

POREUZE BETONBUIZEN IN DE WEGENBOUW

CARLO BOLLEN, ir. - Infrac

ROGER PEETERS, ing. - Technum Tractebel Engineering

Samenvatting

Poreuze betonbuizen in de wegenbouw

De laatste jaren worden poreuze betonbuizen in de wegenbouw meer en meer toegepast op plaatsen waar infiltratie van het hemelwater naar de bodem ook maar enigszins mogelijk is. Het is immers zeer belangrijk het hemelwater bij de bron ervan te pakken. Het mag de straat of verkaveling eigenlijk niet verlaten en moet ter plaatse gehouden worden. Het hemelwater ter plaatse te bufferen in betonbuizen waardoor de infiltratie gestimuleerd wordt is één toepassingsmogelijkheid van poreuze betonbuizen.

Een andere langer gekende toepassingsmogelijkheid van poreuze betonbuizen is om deze buizen toe te passen als drainageleiding. Hiervoor zoomen wij terug in op het onderzoek naar de toestand van de drainageleidingen vóór de heraanleg van de Ring rond Antwerpen en gaan wij even dieper in op enkele belangrijke randvoorwaarden waarop gelet moet worden om het drainagesysteem optimaal te laten functioneren.

Tot slot wordt er ingegaan op de duurzaamheid van poreuze betonbuizen. Er is momenteel weinig of niets geweten over slibafzetting in de poriën wat op lange termijn kan leiden tot afnemen van de infiltratiecapaciteit. Bovendien bestaat er een reëel risico dat het zand van de omhulling van de buis doorheen de poriën van de drainageleiding dringt, wat uiteindelijk kan leiden tot verzakkingen.

Résumé

Tuyaux en béton poreux

Les dernières années, les tuyaux en béton poreux sont appliqués de plus en plus aux lieux où il est possible pour les eaux pluviales de s'infiltrer jusqu'au fond. C'est en effet très important de captiver les eaux pluviales à la source. Il est interdit que l'eau quitte la rue ou le lotissement et doit être gardé sur place. Une possibilité d'appliquer des tuyaux en béton poreux est tamponner les eaux pluviales sur place pour stimuler l'infiltration.

Appliquer ces tuyaux en béton poreux comme galerie de drainage est une autre application bien connue. A ce sujet, nous entrons dans les détails de l'étude de la situation des galeries de drainage avant la renouvellement du Ring autour Anvers et nous examinons plus au fond quelques conditionnalités très importantes sur lesquelles on doit faire attention pour un fonctionnement optimal du système de drainage.

Finalemant, on examine plus à fond la durabilité des tuyaux en béton poreux. En ce moment, on ne connaît pas grand-chose de l'alluvionnement dans les pores ce qui, à long terme, peut mener à la diminution de la capacité d'infiltration. De plus, il y existe un risque réel que le sable de la gaine du tuyau va pénétrer à travers les pores de la galerie de drainage, ce qui peut mener à terme aux affaissements.

1 Kenmerken van buizen van poreus beton

De belangrijkste kenmerken zijn gebundeld als volgt weer te geven :

Poreuze buizen van beton zijn volgens PTV 104.

De buizen van poreus beton voldoen aan de voorschriften van NBN B 21-011, met uitzondering van de voorschriften betreffende de waterdichtheid, en aan de hierna volgende afwijkende en/of aanvullende voorschriften.

De korrelverdeling van de granulaten en de samenstelling van het poreus beton zijn dusdanig dat de buizen voldoen aan de weerstand tegen verbrijzeling en waterinfiltratie.

| Fabrikagemaat binnendiameter | Minimale breuksterkte |
|------------------------------|-----------------------|
| di (mm) | Pr (kN/m) |
| 150 | 20 |
| 200 | 23 |
| 300 | 27 |
| 400 | 32 |
| 500 | 38 |

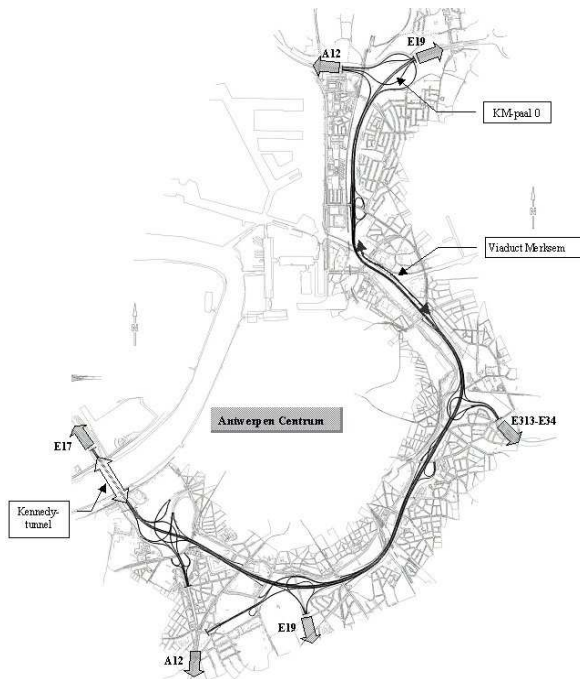
Tabel 1 – Weerstand tegen verbrijzeling

De buizen moeten voldoen aan de minimale waterdoorlatendheid van $2,5 \times 10^{-4}$ m/sec.

| Fabrikagemaat binnendiameter | Debiet |
|------------------------------|---|
| di (mm) | Q (l/s per m lengte) waterkolom 30 cm boven as buis |
| 150 | $7 \leq Q \leq 12$ |
| 200 | $9 \leq Q \leq 16$ |
| 300 | $14 \leq Q \leq 24$ |
| 400 | $19 \leq Q \leq 31$ |
| 500 | $24 \leq Q \leq 39$ |

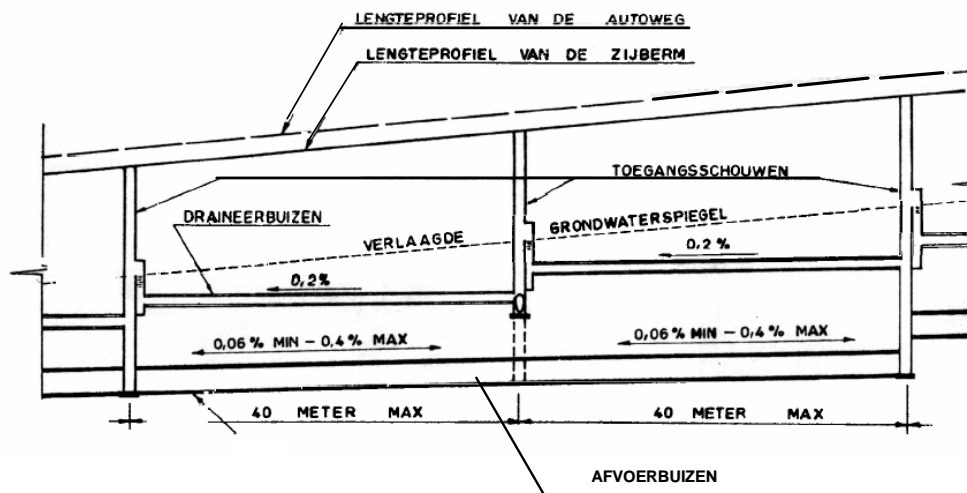
Tabel 2 – Waterinfiltratie per m nuttige lengte van de buis

2 Toepassing als drainageleidingen voor de grondwaterverhoging van de Ring rond Antwerpen



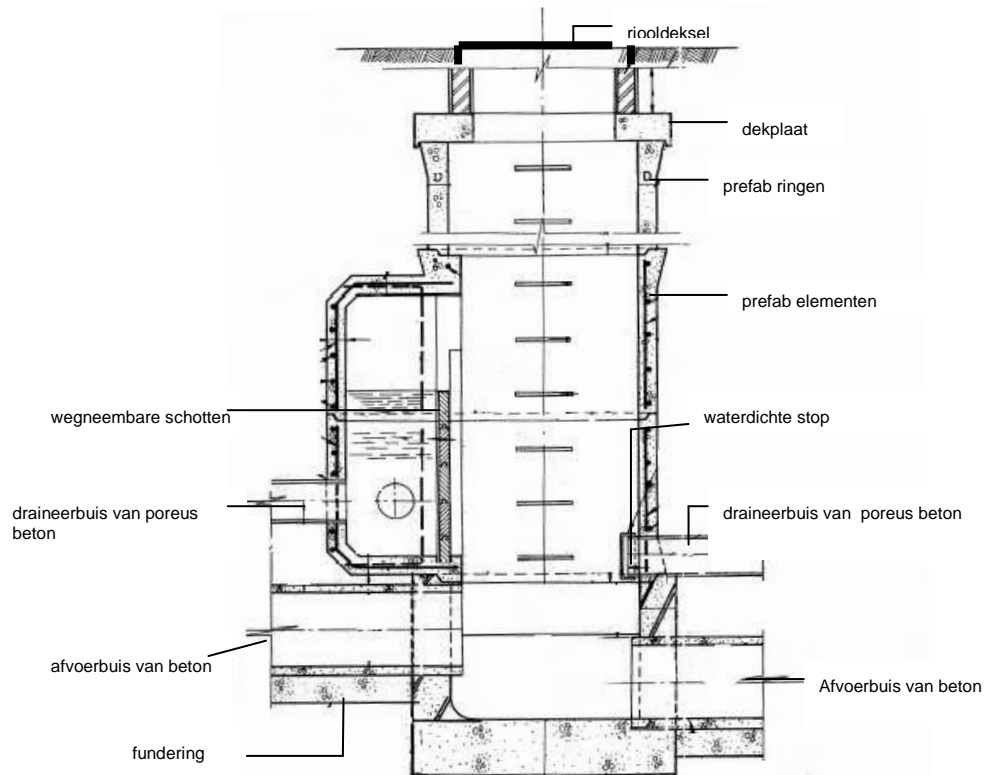
Figuur 1 : Overzichtsplan van de autosnelweg R1 rond Antwerpen

Een groot deel van de autosnelweg bevindt zich permanent onder het natuurlijke grondwaterpeil. Door middel van drainagebuizen wordt het grondwaterpeil onder het niveau van de wegwaffer gebracht. Het afwateringssysteem van de autosnelweg R1 heeft een totale lengte van ongeveer 135 km, waarvan ± 55 km bestaat uit drainagebuizen die het grondwaterpeil verlagen en ± 80 km uit rioolbuizen die het van de snelweg afkomstige regenwater en het gedraineerde grondwater afvoeren.



Figuur 2 : Lengteprofiel riolering

Het grondwaterpeil wordt geregeld door de overstortpeilen van de drainageleidingen in de inspectieputten.



Figuur 3 : Inspectieput met overstortkamer en drainageleiding

Het grondwater heeft een hoog ijzer-, sulfaat- en carbonaatgehalte. Wanneer het grondwater in contact komt met de lucht, gaat het ijzer uitvlokken. Om te voorkomen dat de afvoer capaciteit vermindert, wordt het hele drainagesysteem onder water gehouden : het waterpeil wordt ter hoogte van de afwaartse inspectieput geregeld door een overstort. In de opwaartse inspectieput verzekert een mof de waterdichte afsluiting van de drainagebuis. In de stroomafwaartse verzamelriolen is er een stroming met vrij oppervlak aanwezig.

2.1 Randvoorwaarden

Men moet trachten de grote boosdoeners die invloed hebben op de goede werking van het drainagesysteem te neutraliseren.

2.1.1 Omhullingsmateriaal van de drainageleiding moet voldoende grof zijn

De zandfracties die de drainageleiding omhullen mogen niet kleiner zijn dan 0,5 mm om te voorkomen dat de fijnere zandkorrels gaan infiltreren in de buis. Hier wordt verder in deze paper op teruggekomen.

2.1.2 Onderdempeling van de drainaigeleiding

Door het hoge ijzergehalte van het grondwater wordt een gelatineachtig ijzeroxide-watercomplex gevormd wanneer het grondwater in contact komt met de lucht.

Deze veroorzaken afzettingen die gemakkelijk een gedeeltelijke of volledige verstopping van de poriën van de drainagebuizen of van deze buizen zelf tot gevolg kunnen hebben. Om alle contact met de lucht te verhinderen moet het buizenstelsel volledig ondergedompeld blijven. Het drainagesysteem (omgeven door een zandfilter) kan aflozen via inspectieputten door middel van een overloop.



Foto 4 : Aantasting drainaigeleiding

2.1.3 Analyse van het grondwater

De pH van het drainagewater moet neutraal zijn. Neutrale waarden (gelegen tussen 5 en 7) geven geen aanleiding tot aantasting van de buizen.

2.1.4 Invloed van doozouten

Dooizouten bevatten veelal chloride. Er vinden verschillende chemische reacties en bindingen plaats zoals kristallisatie, hydratatie en toename van het evenwichtsvochtgehalte. De inwerking van doozouten op poreuze betonbuizen vergt echter nog verder evaluatieonderzoek.

2.1.5 Zorg besteden aan de reiniging van de leidingen

Na reiniging van de drainageleidingen moet erop gelet worden dat de opwaartse zijde van de drainage teruggeplaatst wordt zodat een goede afdichting bekomen wordt om te voorkomen dat ze deels "droog" komen te staan.



Foto 5 : Afdichtingstop op drainaigeleiding

3 Duurzaamheid van poreuze betonbuizen

In het afstudeerwerk dat de studenten Tom Demvaux en Tom Vansaet ingediend hebben tot het behalen van het diploma Master in de Industriële Wetenschappen Bouwkunde zijn meer bepaald de zandinfiltratie en dichtslibbing van poreuze betonbuizen proefondervindelijk onderzocht.

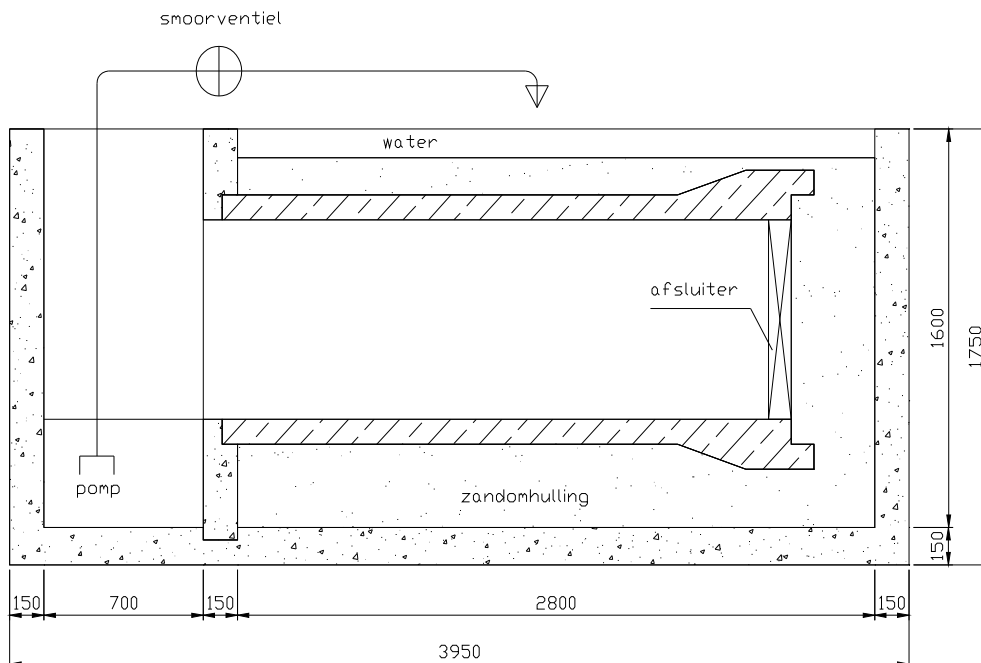
In beide gevallen is door een laboratorium proefopstelling nagegaan welke zandfracties door de poriën gaan van poreuze betonbuizen en of er na reiniging met de klassieke rioolreiniging na dichtslibben van de poriën de infiltratie terug verbetert.

3.1 Zandinfiltratie

Soms worden poreuze betonbuizen gebruikt om de ondergrond te draineren. In dit geval worden de buizen aangelegd onder het grondwaterpeil.

In deze proefopstelling wordt bekeken of er een risico bestaat dat er zand, welke rondom de buis gelegen is, mee kan infiltreren in de buis. Wanneer dit het geval is dan zullen er verzakkingen van de ondergrond optreden. Dit verschijnsel mag zich zeker niet voordoen wanneer de buizen zijn aangelegd onder een weg omdat dat immers aanleiding zal geven tot scheurvorming in het bovenliggend wegdek.

3.1.1 Proefopstelling en proefomschrijving



Figuur 6 : Proefopstelling zandinfiltratie

De opstelling voor de zandinfiltratie bestaat uit een betonnen kuip met een tussenschot zodat er 2 kamers worden gecreëerd. In de grootste kamer wordt een poreuze betonbuis met diameter 800 mm geplaatst dewelke met de spiezijde past in een uitsparing in het tussenschot. Langs de onderzijde wordt de buis ondersteund en aan de mofzijde wordt ze voorzien van een afsluiter.

In een volgende stap wordt de buis omhuld met het gewenste zandtype en wordt vervolgens het kleine reservoir met water gevuld. Via een pomp met verdeelleiding wordt het water op het zand gepompt en zal het in de buis infiltreren en terugstromen naar het kleine reservoir.

Wanneer het zand rondom de buis geplaatst is, wordt er gedurende 2 uur water rondgepompt zodat al het zand verzadigd is. Hierna wordt er gepompt totdat het water boven het zand gestegen is tot aan de rand van de betonnen kuip. De pomp wordt stilgelegd en nadien wordt de daling van het waterniveau opgemeten op verschillende tijdstippen.

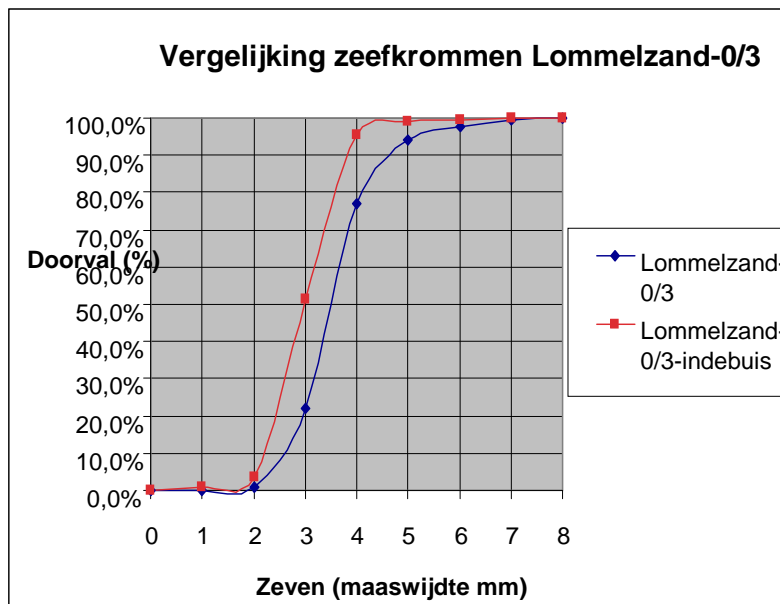
Deze gegevens worden bewaard en verwerkt. Dezelfde meting wordt herhaald nadat de pomp 30 uren heeft gewerkt.

Na afloop van de proef wordt al het water weggepompt en wordt gekeken of er zandindringing in de buis waarneembaar is.

3.1.2 Omhulling Lommelzand 0/3

Aangezien 0/3 Lommelzand een heel fijn zand is, wordt deze zandsort eerst gebruikt om na te gaan of er zandindringing in de poreuze buis waarneembaar is. Als er na afloop van de proef geen zandkorrels terug te vinden zijn in de buis, dan zullen ook andere zandsorten (met een grotere korrel) niet indringen doorheen de poriën.

Analyse ingedrongen zand



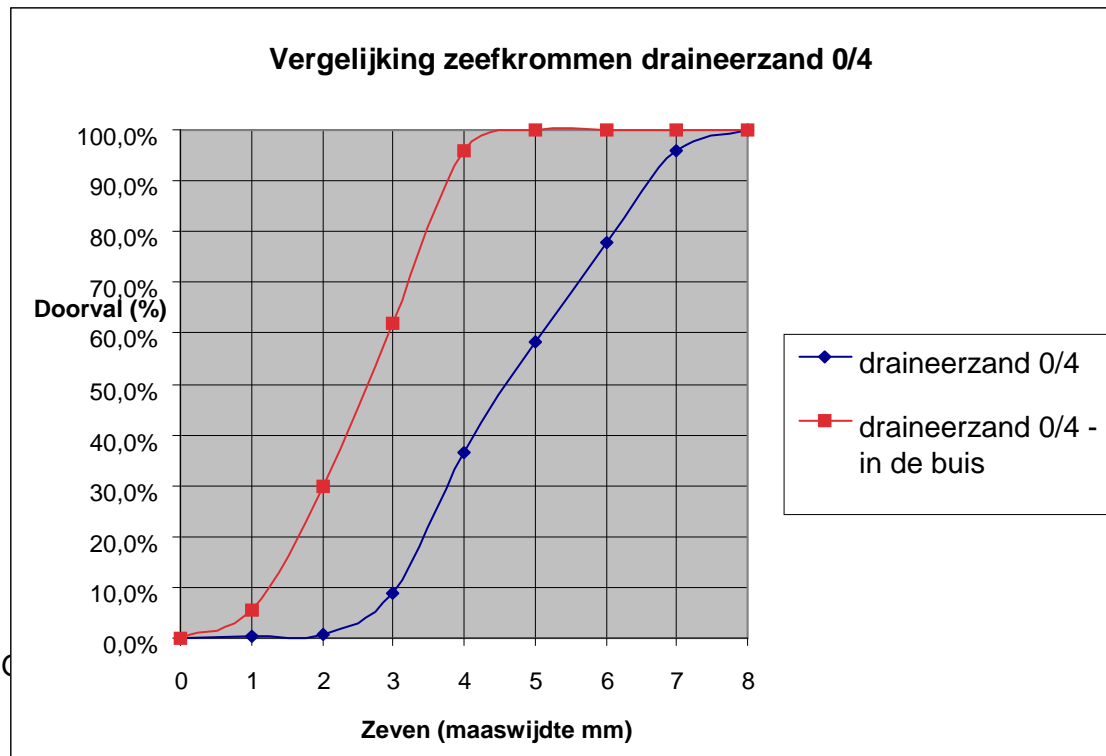
Grafiek 7 : Zand 0/3 - Zeefkrommen

Na uitvoeren van de zandinfiltratieproef met Lommelzand 0/3, is er een toch wel grote hoeveelheid zand aangetroffen in de buis. Zoals blijkt uit de grafiek bestaat het geïnfiltreerde zand voor 95,5% uit materiaal dat kleiner is dan 0,5 mm. Eveneens uit de grafiek blijkt dat het oorspronkelijke zand voor 76,8 % uit dit materiaal kleiner dan 0,5 mm bestaat. Dit wil zeggen dat het Lommelzand bijna volledig zal infiltreren in de buis. Lommelzand 0/3 kan dus niet aangewend worden om poreuze betonbuizen te omhullen.

3.1.3 Omhulling met draineerzand 0/4

Aangezien het Lommelzand 0/3 heel sterk in de buis infiltreert, wordt dezelfde proef nu herhaald met een draineerzand 0/4.

Analyse ingedrongen zand



Grafiek 8 : Zand 0/4 – zeefkrommen

Wanneer de zandinfiltratieproef uitgevoerd wordt met een draineerzand 0/4, wordt er na de proef slechts fijne fractie waargenomen in de buis. Uit de grafiek blijkt dat 95,9% van het geïnfiltreerde zand kleiner is dan 0,5 mm. Eveneens uit de grafiek blijkt dat het oorspronkelijk draineerzand slechts voor 36,4 % uit dit materiaal kleiner dan 0,5 mm bestaat. Draineerzand bevat minder fijn materiaal en is dus geschikt om poreuze betonbuizen te omhullen.

3.1.4 Besluit

Zoals blijkt uit beide proeven zal het voornamelijk de zandfractie kleiner dan 0,5 mm zijn die in een poreuze betonbuis infiltreert. Aangezien het Lommelzand 0/3 voor 76,8 % uit deze fractie bestaat kan deze niet aangewend worden om poreuze betonbuizen te omhullen. Het draineerzand 0/4 bestaat slechts voor 36,4 % uit materiaal kleiner dan 0,5 mm, bijgevolg kan het wel aangewend worden als sleufmateriaal.

De gegevens van de doorlatendheid tonen ook aan dat de zandinfiltratie in de buis niet gepaard gaat met een afname van de porositeit.

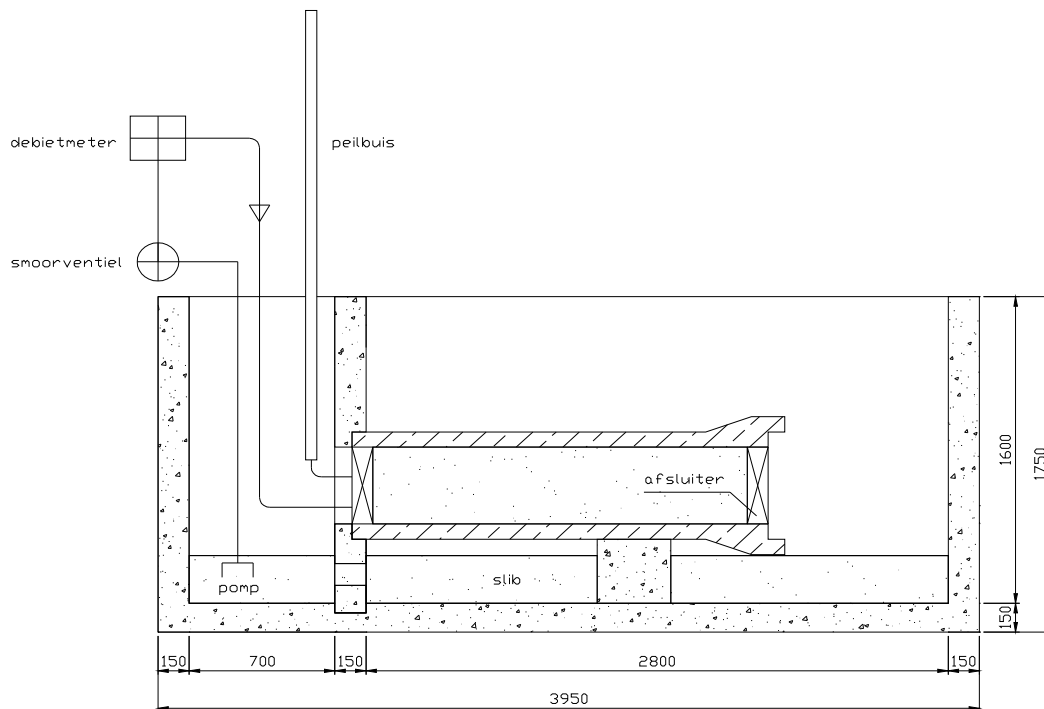
Uit beide proeven kan besloten worden dat als omhulling voor poreuze betonbuizen moet gebruik gemaakt worden van een zand dat zo weinig mogelijk materiaal bevat dat kleiner dan 0,5 mm is.

Eventueel kan de buis omhullen met een geotextiel een oplossing zijn. Hier bestaat het gevaar erin dat geotextiel kan dichtslibben en kan scheuren.

3.2 Dichtslibbing

Vandaag de dag moeten rioleringsstelsels bestaande uit poreuze betonbuizen op dezelfde manier ontworpen worden als waterdichte buizen. De reden hiervoor is dat de bevoegde instanties ervan uitgaan dat de buis zijn porositeit zal verliezen na verloop van tijd ten gevolge van het dichtslibben van de poriën. Bovendien wordt ook verondersteld dat wanneer de buis volledig is dichtgeslibd, de doorlatendheid niet kan worden hersteld door het reinigen van de buis. Deze verschillende aspecten zijn d.m.v; een proefopstelling verder onderzocht.

3.2.1 Proefopstelling en proefomschrijving



Figuur 9 : Proefopstelling dichtslibbing

De basisopstelling is dezelfde als welke gebruikt wordt bij de zandinfiltratieproef.

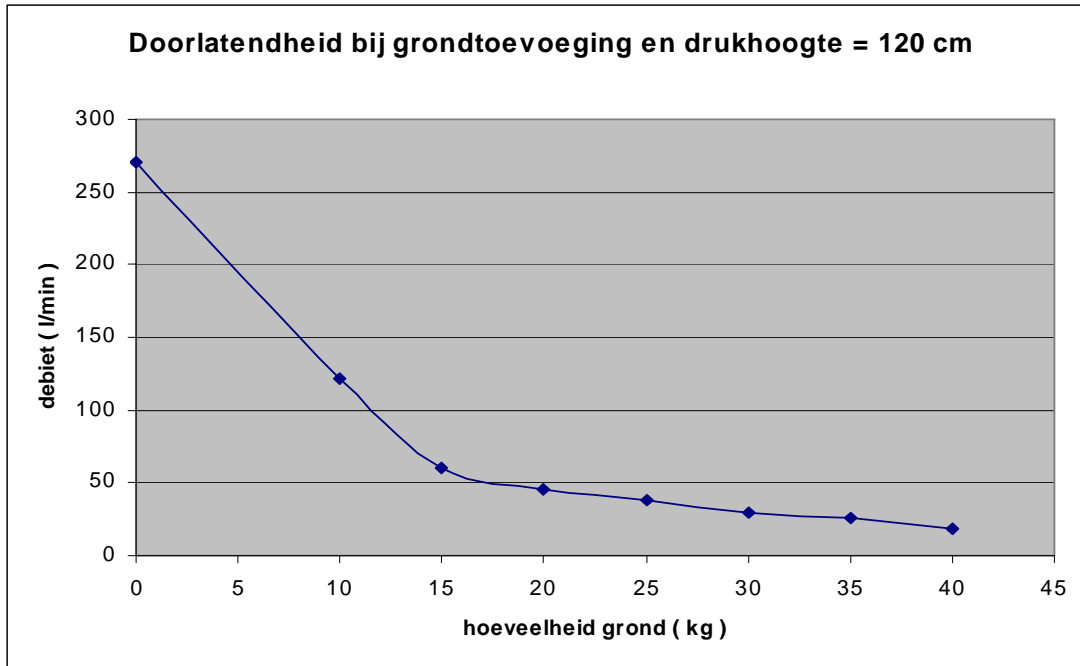
De buis wordt aan de twee kanten afgesloten door een afsluiter. De afsluiter aan de spiezijde is voorzien van twee aansluitingen, één voor de aansluiting van een peilbuis om de waterdruk in de buis te kunnen meten en een tweede die dient voor het aankoppelen van de pomp. Op de persleiding van deze pomp is een debietmeter voorzien zodat op elk moment de relatie gekend is tussen de waterdruk in de buis en het waterdebiet doorheen de poriën van de buiswand.

Aanvankelijk wordt er zuiver water in de buis gepompt en worden de metingen verricht. Hierop volgend wordt er in stappen grond bijgevoegd aan de pomp welke het slib in de buis zal stuwen. Op verschillende tijdstippen wordt nu het verband gezocht tussen de waterdruk en het waterdebiet, rekening houdend met de hoeveelheid toegevoegde grond.

Na het dichtslibben van de buis wordt deze gereinigd met behulp van een klassieke rioolreiniging (met hoge druk), om zo te kijken in welke mate de doorlatendheid van de buis wordt hersteld.

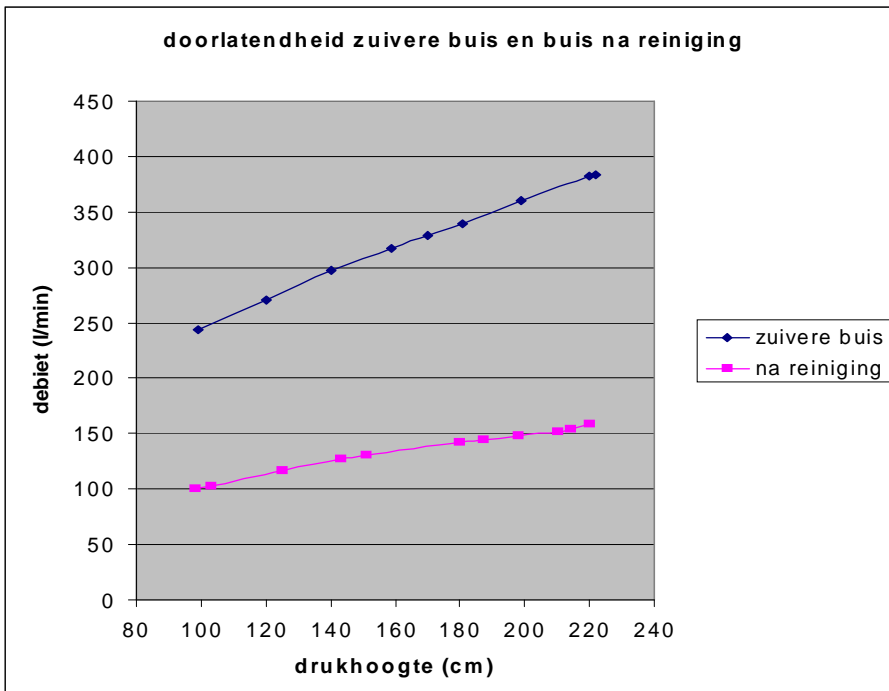
3.2.2 Extreme grondtoevoeging en –zuivering

Doorlatendheid bij extreme grondtoevoeging



Grafiek 10 : Doorlatendheid bij grondtoevoeging en drukhoogte = 120 cm

Doorlatendheid van de buis na reiniging



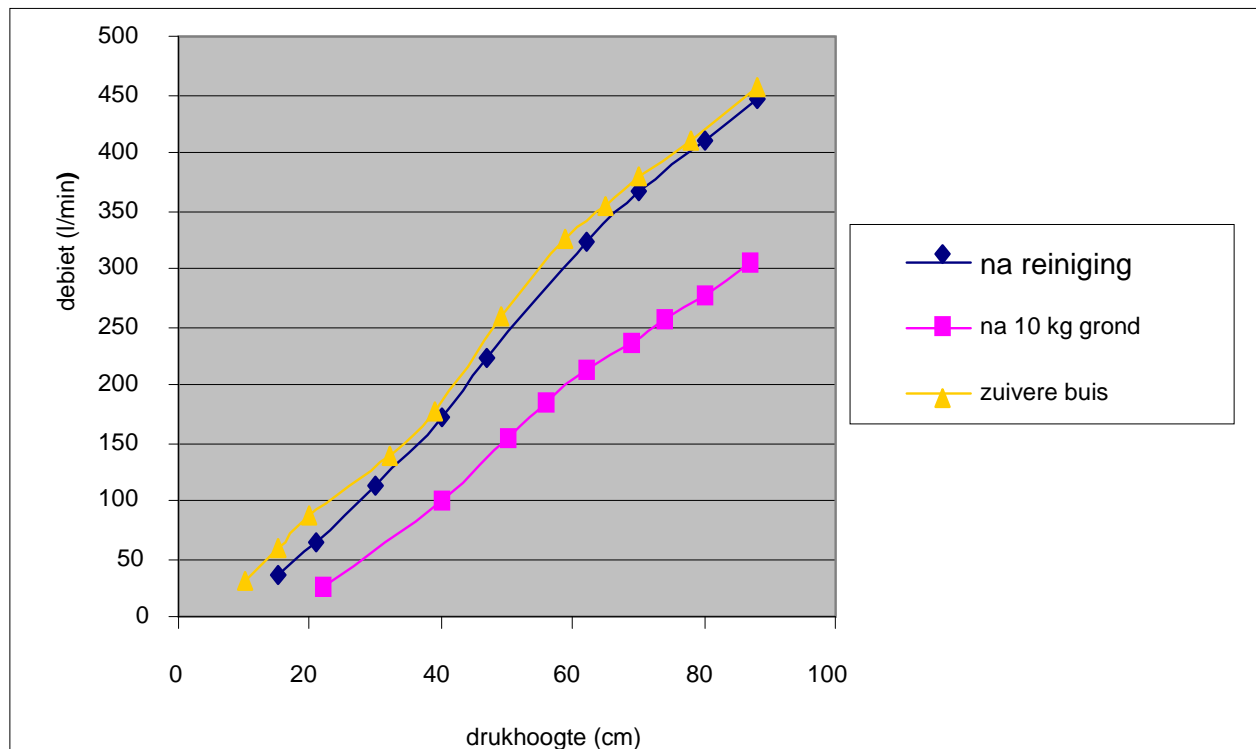
Grafiek 11 : Doorlatendheid zuivere buis en buis na reiniging

Na het inbrengen van 40 kg grond in de buis met diameter 400 mm en lengte 2 m, is de buiswand nagenoeg volledig dichtgeslibd. Louter hierop gebaseerd is het dus mogelijk dat een poreuze betonbuis zijn doorlatendheid verliest in de loop der tijd. Uit de resultaten na zuivering blijkt ook dat men door het toepassen van een klassieke rioolreiniging onder hoge druk slechts 40 % van de oorspronkelijke porositeit kan terugwinnen.

Het is echter voorbarig om dit resultaat als negatief te beschouwen, aangezien er onder extreme omstandigheden werd beproefd. Om deze reden wordt er nog een soortgelijke proef uitgevoerd op een nieuwe buis, maar onder condities die meer de werkelijkheid zullen benaderen.

3.2.3 Realistische dichtslibbing en zuivering

Doorlatendheid van de buis t.g.v. dichtslibbing en na reiniging



Grafiek 12 : Doorlatendheid van dichtslibbing en reiniging

Nadat de buis op een realistische wijze vervuild is, blijkt dat ze 50% van haar infiltrerend vermogen heeft verloren. Hiermee dient dus rekening te worden gehouden bij het berekenen van rioleringsstelsels bestaande uit poreuze betonbuizen. Op zich zal dit geen grote problemen opleveren, aangezien de doorlatendheid voor de volle 100% kan worden herwonnen door het uitvoeren van een klassieke rioolreiniging.

3.2.4 Speciale reinigingstechniek

Uit de resultaten is gebleken dat poreuze buizen, welke onder normale omstandigheden zijn vervuild, kunnen gezuiverd worden door gebruik te maken van een klassieke rioolreiniging onder hoge druk (100 à 120 bar). Achter de jets wordt een onderdruk gecreëerd waardoor de poriën worden leeggezogen en de doorlatende functie van de buis met 95% hersteld wordt.

Deze reinigingstechniek en de invloed van deze reiniging op de buiswand vergt nog verder veldonderzoek.

3.2.5 Besluit

Poreuze betonbuizen welke gebruikt worden als infiltratieriool zullen door het dichtslibben van de poriën een deel van hun infiltrerend vermogen verliezen. Na een normale vervuiling blijkt dat de buis 50% van zijn doorlatendheid verloren heeft. Deze kan wel teruggewonnen worden door ze te reinigen met een klassieke rioolreiniging.

Het is dus jammer dat bij het dimensioneren van rioleringsstelsels bestaande uit poreuze betonbuizen dezelfde regels moeten aangehouden worden als voor waterdichte betonbuizen. Wanneer het infiltrerend vermogen van de buis mag meegenomen worden in de berekening, dan zal de benodigde buisdiameter verkleinen. Deze verklaring is te vinden in het feit dat de sleuf waarin de buis wordt geplaatst een extra buffer vormt.

3.3 Conclusie

Zoals al eerder is aangehaald is de zandinfiltratie in de poreuze buizen en de invloed van het reinigen na dichtslibben van de wand van de buizen op de waterdoorlatendheid van de buis in laboratoriumopstelling beproefd.

Aangezien er door Infrac de laatste jaren verschillende rioleringsprojecten uitgevoerd worden waar het afstromende hemelwater d.m.v. poreuze betonbuizen in de bodem kan infiltreren is het aangewezen om nader onderzoek op te starten om de invloed van zandinfiltratie en het dichtslibben van de poriën van de wand in de praktijk verder te onderzoeken.

Bronverwijzing :

- Probeton : Technische Voorschriften PTV 104. Ronde draineerbuizen van beton
- Eindwerk : Studie naar de duurzaamheid van poreuze betonbuizen.
Masterproef van Tom Delvaux en Tim Vansaet, Xios Hogeschool
Limburg - Academiejaar 2007-2008
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement LIN
Afdeling Wegen en Verkeer Antwerpen
in samenwerking met Technum : Studierapport Werkgroep Riolering en drainage 2002