

# Materiaalkeuze

## Inleiding

Wanneer men voor de beslissing staat welk materiaal voor een transportleiding zal worden toegepast is de neiging groot de keuze slechts te laten bepalen door aanschaffingskosten en legkosten.

Er zijn daarnaast echter nog een groot aantal andere kostenposten, met name: technische voorbereiding; acquisitie, notariskosten enz.; zakelijke rechten; landmeetkundig werk; grondmechanisch werk; grondbehandelings adviezen; aanpassing grond drainage; schade aan landerijen,



PROF. IR. P. L. KNOPPERT  
NV Waterwinningbedrijf  
Brabantse Biesbosch

gewassen, opstallen enz.; transportkosten buizen en materiaal; hulpmateriaal; hulpstukken en toestellen; clean-up; directievoering; onvoorzien.

Teneinde een indruk te krijgen in het aandeel dat aanschaffingskosten, legkosten en de overige bovenstaande kosten hebben in de totaal kosten van leidingaanleg wordt onderstaand een overzicht gegeven van de totaal kosten van de aanleg van leidingen van p.v.c. met een diameter van 500 mm en 600 mm en van betonleidingen met een diameter van 800 mm t/m 1800 mm. Tevens is aangegeven welk deel wordt uitgemaakt door de aanschaffingskosten en de directe legkosten. Voor de kosten opstelling gelden een aantal randvoorwaarden:

1. Prijsniveau 1 januari 1974.
2. Uitvoering in het westen van Nederland.
2. Werkdruk 5 ato.
4. Gronddekking 1,50 m.
5. Bronbemaling over de gehele lengte.
6. Voor beton buizen : fundering over 50 % van de lengte.
7. Inclusief kleine kunstwerken (slootkruisingen, kleine wegkruisingen enz.).
8. Exclusief omzetbelasting.

Uit bovenstaand overzicht kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. De materiaal- plus de legkosten bedra-

gen  $1/2$  à  $2/3$  van de totale kosten.

2. Tot aan een diameter van 1400 mm zijn de legkosten hoger dan de materiaalkosten.
3. De materiaalkosten bedragen slechts  $1/4$  à  $1/3$  van de totaal kosten en zijn derhalve niet overheersend.

Dit wil zeggen, dat een zorgvuldige afweging van *alle* criteria noodzakelijk is om te komen tot een verantwoorde materiaalkeuze.

## Factoren ter bepaling van de materiaalkeuze

In het volgende zullen de diverse factoren, die een rol spelen bij de bepaling van het leidingmateriaal worden beschouwd. Binnen het kader van mijn opdracht in deze vakantiecursus zal in hoofdzaak worden volstaan met een eenvoudige opsomming van deze factoren, soms zelfs in de vorm van een enkel trefwoord, soms voorzien van een korte opmerking.

In de lezingen die reeds gehouden zijn of nog zullen volgen worden diverse factoren nader uitgewerkt. Andere zijn reeds in vroegere vakantiecursussen behandeld.

### 1. Karakter van het te transporteren water

Van belang voor de materiaalkeuze zijn hierbij:

- a. Het chemisch karakter, waarbij vooral de agressiviteit een belangrijke rol speelt. Deze wordt in hoofdzaak bepaald door het kalkkoolzuur evenwicht, de pH, het zoutgehalte en het zuurstofgehalte. Kan dit al van invloed zijn bij het transport van drinkwater, in belangrijker mate speelt dit nog bij het transport van onbehandeld water, terwijl zeker op belangrijke agressiviteit kan worden gerekend indien gedemineraliseerd water moet worden getransporteerd.
- b. Het fysisch karakter. Hierbij gaat het vooral om de temperatuur, die de viscositeit beïnvloedt en mede een rol speelt bij de agressiviteit. Varieert de temperatuur van oppervlaktewater normaal tussen ca. 1 en 20 graden C, bij grondwater ligt deze vrij constant op 10 - 12 °C, terwijl bij demiwater de temperatuur, afhankelijk van het toegepaste zuiveringsproces, kan oplopen van 35 - 40 °C.

materiaal	p.v.c.		beton					
	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
diameter mm	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
totaal kosten in guldens/m	430	470	750	860	1020	1130	1320	1520
aanschaffingskosten in %	14	18	26	27	30	32	35	35
legkosten in %	39	36	36	35	33	31	29	30
totaal materiaal en legkosten in %	53	54	62	62	63	63	64	65

Door het toepassen van speciale coatings is het soms mogelijk om in verband met het chemisch en fysisch karakter van het te transporteren water minder geschikte materialen toch toe te passen.

## 2. Druk van het te transporteren water

- Hoogte van proef- en werkdruk.
- Drukstoten. Indien er kans op vacuümvorming in hoog gelegen punten van de leiding bestaat zal bij een betonleiding opgelet dienen te worden of er geen afspringen van betonschillen kan optreden.
- Wandruwheid. Verschillen hierin zullen tot verschillen in de begindruk leiden en tot verschillen in de benodigde transportenergie.

## 3. Het chemische karakter van de bodem

Het zijn hier voornamelijk drie factoren die bij de materiaalkeuze in beschouwing moeten worden genomen.

- De kalkagressiviteit.
- De zuurgraad.
- De sulfaatreductie.

Door oppervlaktebehandeling kan een min of meer efficiënte bescherming van het buismateriaal plaats vinden. Zo kunnen betonbuizen uitwendig met bitumen worden bestreken, stalen buizen worden geasfalteerd of van een kunststof coating voorzien, terwijl gietijzeren buizen door middel van zgn. sleeves kunnen worden beschermd. Kunststof buizen hebben geen extra bescherming nodig.

## 4. Opbouw en stabiliteit van de bodem (Vervormingseigenschappen)

Hoewel vanuit het stabiliteitskarakter van de bodem in principe alle materialen zijn te gebruiken kunnen een aantal facetten invloed uitoefenen op de materiaalkeuze.

- De zwaarte van de buis, indien in slap terrein wordt gewerkt. Niet alleen zullen de legkosten toenemen met het gewicht van de buis, maar ook de transportkosten nemen hier belangrijk toe naar mate de buizen zwaarder zijn.
- De kans op opdrijven van de leiding wanneer deze leeg is. Hoe slapper het terrein, des te hoger is meestal de grondwaterstand en des te groter de opdrijvende kracht en des te geringer de weerstand van de bodem tegen opdrijven.
- De noodzaak tot funderen van de leiding. Een betrekkelijk lichte, doorgelaste stalen buis zal praktisch nooit gefundeerd behoeven te worden, terwijl een zware gelede betonleiding in slap terrein al gauw gefundeerd zal moeten worden. In dit geval zal tevens moeten

worden gezien of er de noodzaak bestaat tot het opnemen in de fundering van dwarskrachten.

- Het gedrag van de grond tijdens het leggen. Ook hier zijn in slap terrein beduidend grotere moeilijkheden te verwachten dan in stevig terrein. In slap terrein zal een zo kort mogelijke bouwput meestal aanbevelenswaardig zijn. Afdamming kan noodzakelijk zijn en bij gelede leidingen is het gevaar van uitdrijven van de laatst gelegde buizen tijdens grondaanvulling niet denkbeeldig.

## 5. Bestemming en configuratie van het terrein

Ook planologische factoren mogen bij de materiaalkeuze niet buiten beschouwing worden gelaten. De invloed is in hoofdzaak indirect. Immers bestemming en configuratie van het terrein vormen een hoofdgegeven voor de tracébeplanning en de vorm van het tracé kan mede van invloed zijn bij de keuze van het leidingmateriaal. De volgende meer gedetailleerde opmerkingen kunnen worden gemaakt:

- Landelijk tracé. Hierin zullen betrekkelijk weinig bochten voorkomen. Het toepassen van een gelede leiding met snaarverbindingen ondervindt dan geen enkel probleem.
- Stedelijk tracé, of tracé met veel bebouwde terreinen of andere hindernissen. Het gevolg zal zijn, dat veel bochten voorkomen. Het toepassen van een gelede leiding zal veel bochtversterkingen met zich meebrengen terwijl de kans op uitwerken van de verbindingen toch nog aanwezig blijft. Bij een doorgelaste leiding zijn deze bezwaren niet aanwezig.
- De aanwezigheid van veel kruisingen met sloten, kanalen, wegen, dijken enz. kan een rol spelen. Het is in veel gevallen aangewezen deze kruisingen in staal uit te voeren en de frequente overgang op ander materiaal is dan weinig zinvol.
- Loopt het tracé evenwijdig aan hoogspanningsleiding of spoorweg, dan moet op de aanwezigheid van zwerfstromen worden gerekend en op het gevaar van zwerfstroom corrosie.
- Om verschillende redenen kan een grote gronddekking gewenst zijn. Bijv. in verband met het gebruik van de grond (boomkwekerijen, tuinderijen) of het ongestoord laten doorlopen van drainages. De grotere benodigde stijfheid van de leiding kan dan bepalend worden voor de materiaalkeuze.

## 6. Kans op mechanische beschadiging

Mechanische beschadiging van de buisleiding kan diverse oorzaken hebben en van verschillende aard zijn.

- Verkeersbelastingen kunnen het uitwerken van gelede leidingen tot gevolg hebben. Dit kan eveneens worden veroorzaakt door trillingen als gevolg van in de naaste omgeving plaatsvindend heiwerk. Een en ander kan er de oorzaak van zijn, dat een ongelede leiding te verkiezen is boven een gelede.
- De kans op veelvuldig graafwerk op of nabij de leiding kan een nadeel betekenen voor staal i.v.m. de mogelijkheid tot beschadiging van de asfaltering.
- Indien de leiding in een leidingstraat is opgenomen moet rekening worden gehouden met de kans op breuk van een andere leiding en met e.v. kathodische bescherming van andere leidingen die sterk versnelde corrosie van de eigen leiding zou kunnen veroorzaken indien het materiaal daar aanleiding toe geeft.

## 7. Leidingdiameter

In het algemeen kan worden gesteld, dat de materialen gietijzer, staal en asbestcement weinig beperkingen hebben t.a.v. de grootte van de buisdiameter. Beton en kunststof hebben dit in hogere mate.

Zo komt beton voor drukleidingen met een kleinere inwendige diameter dan 600 mm nauwelijks in aanmerking, terwijl kunststof voor ondergrondse drukleidingen van grote diameter (boven 600 à 800 mm) in de praktijk niet of hoogst sporadisch wordt toegepast.

Afgezien hiervan zal de leidingdiameter een rol spelen bij de materiaalkeuze voor zover de stijfheid van de buis van belang is, het al dan niet toelaatbaar zijn van ovalisatie (bij gelede dunwandige buizen kunnen t.g.v. ovalisatie afdichtingsproblemen optreden) en voor zover de noodzaak tot het opnemen van dwarskrachten optreedt.

## 8. Aantal aftakkingen en hulpstukken

Bij sommige materialen zal het zelf vervaardigen van hulpstukken en aftakkingen betrekkelijk eenvoudig zijn, bijv. bij staal. Bij andere materialen is dit moeilijker, bij sommige is het zelfs praktisch onmogelijk, bijv. bij voorgespannen beton. In dit laatste geval zal er zekerheid moeten bestaan, dat er steeds voldoende hulpstukken verkrijgbaar zijn, ook na lange tijd. Is dit niet het geval, dan zal een belangrijke eigen voorraad moeten worden aangehouden.

Tenslotte speelt hierbij ook een rol of verwacht mag worden, dat er aan de leiding — eenmaal gelegd — nauwelijks meer een verandering zal komen, dan wel of de kans bestaat, dat er in de toekomst op de leiding veel aansluitingen zullen komen of dat er veel aanpassingen verwacht kunnen worden.

### 9. *Bedrijfszekerheid; onderhoud en herstel*

Hoe hogere eisen aan bedrijfsveiligheid worden gesteld, hoe minder onderhoud en herstel worden gewenst, des te kostbaarder zal in het algemeen de leiding worden.

Zo kan een doorgelaste dikwandige stalen leiding van niet te grote diameter met gesinterde kunststofbekleding als zeer bedrijfszeker worden beschouwd en zal deze weinig of geen onderhoud vragen.

De investeringskosten zullen echter bepaald hoog zijn. In de praktijk zullen dit soort leidingen dan ook gebruikt worden voor het transport van gevaarlijke of kostbare stoffen (chemicaliën, olie, gas). Ten aanzien van de waardering van bedrijfszekerheid, onderhoud en herstel bij de materiaalkeuze spelen meerdere factoren een rol.

De belangrijkste zijn:

- a. De aanvaardbaarheid de leiding buiten dienst te hebben en gedurende welke periode.
- b. De toegankelijkheid van de leiding. Een leiding in een weiland is beduidend beter toegankelijk dan een leiding die onder kassen in een tuinderij ligt. Zinkers kunnen als praktisch ontoegankelijk worden beschouwd. Slechts in uitzonderingsgevallen zal het mogelijk zijn hier herstel-werkzaamheden aan te verrichten.
- c. De bodemgesteldheid. Naarmate deze slechter is — slapper met hoge grondwaterstanden — zullen eventuele herstelwerken moeilijker, langduriger en kostbaarder worden, mede door de hulpwerken die in zulke gevallen meestal moeten worden uitgevoerd.
- d. De kansen op ongelijkmatige terreinzettingen. Vooral in opgehoogde terreinen moet hier naar worden gekeken. Bij het toepassen van gelede leidingen zullen zettingsverschillen spoedig tot uitwerken van de verbindingen leiden, tenzij deze een grote trekvastheid hebben. Ononderbroken leidingen zullen in dit geval echter de grootste veiligheid bieden.
- e. De nabijheid van andere leidingen. Herstelwerk aan de eigen leiding kan hierdoor worden belemmerd of/en extra kostbaar worden gemaakt. Ook bestaat de kans dat bij beschadiging van resp. herstelwerken aan een andere leiding de eigen leiding schade oploopt. Ook hiervoor zal het ene materiaal gevoeliger zijn dan het andere.

### 10. *Materiaalprijs*

In dit overzicht de tiende en laatste faktor. Financieel gezien meestal voor beduidend meer dan 10 % van invloed. Hiervoor kan echter weer teruggewezen worden op het gestelde in de inleiding.

