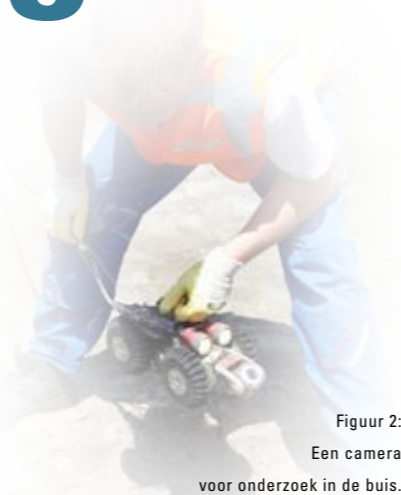


# Belang van geotechnisch onderzoek bij berekening van liners

Voor het berekenen van een liner moet vaak op enig moment een waarde gekozen worden voor de stijfheid van de bodem ter plaatse van de bestaande rioolbuis. In vrijwel alle gevallen wordt een aanname gedaan die ontleend wordt aan de grondslag die in de omgeving wordt aangetroffen. In veel gevallen wordt de aanname veiligheidsshalve naar beneden bijgesteld. Wat vervolgens onderbelicht blijft, zijn meerkosten waar deze aannames toe kunnen leiden.

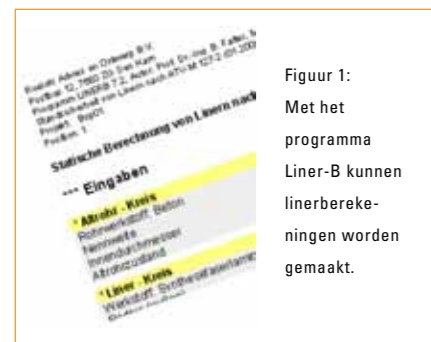


Figuur 2: Een camera voor onderzoek in de buis.

Een onderschatting van bodemparameters leidt regelmatig tot onrealistisch dikke liners en kan bovendien leiden tot een significante afname van de berging. Geotechnisch onderzoek is nodig om de bodemstijfheid eenduidig vast te stellen.

## Probleemschets

Het schadebeeld van een te relinen riool wordt vertaald naar de zogenaamde 'Altrrohrzustand'. Er worden drie klassen onderscheiden, waarbij klasse III er van uit gaat dat aan het te relinen riool geen sterkte meer mag worden ontleend. In deze situatie wordt de stabiliteit van de liner bepaald door het omliggende grondmassief. De belangrijkste kentallen daarvoor zijn de bodemstijfheid ( $E_2$ ) en de horizontale gronddrukcoëfficiënt ( $K_2$ ).



Figuur 1: Met het programma Linier-B kunnen linerberekeningen worden gemaakt.

Een lage bodemstijfheid en een overeenkomstig lage gronddrukcoëfficiënt duiden op een slappere bodem. In een dergelijke bodem moet de liner veel krachten opnemen om vervorming tegen te gaan. De slappe bodem geeft immers slechts in geringe mate tegendruk. De berekening wijst vervolgens uit dat de liner dikker moet worden. Dat is geen probleem zolang er acceptabele diktes uitkomen.

## Praktische problemen

Bij glasvezelliners is de grootste praktische maat 12 mm. Dikkere liners worden zelden gemaakt en zijn alleen uit te harden door gebruik te maken van peroxides. De grotere diktes leiden tot een zeer geringe snelheid van de UV-lampen. Deze geringe snelheid en het gebruik van peroxides vormen een reëel gevaar voor verbranding van de liner.

Bij naaldvilt zijn grotere diktes mogelijk en ook gangbaar. De grotere diktes die nodig zijn bij het gebruik van naaldvilt zijn het gevolg van de veel lagere elasticiteitsmodulus van dit materiaal. Factoren van 1,5 tot 2 keer grotere diktes zijn geen uitzondering. Dit genereert een nieuw probleem dat gelieerd is aan de aloude basisinspanning.

## Basisinspanning in het gedrang

De afgelopen decennia zijn honderden miljoenen euro's geïnvesteerd in het vergroten van de berging in het rioelstelsel. Het aanbrengen van een liner in een bestaand riool zorgt voor een onvermijdelijke verkleining van de diameter en daarmee voor een afname in berging. In veel bestekken wordt een maximale bergingsafname van tien procent als acceptabel aangehouden. Uitgaande van de gewenste berging in een gemengd stelsel van 9 mm is een afname van 10 procent toch al bijna 1 mm. In kader I wordt voorgerekend wat dit financieel betekent.

## Meer en beter onderzoek

De voorbeeldberekening maakt duidelijk dat dunnere liners vaak geschikter en beter toepasbaar zijn bij projecten. Belangrijke parameters die de dikte van de liners bepalen zijn:

- De elasticiteitsmodulus van het materiaal;
- Kwaliteit van de bestaande buis;
- De bodemstijfheid  $E_2$  en de horizontale gronddruk coëfficiënt  $K_2$ .

## Elasticiteitsmodulus van de liner

Hoe hoger de elasticiteitsmodulus van het liner materiaal des te dunner kan de liner

Groep nr.	Horizontale Gronddruk coëfficiënt $K_2$	Hoek van Inwendige wrijving $\Phi$	Elasticiteitsmodulus $E_2$ in N/mm <sup>2</sup> bij een aangegeven proctordichtheid in procenten					
			85	90	92	95	97	100
G1	0,4	35	2	6	9	16	23	40
G2	0,3	30	1,2	3	4	8	11	20
G3	0,2	25	0,8	2	3	5	8	13
G4	0,1	20	0,6	1,5	2	4	6	10

Tabel 1: Bodemgroepen en bodemparameters volgens de ATV-A 127 en Cur.

worden ontworpen. De hoogste E-modulus (langzeit E-modulus) die momenteel op de markt gebracht is, bedraagt 8.800 N/mm<sup>2</sup>. Ter vergelijking, naaldvilt heeft een E-modulus van minder dan 2.000 N/mm<sup>2</sup>. Dit pleit voor het gebruik van glasvezel in plaats van naaldvilt.

## Kwaliteit van de bestaande buis

De kwaliteit van de bestaande buis bepaalt mede de te berekenen dikte van de liner. Zo is uit de aanwezigheid van scheuren, aantasting en vervorming belangrijke informatie te halen. Deze informatie vertaalt de ontwerper van de liner naar ontwerpparameters die meegenomen worden in de berekening. De beoordeling van inspectiegegevens door een deskundige is een voorwaarde voor een goed ontwerp. Zonder recente inspectiegegevens is geen eensluitend ontwerp te maken, wat automatisch leidt tot het inbouwen van grotere veiligheids- en de daarmee gepaard gaande meerkosten. De liner wordt immers opnieuw dikker dan nodig is.

## Bodemstijfheid $E_2$

Bij de berekening van AZIII is de bodemstijfheid een van de meest bepalende parameters voor de berekening en tevens de meest onbekende. In de ATV wordt de volgende indeling voor bodemsorten aangehouden (zie tabel 1).

De bodemstijfheid ter plaatse van de bestaande buis wordt vrijwel altijd bepaald aan de hand van een inschatting. Meestal worden in de omgeving veel voorkomende bodemsorten als uitgangspunt gebruikt. Bij twijfel wordt de grondsoort bij voorkeur een klasse lager gekozen, dus G2 in plaats van G1. Het effect van de keuze van een lagere grondklasse dan in werkelijkheid aanwezig is, kost altijd geld.

De stijfheid van de grond ter plaatse van de bestaande buis is vaak groter dan de omgeving doet vermoeden. Er is namelijk vrijwel altijd sprake van een rioolbuis die al zeker meer dan 40 jaar in de grond ligt en bovendien zeer waarschijnlijk in een zandcunet is gelegd. Deze buis is jarenlang belast door verkeer met een verdere verdichting van de bodem tot gevolg. De proctordichtheid van een zandcunet bedraagt dan al snel meer dan 100 procent. In de tabel blijkt dan dat je met een hoge bodemstijfheid te maken hebt.

De bodemstijfheid is meetbaar. Bekende proeven zijn de pressiometerproef, de sondering, de boring en de deflectiemeting. Elke proef heeft zijn eigen voor- en nadelen, zowel qua prijs als qua meetresultaat. In alle gevallen geldt echter dat het resultaat van het onderzoek een betere inschatting levert van de bodemstijfheid waardoor een beter, op de werkelijke situatie afgestemd ontwerp kan worden gemaakt.

De hier beschreven problematiek komt het meest duidelijk naar voren bij grotere riolen met een ondiepe ligging. De inschatting van de bodemstijfheid is dan cruciaal. Een te lage inschatting van de bodemparameters resulteert in deze situatie in een berekening waarbij er formeel gerekend moet worden met plastisch gedrag van de bodem. Theoretisch zou dat betekenen dat de bodem sterk vervormt onder invloed van belastingen.

Theorie en werkelijkheid wijken hier echter sterk van elkaar af. In de praktijk is de kans op plastisch gedrag van het wegcunet nihil. Zeker als de buis nog intact (er mogen scheuren in zitten) en nagenoeg rond is. Immers, een buis die nu gebreken vertoont die in overeenstemming is met AZIII en die ligt in een wegcunet dat plastisch gedrag vertoont, moet allang tot omvangrijke verzakkingen hebben geleid. De oude betonbuis zal de buigende momenten die door het plastisch gedrag van de grond optreden immers niet kunnen verwerken. Als dit in de riolen nog niet geconstateerd is, is er geen noodzaak tot plastisch rekenen. Sterker nog: er ontstaat grote noodzaak tot gedegen onderzoek naar alle ontwerpparameters voor linerberekeningen en naar de geotechnische in het bijzonder.

## Conclusie

Relinen is een uitstekende techniek om de levensduur van riolen met meer dan 70 jaar te verlengen. Het ontwerp van liners is echter werk voor specialisten. Alleen zij kunnen de rioolbeheerder goed informeren. ■

\*) Auteurs zijn werkzaam als hoofd en adviseur bij kenniscluster Water, Riolerings en Ecologie van Roelofs Advies en Ontwerp.

## Voorbeeldberekening

Hantering volgende uitgangspunten:

- 200 m<sup>2</sup> verhard oppervlak per woning;
- Woningen aan 2 zijden van de weg;
- Lengte riool voor de woning 10 m;
- Door te dikke liners gaat er 1 mm berging verloren;
- Voor deze berging was een bbb gebouwd dat 1.000,- €/m<sup>3</sup> heeft gekost.

Een eenvoudige berekening leert ons het volgende:

Per strekkende meter riool is er 40m<sup>2</sup> verharding aangesloten (200 m<sup>2</sup> x 2 / 10). De equivalente waarde in m<sup>3</sup>'s bbb bedraagt dan € 40,- (40 m<sup>2</sup> x 1 mm x 1000,- €/m<sup>3</sup>). Ofwel, door te relinen met een liner die een afname in wanddikte geeft van 10% is een al geïnvesteerd bedrag gemoeid van € 40,- /m riolerings.

