardoor kan er ook direct op de Aquaflow fundering worden geasfalteerd.

1. Een goede ondergrond (onderfundering):

- Als de conusweerstand onder in het cunet $< 2,5 \text{ Mpa}$ bedraagt kan de ondergrond de weg niet kan dragen, bij $> 4 \text{ MPa}$ is het i.h.a. goed (o.a. zand).
- Let wel op; niet alle zandsoorten zijn even draagkrachtig. De doorlatendheid (drainzand) en de draagkracht (scherp zand) werken vaak tegengesteld.
- Bij Aquaflow® als infiltrerend systeem, dient men er rekening mee te houden dat sommige grondsoorten (o.a. leem en lös) in droge omstandigheden draagkrachtig zijn, maar nat "boterzacht" worden. Het devies luidt dan: grond verbeteren tot grotere diepten (80cm), of Aquaflow, als bergend systeem aanleggen, en met folie waterdicht maken, zodat de bodem droog blijft.



Wegopbouw: bestrating, vlijlaag, fundering (bijv. Aquaflow) en onderfundering

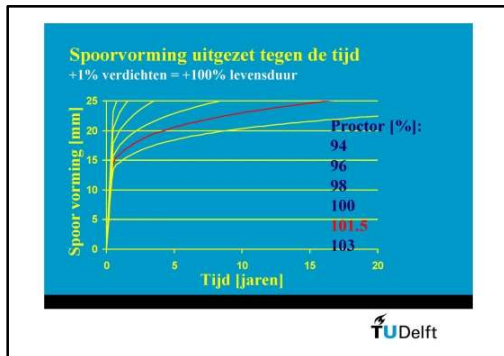
2. Fundering goed verdichten

- Goed verdichten is, net als bij normale wegen, cruciaal. Wat men vooraf niet verdicht zal het verkeer achteraf naverdichten (zetting onder de wielen).
- Bij het verdichten (aftrillen) moet het funderingsmateriaal de verdichtings-energie kunnen opvangen zonder daarbij te verbrijzelen. Als het materiaal te zacht is kan het vergruizen tot menggranulaat. Daarom wordt de Aquaflow® fundering opgebouwd met zeer harde steenslag (LA waarde < 20).

Als er minder geschikte materialen worden gebruikt, bestaat het risico dat:

- de holle ruimte ongeschikt raakt voor waterberging (bij teveel fijne delen ontstaat waterspanning).
- de weg civiel technisch ondermaats presteert, hetgeen zich uit in vervorming (naverdichten) of verplaatsing (afschuiven) van de fundering.

Water in de wegfundering...



Figuur 1 : Levensduur neemt sterk toe door grondig verdichten



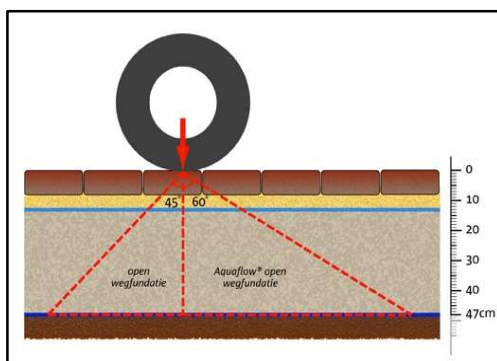
Door de hardheid (LA < 20) blijft het % holle ruimte intact

3. De fundering mag niet gaan schuiven (schuifvlakken)

Bij standaard wegfunderingen met menggranulaat (0-40mm) zijn de “holle ruimtes” gevuld met fijne delen en speelt het risico op afschuiven geen grote rol. Er is sprake van een goede cohesie (pakking) van het menggranulaat onderling. Bij waterbergende wegen zijn deze fijne delen niet aanwezig en is er nauwelijks cohesie. Om dit te compenseren en afschuiven te voorkomen, is een grote hoek van inwendige wrijving noodzakelijk. Deze grote hoek ontstaat met name door de ongelijkmatige en hoekige korrelvorm (hoge haakweerstand) en korrelsamenstelling (er worden vijf gradaties steenslag in een optimale verhouding gemengd). Bij Aquaflow is deze hoek > 55°, bij zware belastingen oplopend naar 60°.

Ter illustratie: hoek van inwendige wrijving (ϕ) voor diverse materialen

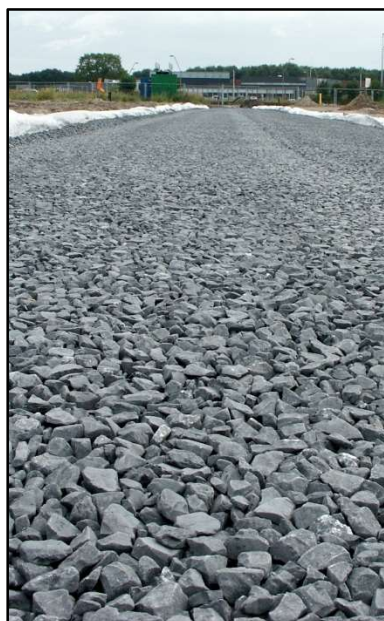
Klei en leem (nat)	: 20 ° - 25 °
Klei en leem (droog)	: 40 ° - 50 °
Zand	: 28 ° - 33 °
Gebroken grind	: 35 ° - 40 °
Basalt lava	: 40 ° - 45 °
Hardsteensplit (onbewerkt)	: 35 ° - 45 °
Aquaflow® 8-32mm (MHK53)	: 55 ° - 60 °



Figuur 2: hoek van inwendige wrijving > 55° levert brede spreiding van krachten naar de ondergrond.

Water in de wegfundering...

Door de grote spanningsspreiding presteert Aquaflow® even goed of zelfs beter dan een fundering van menggranulaat. Dit maakt Aquaflow® uniek; een weg waarin water geen schade aanricht. Dit resultaat is het gevolg van uitgebreid wetenschappelijk onderzoek naar het gedrag van de Aquaflow fundering bij langdurig herhaalde verkeersbelastingen. Dat het allerm minst vanzelfsprekend is en beslist niet het geval bij een willekeurig “gelijkend” steenslag mengsel blijkt uit het volgende. Op 47cm diepte (de normale inbouwhoogte van Aquaflow®) is de belasting bij Aquaflow ca. 300% ! lager (dus langere levensduur) dan bij een mengsel met een meer gebruikelijke wrijvingshoek van 40° - 45°. Om deze 15° verschil met Aquaflow te compenseren zou een normale steenslag fundering +/- 35cm dikker moeten worden uitgevoerd.



De Aquaflow® wegfundering heeft 40% holle ruimte voor waterberging en een stijfheid van ≥ 600 MPa.

6	Aanbrengen van een wegfundering van ongebonden steenmengsel.	m2
	Totale laagdikte 350 mm	
	Aanbrengen in lagen van maximaal 200 mm	
	Steenmengsel van natuurlijk gesteente	ton
	Betreft Aquaflow meervoudig gebroken hardsteen 8-32+ mm, samenstelling conform mengsel-type MHK 53	
	f (rest) < 2	
	Leverancier Aquaflow B.V.	
	Sortering 8-32+	
	Hardheid: Los Angeles-waarde:< LA20	
	Hoek van inwendige wrijving: minimaal 55° (bij zware belastingen Mr @ > 1000 kPa: minimaal 60°)	
	Stijfheid: minimaal 600 MPa	
	Op een kunststofinlage, aangebracht volgens bestekspostnr. <u>100031</u>	
9	De wegfundering grondig verdichten m.b.v. een zware trilwals of trilplaat, in overleg met de directie en volgens eisen deel 3 par. 80 01 03	
	De verhardingslaag met een statische wals naverdichten	

Aquaflow RAW voorbeeldbestek met functionele omschrijving

4. Zekerstellen van spanningsloos water

Waterspanning wordt wel geassocieerd met “drijfzand”. Daarbij raakt onder invloed van spanningswater een vaste massa instabiel. Klassieke wegen hebben daarom bij voorkeur een drooglegging van 80 cm.

In het Aquaflow® systeem is waterspanning onmogelijk gemaakt, doordat fijne delen afwezig zijn. Water kan vrij bewegen in de 40% open ruimte in het “Aquaflow® systeem. Bij volledig vlakke toepassing stroomt het water ongeveer 100 meter/uur horizontaal door de fundering. Waterspanning is uitgesloten.

Aquaflow voorbeeldbestek en tekeningen

Om het u makkelijk te maken zijn relevante functionele eisen voor de waterbergende weg omschreven in het Aquaflow voorbeeldbestek (raw en stabu) met bijbehorende dwg tekeningen. Bestek en tekeningen zijn digitaal voor uw beschikbaar via e-mail of website.