

# Sterk in slappe bodem

## Praktijkonderzoek Deltares toont aan: beton scoort op 6 van de 7 punten beter dan kunststof

Op verzoek van de Vereniging VPB is aan Deltares gevraagd nader onderzoek te verrichten naar het gedrag van betonnen riolering in slappe grondlagen en de daarmee verband houdende zettingen. Het rapport heeft onafhankelijke informatie opgeleverd, die mogelijk bestaande misverstanden over de toepassing van een kunststof buis in plaats van een betonnen buis in slappe gronden uit de weg moet helpen.

De vergelijking in het onderzoek is gemaakt tussen de toepassing van een betonnen riolering en een kunststof riolering. De conclusies zijn helder; betonbuizen kunnen prima gebruikt worden in slappe bodems. Het broodje aap verhaal dat betonnen riolering en slappe bodems geen goede combinatie vormen, behoort daarmee definitief tot het verleden.

- Diepteligging riool (sleufdiepte): MV - 1,5 m (+/- 1 m dekking).
- Grondwaterstand: MV - 0,5 m.
- Uitvoering in open sleuf.
- Sleufaanvulling: zand.
- Voor de berekening van de putten een totale hoogte aanhouden van 1,70 m (onderkant put t.o.v. maaiveld) en afmeting betonput 800 x 800 mm inwendig.



### Opzet onderzoek

Om een vergelijking tussen de 2 buismaterialen mogelijk te maken is eerst een grondmodel gemaakt, uitgaande van slappe grond met bijbehorende representatieve sterkte- en samendrukkingsparameters. Hierbij is een typische opbouw gehanteerd die in een groot deel van het westen en in het noorden van Nederland aanwezig is.

Rekening houdend met de belastingen, zoals het gewicht van de buis in een sleuf, zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. Hierbij wordt rekening gehouden met de geldende legvoorschriften van de buizen. Daarnaast wordt een berekening uitgevoerd waarbij met de verdichting van de sleufvulling is gevarieerd. In het onderzoek zijn tevens enkele uitvoeringsgerelateerde aspecten benoemd.

### Uitgangspunten onderzoek

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Vergelijking tussen een betonbuis met een inwendige diameter van 300 mm en een kunststof PVC buis met een uitwendige diameter van 315 mm.
- Berekeningen uitvoeren waarbij buizen verwerkt moeten worden volgens legvoorschriften (ideale aanvulling).
- Verkeersklasse VK 60.
- Voor slappe grond wordt aangehouden grondsoort 2, samenhangende menggrond (zie o.a. CUR 122). Bij de berekeningen is uitgegaan van de grondeigenschappen zoals gegeven in Tabel 1 van NEN 6740 of Tabel 2b van NEN 9997 (Eurocode geotechnisch ontwerp) behorende bij de omschrijving van grondsoort 2.

### Leidinggegevens

In de berekeningen is een vergelijking gemaakt tussen de buizen en putten met gelijkwaardige afmetingen maar van verschillende materialen. Uit de berekeningen blijkt dat een PVC buis met een diameter van 315 mm, toegepast onder water en niet geheel gevuld, kan opdrijven. Bij de toepassing dient derhalve voldoende gewicht op de leiding aanwezig te zijn. De putten van zowel beton als kunststof blijken voldoende zwaar, om bij de hier aangehouden grondwaterstand (MV - 0,5 m) opdrijven te voorkomen.

Om het gewicht van de buizen en putten te vergelijken met de oorspronkelijk aanwezige grond, zijn de gewichten omgerekend naar een gewicht per inhoud. Het blijkt dat een lege betonbuis een volumegewicht heeft wat vergelijkbaar is met lichte of humeuze klei terwijl een volledig gevulde betonbuis een volumegewicht heeft wat overeenkomt met zeer zandige klei. Het gewicht van een lege PVC buis is zo laag dat deze onder water zal opdrijven. Het volumegewicht van een volledig gevulde PVC buis komt overeen met veen. Uit deze vergelijking blijkt dat bij een PVC buis veel minder grondmechanische zettingen zijn te verwachten wanneer alleen naar het eigen gewicht wordt gekeken. Voor de putten geldt dat zowel een betonnen als een PVC put lichter is dan de hier aangenomen oorspronkelijke grond.

### Aanvullingsgevoeligheid

Het onderzoek heeft zich mede gericht op de legvoorschriften van beide materialen. Voor de betonbuis komt het in de praktijk gemiddeld op neer dat er tot ongeveer halverwege de buis zand zal worden aan-

gebracht om een goede bedding van de rioolbuis te verkrijgen. Bij een PVC buis is dit tot aan de bovenkant. Behalve een goede bedding is, vanwege de lagere ringstijfheid van de kunststof buis, eveneens een goede horizontale ondersteuning benodigd om ontoelaatbare ovalisering van de buis te voorkomen.

Afhankelijk van de benodigde stijfheid van de aanvulling kan in sommige gevallen een bredere sleuf nodig zijn. De aanwezigheid van slappe grondlagen aan weerszijden van de sleuf maken het noodzakelijk bij kunststof buizen een bredere zandaanvulling aan te brengen teneinde voldoende horizontale steundruk mogelijk te maken.

### Zettingsberekening

De belastingen zullen leiden tot zettingen van de ondergrond en daardoor ook tot een zakking van de buis. Hieronder wordt



een opsomming gegeven van de diverse belastingen:

- Belasting door buis en put
- Belasting door sleufaanvulling
- Extra belasting bij slechte verdichting
- Verkeersbelasting

Uit de resultaten van de zettingsberekeningen voor een goed verdichte en een slecht verdichte sleuf kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De buiszakking is voor een betonnen buis even groot als een PVC buis; bij een volledige sleufvulling van zand is de zakking van de betonnen buis iets groter (dit wordt veroorzaakt door het grotere gewicht van de buis).
- Bij een lege buis zullen de zakkingsverschillen iets lager zijn dan bij een volle buis, en bovendien voor beide buismaterialen vrijwel gelijk aan elkaar worden, omdat het 'effectief' buisgewicht dan lager is dan het gewicht van de oorspronkelijke grond.

alen vrijwel gelijk aan elkaar worden, omdat het 'effectief' buisgewicht dan lager is dan het gewicht van de oorspronkelijke grond.

- Bij een slecht verdichte sleuf 'voelt' een betonnen buis meer van de hierdoor veroorzaakte extra belasting vanwege de grotere stijfheid van de buis, waardoor de buis iets de grond wordt ingedrukt. Een PVC buis zal meer ovaliseren waardoor deze mogelijk minder de grond wordt ingedrukt.
- De buiszakking neemt bij een slecht verdichte sleuf met circa 4 mm toe bij een betonnen buis, bij een PVC buis is de toename kleiner vanwege de lagere ringstijfheid (deze buis zal meer ovaliseren).
- Bij een grotere ovalisering van de PVC buizen dan toelaatbaar volgens de voorschriften, kan er een negatief effect ontstaan op het functioneren van het riolsysteem.
- Bij een hoger eigen gewicht van de oorspronkelijke grond zal het verschil in zakking afnemen.
- Bij een lager eigen gewicht van de oorspronkelijke grond zal het verschil in zakking toenemen bij gelijke overige omstandigheden. In deze gevallen zal ook vaker met gebiedseigen grond of menggrond in plaats van zand worden aangevuld.

### Uitvoeringsgerelateerde aspecten

#### Beperkte sleuflengte

Er zijn situaties waarin het van belang is de openstaande sleuflengte te beperken.

i.p.v. en snel gelegd kunnen worden zonder verlijming.

#### Beperkte sleufbreedte

Er zijn ook situaties, vaak in combinatie met lengte beperkingen, waarbij de sleufbreedte beperkt moet blijven. Bijvoorbeeld omdat de ruimte er niet is en in de praktijk een loodrechte ontgraving mogelijk is, of waarbij de invloed op belendingen zo veel mogelijk gereduceerd moet worden. In deze situaties kan naast de buis niet voldoende zand ter ondersteuning worden aangebracht. In die gevallen moet een buis worden toegepast die voldoende ringstijf is. Een betonbuis is hierbij zeer geschikt.

#### Opnemen zakkingsverschillen

Tot slot zijn er situaties waarbij zakkingsverschillen opgenomen moeten kunnen worden over kortere afstand. Bijvoorbeeld bij de overgang van een riool zonder fundering naar een constructie gefundeerd op palen. In dat geval geven mof-spie verbindingen (eventueel in combinatie met korte buizen) een mate van flexibiliteit waarbij per buisverbinding een bepaalde hoekverdraaiing mogelijk is. De zakkingsverschillen leiden bij betonbuizen niet tot een kromming in de lengterichting, waardoor extra ovalisering of zelfs 'knikken' kunnen optreden. Dit kan een negatief effect hebben op het functioneren van het riolsysteem.

### Conclusies

In onderstaand tabel zijn tot slot de conclusies van de uitgevoerde analyses samengevat voor de diverse in het onderzoek beschouwde aspecten.

Aspect	Betonbuis	PVC buis
Effectief gewicht	-	+
Ringstijfheid	++	--
Zetting	+	+
Uitvoeringsgevoeligheid (verdichting sleufaanvulling)	+	-
Beperkte lengte openstaande sleuf	+	-
Beperkte sleufbreedte	+	-
Zettingsverschillen	+	+

+ : aspect werkt voor deze buis positief (++ zeer positief)  
 - : aspect werkt voor deze buis negatief (-- zeer negatief)

Voorbeelden hiervan zijn: de stabiliteit van de ontgraving tijdens de uitvoering, objecten die gevoelig zijn voor vervormingen van de ondergrond en bemaling.

In deze situaties zijn korte buislengtes benodigd. Bovendien moeten de buizen snel gekoppeld kunnen worden. Betonbuizen zijn dan een prima oplossing, omdat de lengte beperkt kan worden tot orde 2,5 m

### Deltares

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut en specialistisch adviseur voor deltatechnologie. Deltares werkt aan innovatieve oplossingen voor water-, ondergrond- en deltavraagstukken, die het leven in delta's, kust- en riviergebieden veilig, schoon en duurzaam maken. Meer info op: <http://www.deltares.nl>