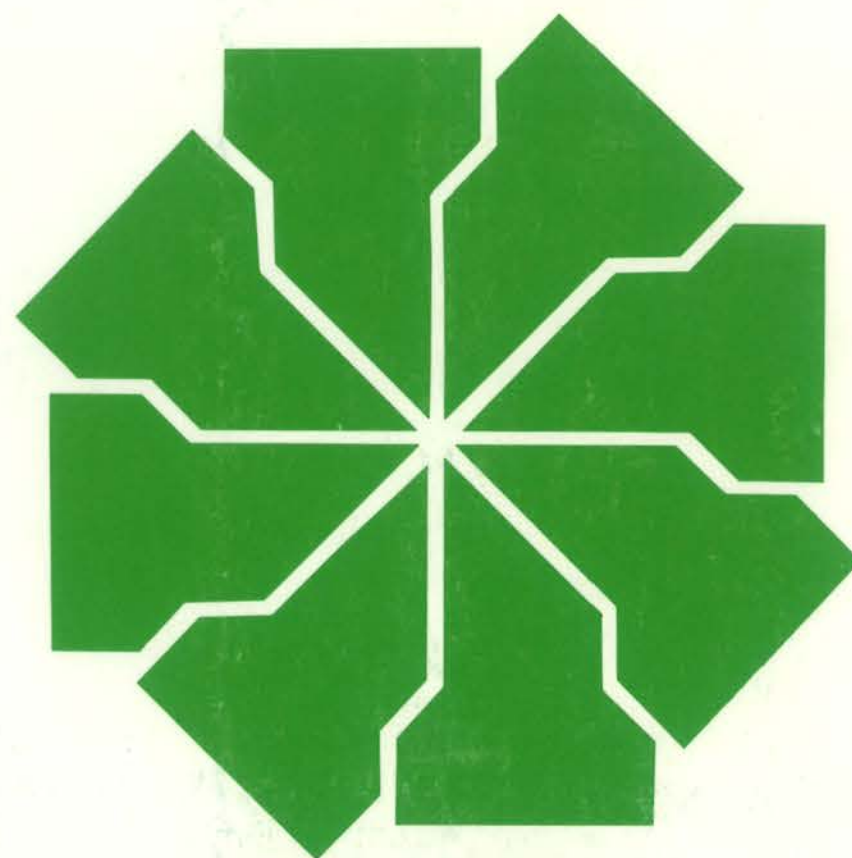


Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden



Verleden, heden en toekomst van rioleringen en hun functie in de kringloop van het water

Stel dat u iets zou willen weten over rioleringen. Over hoe ze zijn ontstaan, over het functioneren of over maatschappelijke aspecten ervan. Waar vindt u dan een boek of een naslagwerk? Nergens. Zeker, er bestaan tal van wetenschappelijke en technische werken, documenten, rapporten en collegedictaten, maar wat kan een gewoon mens met thesen, formules, berekeningen en conclusies?

Dat er bij uitgeverij noch boekhandel iets te vinden is dat handelt over het gigantische ondergrondse stelsel van buizen en putten vindt wellicht zijn oorzaak in de omstandigheid dat het tot voor kort niet erg "in" was om over riolen te spreken. Wie wil er nu praten over viezigheid?

Maar onze moderne samenleving komt steeds meer en steeds vaker in conflict met de wereld om ons heen. Met de natuur. Met ons leefmilieu. Daarbij gaat het vooral om onze bodem in samenhang met de onvoorstelbare hoeveelheden afval die wij produceren.

Die samenhang verklaart een sterk toegenomen belangstelling voor rioolstelsels. Zij moeten het veilig transport van industrieel en huishoudelijk afvalwater door onze bodem garanderen. Plus dat van een groot deel van het regenwater, dat tot veler verbazing gekwalificeerd wordt als "water van de meest vervuilde soort".

Al dat afvalwater moet ooit weer drinkwater worden. Om dat te bewerkstelligen moet het worden ingezameld en vervolgens worden getransporteerd naar installaties waar het gezuiverd wordt. Daartoe beschikken wij over 68.000 km riool. Vandaar dit boek.

16 APR. 1992

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden



ADDENDA /ERRATUM

De ontwikkelingen met betrekking tot rioleringen gaan snel. Tijdens de productie van dit boekje kwam een nieuwe norm tot stand. NEN 7126: ronde buizen van ongewapend, gewapend en staalvezelbeton en vlakke voetbuizen van ongewapend beton; eisen en beproevingsmethoden. Met deze norm komen de genoemde normen N 70, N 71, NEN 7025 en NEN 3261 te vervallen. Overigens geldt voor rubberringen voor verbindingen in drinkwater- en afvalwaterleidingen NEN 7103. Een omissie. Tenslotte de illustratie op pagina 18: ten onrechte is vermeld dat het hierbij gaat om een persleiding. Het betreft een overstortriool in de gemeente Swalmen.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Verleden, heden en toekomst van rioleringen en hun functie in de kringloop van het water

VERENIGING VAN PRODUCENTEN VAN BETONLEIDINGSSYSTEMEN VPB

Hoofdstuk 1: Het verleden	pag.	9
– Regenwaterafvoer		9
– Etymologie		10
– De eerste rioolbuizen		10
– Cloaca Maxima		10
– West-Europa, het avondland		11
– De middeleeuwse stad		11
– Een met stofwolken en pestdampen bezwangerde ruimte		12
– Het industriële tijdperk		12
– Abominabele hygiëne		13
– Volksgezondheid		13
– De negentiende eeuw		14
– Lessen uit het buitenland		15
– Geen water om mee te spoelen		15
– "Uitvindingen"		16
Hoofdstuk 2: De hedendaagse riolen		19
– De huisaansluitingen		19
– De straatriolen		19
– Rioolstelsels		19
– Gemengde stelsels		20
– Overstortingen bij gemengde stelsels		21
– Overstortingsfrequentie		21
– Berging		21
– Gescheiden stelsels		22
– Putten		23
– Steeds grotere leidingen		23
– Zaagtandprincipe		24
– Vrij verval, persleidingen, drukgolven		24
– Het ontwerpen van rioolstelsels		24
– De makers van buizen en putten worden ingeschakeld		25
– Grond in de grond		26
– De puttenstaat		26
– De fabricage van putten		26
– De fabricage van buizen		27
– Wapening		30
– Modern beton		30
– Verbindingen		30
– Uniformiteit		31
– Certificering		31
– De aanleg van rioleringen		32
– Bijzondere rioolsystemen		33
– Onze bodem		33
– Hoog-Nederland		34

ave:	– Laag-Nederland	34
	– Grote verscheidenheid	35
	– Weinig reliëf	35
	– Een kunstmatig land	35
	– Onvoorspelbare acties	35
	– Correlatie	36
	– Een interessante constatering	36
	– Conclusie	36
	Hoofdstuk 3: De eeuwige kringloop van het water	39
	– Die andere kringloop: via het riool	39
	– Menselijke scheidslijnen in de kringloop	40
	– Water van de meest vervuilde soort	41
	– Een enorme klus	41
	– Te klein, te oud	41
	– Geen "kosmetisch" item	42
	– Kwantiteit boven kwaliteit	42
	– De stelsels groeien	42
	– Het beeld op de monitor	43
	– De levensduur van rioleringen	44
	– De economische levensduur	44
	– De technische levensduur	44
	– Miljarden guldens	45
	– Wie zal dat betalen?	45
	– Rioolrecht	45
	– Nutsbedrijven	45
	– Beheerplannen	46
	– Inventarisatie	46
	– Schadecatalogus	47
	– Integraal waterbeheer	47
	Lijst van afkortingen	48
	Overzicht normen voor buizen en putten	49
	Wetgeving	50
	Literatuuroverzicht	51
	Colofon	52

Ofschoon een even logische als stelselmatige opbouw van dit boek uitgangspunt is geweest ontkomt men niet aan verwijzingen. Die zijn zo eenvoudig mogelijk gehouden en refereren aan de hoofdstuknummers (1, 2 en 3) en soms tevens aan de sub-indeling volgens de inhoudsopgave op de voorgaande pagina's.

an de weg naar Rome. Veel ouder. Ze werden al toegepast in
n Mesopotamië, dertienhonderd jaar voor onze jaartelling. In het
Ninurta en in Chorsobad. Die riolen tonen voor het overige een
enis met de riolen die in de vorige eeuw in de grote steden werden
le boogconstructies, inwendig bestreken met een soort teer.

n de riolen strekt zich dus uit over meer dan 3400 jaar en de
in zekere zin gelijke tred met de voortschrijdende civilisatie.
treken, in West-Europa, hebben we er zo'n veertienhonderd jaar
tot de negentiende eeuw, een potje van gemaakt.

ge geschiedenis niet zo verwonderlijk. De mens moet zijn
val kwijt en liefst zo ver mogelijk van zijn tijdelijke (nomaden) of
laats. De afvoer van die viezigheid via kanalen (lees voor kanalen:
ucties), zoals dat nu ook gebeurt, was slechts één van de methoden
eid toepaste.

ndere manieren. Bijvoorbeeld in beschavingen die allerhande
oekenden aan wat de mens verliet en die daarom het
amelden. In tempels, zoals in het oude India, de Avaskara
ie)vaten, zoals in Egypte. In andere culturen werden faecaliën als
f er werden, zoals in China, bouwstoffen van gemaakt door ze te
te klei. Zo ontstonden bouwsteenachtige tabletten. Er werd
l in deze "tafo's".

dier werd soms ook gebruikt voor het looien van huiden. Een
e toepassingen dus: religieuze, landbouwtechnische,
chemische.

onomium (XXIII v 12, 13) krijgt het Joodse volk instructies: "Gij
hebben buiten het leger en daarhene zult gij uitgaan naar buiten.
opje hebben, nevens uw gereedschap, en het zal geschieden dat als
iebt, dan zult gij daarmee graven, en u omkeren, en bedekken wat
" De Joden volgden dus de gewoonte van vleesetende dieren.

lie ene methode, die van de afvoer van viezigheid via kanalen
otamië en later in Griekenland en in het Romeinse rijk toepassing
ijd met het oplossen van een ander probleem, de afvoer van
ebouwde gebieden dringt dat regenwater naar gelang de structuur
zaam of snel in de grond of het wordt afgevoerd via bergstromen,



*De gestapelde boogconstructies in het paleis van
Tukulti-Ninurta in Mesopotamië*

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

In de bebouwde omgeving, bij tempels en in steden, gaf dat hemelwater de nodige overlast en men bedacht dus methoden om het af te voeren naar het oppervlaktewater. Zo ontstonden de kanalen, de, merendeels ondergrondse, buisvormige constructies. Toen die er eenmaal waren, lag het gebruik ervan voor de afvoer van menselijk en ook huishoudelijk afval voor de hand.

Ook de stelsels die in de negentiende eeuw werden aangelegd, waren in oorsprong bedoeld voor de afvoer van hemelwater en pas in een later stadium werden zij "riolen".

Etymologie

In het middelnederlands, dat is de verzameling van dialecten die in de middeleeuwen werden gesproken, komt het woord "riole" al voor. Het is afgeleid van het middeleeuws latijn: rivulus, rivulus, riolus (beekje), verkleiningsvormen van rivus (beek, kanaal voor irrigatie of afvoer).

De eerste rioolbuizen

De Grieken komt de eer toe voor het eerst buizen voor regenwaterafvoer en voor rioleringsdoeleinden te hebben toegepast. Het ging hierbij om buizen die uit twee helften bestonden: een onderschaal en een bovenschaal. Ze waren gemaakt van terracotta, een soort onverglaasde, hard gebakken, door veldspaat ontvette pottenbakkersklei. De helften werden door zes loden verbindingstukken waterdicht verbonden. De Grieken schroomden niet verhoudingsgewijs grote afvoerkanalen te bouwen. Het stelsel kende op sommige lokaties diameters tot 70 centimeter en men overkluisde een beek ter breedte van maar liefst vier meter.

Overigens was een politieverordening (ja, ja, toen ook al; er is werkelijk niets nieuws onder de zon!), die de Atheners verbood afval en vuil op straat te werpen, mede aanleiding voor de verdere aanleg van de stelsels.

Opmerkelijk is ook dat de samengestelde terracotta buizen een vorm van mof- en spieverbinding kenden. Zo'n verbinding berust op het principe van het in elkaar schuiven van buizen waarbij het in dit geval rechte einde van de ene buis wordt geplaatst in een overkragend deel van de andere. Die techniek wordt, zij het verfijnd, nog steeds toegepast. De eerste betonnen rioolbuizen bestonden overigens ook uit twee helften, net als de Griekse, maar dan is de wereld zo'n tweeëntwintighonderd jaar ouder.

Cloaca Maxima

Heel bekend is de Cloaca Maxima, het grote afvoerkanaal van Rome, oorspronkelijk gebouwd voor regenwaterafvoer, later ook weer voor rioleringsdoeleinden benut. Met de bouw ervan werd begonnen onder Tarquinius de Oude en hij werd voltooid onder Tarquinius Superbus (Ve eeuw v. Chr.). In het latere keizerrijk werd de Cloaca verder



*nude culturen een welhaast
rak. Getuige bijvoorbeeld de
riolen in Griekenland, het land
van de eerste buisconstructies voor
toegepast.*

aal liep van het Argiletum onder het Forum naar de Tiber en het Forum boarium, niet ver van de Aemiliusbrug (Ponte Rotto). Het stopt op een booggewelf, bestaande uit drie rijen gewelfstenen, die op elkaar rusten.

De meeste gedeelten ervan bestaan nog steeds en functioneerden nog tot de 19e eeuw. De afmetingen: vier tot vijf meter breed en een hoogte van ongeveer drieëneenhalve meter. Voor een groot deel ligt de riool onder het rivierpeil, zodat men de rivier kon benutten voor het doorspoelen van het riool.

De Romeinse rijk stonden onder toezicht van de Curatores Cloacorum (sic) hieven, Cloacarium.

De Romeinse

De Romeinse steden als voorbeeld introduceerden de Romeinen de riolering. Getuige opgravingen in onder meer Parijs, Trier, en andere plaatsen, mag aannemen dat alle Romeinse nederzettingen, legerkampen (castra), villae en castella, vormen van riolering hebben gekend.

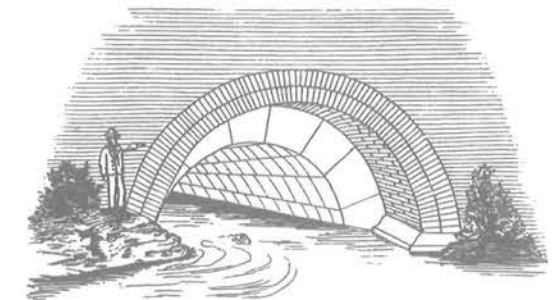
De Romeinse rijk ten onder gaat, verliest de beschaving zich in twisten en verval. De riolering wordt vernietigd. Hygiëne maakt dan plaats voor vervuiling, zoals de middeleeuwse stad onmiskenbaar aantoonen.

De middeleeuwse

Wanneer steden tot ontwikkeling komen, dan gebeurt dat zelden met een cirkel- of schaakbordpatroon zijn uitzonderingen die de middeleeuwse stad ontstond als regel aan de lopen of vieren, aan zee of op de grondvesten van Romeinse steden. Het was voor geografisch doorgaans dezelfde uitgangspunten golden. Het was het belang van het transport te water, dat tot de vorige eeuw het vervoer over de weg.

Bij de middeleeuwse stad nog sprake van arealen binnen de stad. De landbouw en veeteelt werden benut. De aanwezigheid van deze arealen verklaart waarom vuilafvoer pas een probleem voor de middeleeuwse stad in een huizenmassa veranderde.

In de middeleeuwse stad waren de straten smal. Zes meter was een breedte dat was een boulevard! Want de meeste straten maten niet meer aan hebben we het nog niet over sloppen en stegen. Een paar voorbeelden: de Saint Denis in Parijs (voorwaar geen onbekende straat); de hoofdstraat van Avignon, Magna Carreria genoemd, soms met een breedte van drieëneenhalve meter; Steep Hill in Lincoln: net breed



De monding van de Cloaca Maxima in de Tiber. Die monding lag onder het gemiddelde rivierpeil wat de Romeinen in staat stelde het rioolsysteem met behulp van rivierzand bij tijd en wijle door te spoelen.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

genoeg voor twee elkaar passerende voetgangers. Geen wonder dat een edelman, zo vertelt ons de geschiedschrijver Sachetti, te paard door de middeleeuwse stad gaande, zijn voeten uit de stijgbeugels haalde en naar voren stak om zijn laarzen te poetsen aan de voorbijgangers.

Geplaveide straten komen niet voor of men moest naar een van de "moderne" steden gaan: Londen, Brugge, Gent, Florence. Maar langer dan een halve kilometer zijn die geplaveide wegen niet.

"Een met stofwolken en pestdampen bezwangerde ruimte..."

De straten waren van zand, leem, klei, löss of combinaties daarvan en aangevuld met wat de middeleeuwse mens liever kwijt dan rijk was. Dat was zo het één en ander! Dode ratten en karkassen van geslachte dieren, hun ingewanden en verdere onbruikbare delen; het waswater, de inhoud van de nachtspiegel en van het "sekreet". Geen wonder dat een middeleeuws dichter de straat beschreef als "een met stofwolken en pestdampen bezwangerde ruimte..."

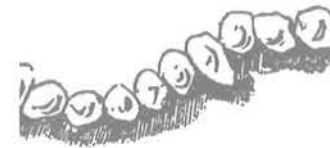
Door de straten heen draafden paarden, trokken ossen hun karren, speelden kinderen, prezen kooplieden hun waren aan. Bij elke beweging zwermen vliegen en muggen tot razernij brengend.

Om aan die toestand een einde te maken werden er tal van geboden en verboden uitgevaardigd. Keuren, zogezegd. Zoals die voor het graven van een goot in het midden van de straat zodat het hemelwater het zich daarin verzameld vuil kon afvoeren naar gindse gracht of gene rivier. Of het verbod de nachtspiegel te ledigen vanuit de vensters, wat gebruikelijk was. Of, wij citeren: "op straat te pissen, te zijken, zijn 'mes' te maken of wel 'zijn's gevoegh' te doen". Hoewel, in Parijs werd dat juist gestimuleerd bij gebrek aan al dan niet openbare toiletten.

Het industriële tijdperk

Als in de achttiende eeuw het industriële tijdperk zich aankondigt, is de situatie nog maar nauwelijks verbeterd. Zeker, er zijn meer en meer straten geplaveid en er is een stelsel van goten aangelegd om het hemelwater af te voeren. Van dat stelsel maken de bewoners van de stad dankbaar gebruik om er hun vuil in te lozen. In een aantal gevallen worden de goten verbreed en vooral verdiept en afgedekt met planken, die snel wegrotten. De geboorte van ons hedendaags riool. Pas in een veel later stadium gaat men voor het afdekken van de goten in plaats van planken natuurstenen of (giet)ijzeren platen gebruiken.

De opkomst van de industrie door vooral de introductie van de stoommachine veroorzaakt een trek van het platteland naar de steden. Daar zijn de fabrieken, daar is werk. Maar met de woongelegenheid is het droevig gesteld. De steden breiden zich wel uit, doch de bekende arbeiderswijken laten nog zo'n honderd jaar op zich wachten. Zo ontstaat het sloppenproletariaat. De éénkamerwoning, te delen met acht, twaalf, ja soms vijftien mensen.

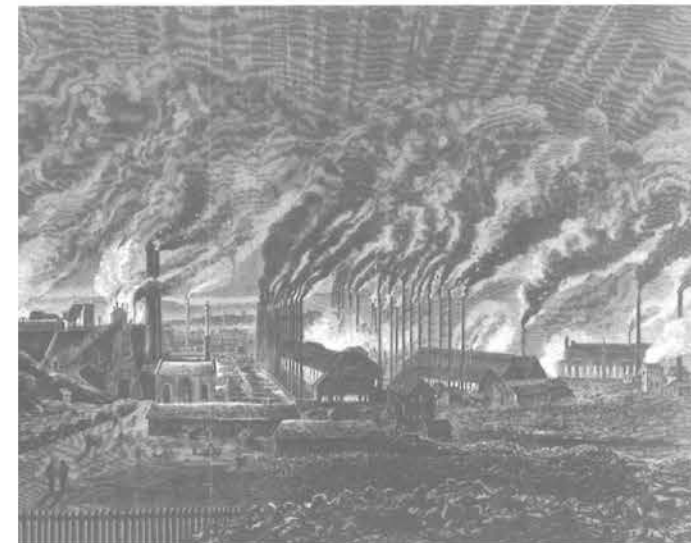


*'leeuwen de eerste vormen
'aan, wordt het wegdek in het
n een soort gootconstructie.
ranse steden treft men
g aan.*

ne

ond hiervan een beeld vormen van de abominabele hygiënische
n het eind van de achttiende en in de negentiende eeuw. Geen
nend water, slechts een ton en een emmer staan de gezinnen ter
wonder dat epidemieën elkaar in snel tempo opvolgen. Vooral de
delijk zijn tol: doden worden met tienduizenden geteld.

el overal dezelfde: in Amsterdam zo goed (beter kan men zeggen:
nden, in Delft zo goed als in Hamburg. Opmerkelijk is dat de
ndeel van de steden pas in de tweede helft van de negentiende
schoorvoetend de eerste riolen worden aangelegd.



De industriële revolutie bracht weliswaar een grote technologische ontwikkeling teweeg, maar met de volksgezondheid bleef het droevig gesteld. En wat te denken van de aanzienlijke luchtverontreiniging waarover in die tijd ook al alarmerende rapporten verschenen?

ijk lang geduurd vooraleer de medische wetenschap verbanden
nhoping van vuil c.q. het niet adequaat afvoeren ervan en de
bevolking bij herhaling teisteren. Ook koppelt men dan de veel
heidssituatie in oude culturen niet aan de aanwezigheid van riolen.

an de achttiende en vooral in het begin van de negentiende eeuw
vervuiling in algemene zin een slechte basis is voor een goede
Men gaat van lieverlee over tot preventief geneeskundige
de voorzorgen tegen besmetting (profylaxe), ontsmetting
el later, tot inenting (vaccinatie).

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Maar sociaal-hygiënische maatregelen, waaronder de aanleg van riolen en de distributie van drinkwater, liggen evenzeer aan de basis van een zich verbeterende volksgezondheid. Maar daar wordt nog niet of maar in kleine kring over gedacht...

De negentiende eeuw

Een willekeurig jaar in de tweede helft van de negentiende eeuw: 1871. Van rioolstelsels is in Nederland nog maar in zeer beperkte mate sprake. Veelal gaat het dan om al dan niet overkluisde goten en kanalen voor regenwaterafvoer, waarop ook huishoudelijk en ook industrieel afval (slachterijen, looierijen) wordt geloosd.

De meeste huizen beschikten over een beerput, gemetseld of gestapeld. Aan de totstandkoming ervan lagen zogenaamde keuren ten grondslag, overheidsdecreten die zowel de aanwezigheid van dergelijke putten als wel het regelmatig legen ervan regelden. Als in de loop van de negentiende eeuw het toezicht op het naleven van de voorschriften verslapt, maken de mensen verbindingen tussen de beerputten en de kanalen voor regenwaterafvoer en, voor zover aanwezig, de riolen.

Behalve de beerputten waren er vanzelfsprekend de tonnen, die wekelijks maar soms ook frequenter moesten worden geleegd. Illegale of legale aansluiting, beerput of ton, alle vuil kwam terecht in stadsgrachten en sloten, in beken en rivieren. Als er sprake was van stilstaand water, gaf dat een enorme stankoverlast. Een citaat:

”Dit alles maakt dat het water van onze rivieren, grachten en vaarten den naam van water niet meer verdient; de kleur wijst dit trouwens voldoende uit. De ophooping dezer stoffen veroorzaakt bovendien, dat zij (de oppervlaktewateren, red.) door baggering op hare diepte gehouden moet worden, hetgeen lastig en kostbaar is. Doch bovenal veroorzaakt de ontbinding dier stoffen het opstijgen van voor de gezondheid hoogst nadeelige gassen (zwavelwaterstof, ammonia enz.) die, gelijk een ieder kan zien, uit de grachten opborrelen en die voortdurend door het met die gassen verzadigde water afgegeven worden, terwijl zij, voor zoo verre zij in riolen opstijgen of zich daar ontwikkelen, door tusschenkomst der zinkputten en privaten in de straten en huizen zelven ontsnappen. De minste roering brengt vermeerdering van verspeiding dier gassen voort; om zich hiervan te overtuigen make men gedurende en na een regenbui een wandeling...(..)”.

Geen wonder dan ook dat alle verf zwart werd als gevolg van een chemische reactie van het zich daarin bevindende loodwit met zwavelwaterstof (iedereen herinnert zich de geur ervan: die van rotte eieren; vrijwel altijd werd in een van de eerste scheikundelessen zwavelwaterstof geproduceerd), terwijl er ook talloze klachten waren over het ”aanslaan” van zilver en koper.

*a 15: De bouw van riolen ter
ertje The Fleet in Londen.
ties vormden de bouwkundige
ring in de negentiende eeuw
antal Europese steden nog*

erland

s over hoe het moet zijn. Gemetselde riolen, bestaande uit hoofd- en zij- of wel spruitriolen. Men buigt zich het hoofd over men stelt tabellen op, die uitgaan van "een degelijk verval". Voor helling waaronder een riool is geconstrueerd zodat het water naar laag.

lijke studies zeker gekeken hebben naar wat in Londen, Parijs of le. Daar waren ingenieurs van naam en reputatie doende met de sels. Namen als J. W. Bazalgette (Londen) en baron G. E. zijn voor altijd met de aanleg van rioolstelsels verbonden. Het ingenieurs -de Engelsen hadden terecht de reputatie de meest eringsgebied te zijn- die het rioolstelsel van Hamburg ontwierpen 843 de stad nagenoeg geheel verwoestte.

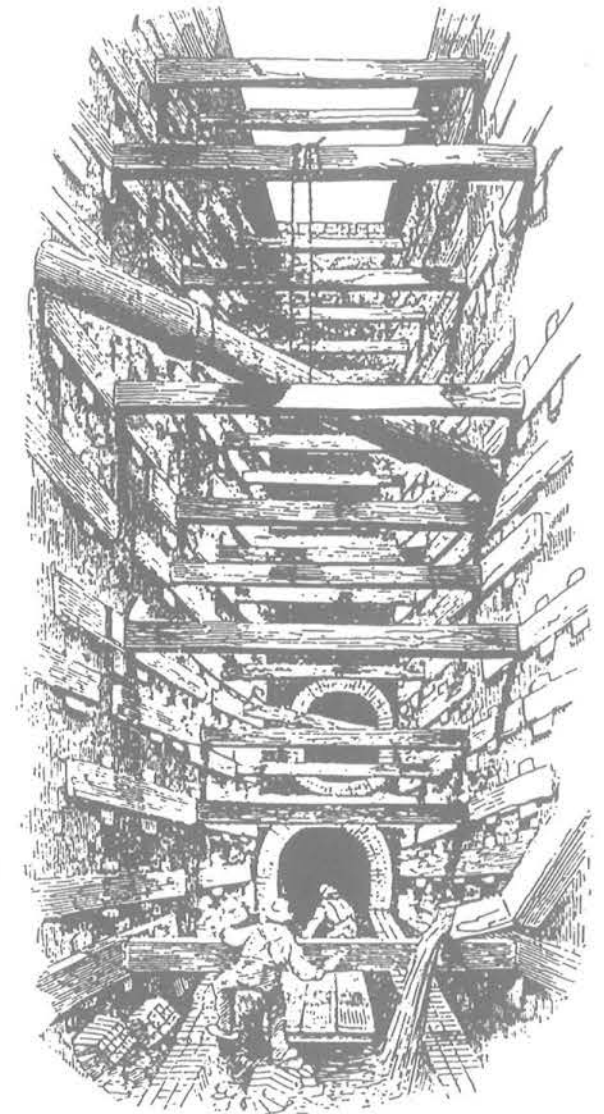
blijft men in hoofdzaak bij beerputten en tonnen. De reden udingsgewijs late introductie in ons land van het watercloset en et type dat voorzien is van een zwanehals waarbij een waterslot ngeert.

oelen

erland zijn in 1871, ons willekeurig gekozen jaartal, nog van het n dat de mens produceert eenvoudigweg naar beneden valt, van water. Een deksel sluit het privaat zo goed mogelijk af. Wat omt via een zogenaamde standpijp in de beerput terecht of, in en, in het riool. Die standpijp fungeerde tevens zozeer als n ertoe overgingen hem boven het dak te laten uitmonden.

reden dat faecaliën niet met water werden gemengd, konden r eigenlijk niet functioneren. Schrobwater en water waarmee e men in goot of gracht. Ergo bleef men bij de beerput die met s werd geleegd. In enkele grote steden geschiedde dat legen langs oor gebruik te maken van een zuig- en perspomp of langs net behulp van luchtdruk. Er verscheen dan op gezette tijden een le straat.

gen heel wat discussies plaats welk beerputsysteem nu het beste i of dat van Liernur. En wat betreft het ledigen van de tonnen met (fosses mobiles) was het van hetzelfde laken een pak: de keuze osselman (of all names, red.), Eichhorn, Röder of Thorwith.



"Uitvindingen"

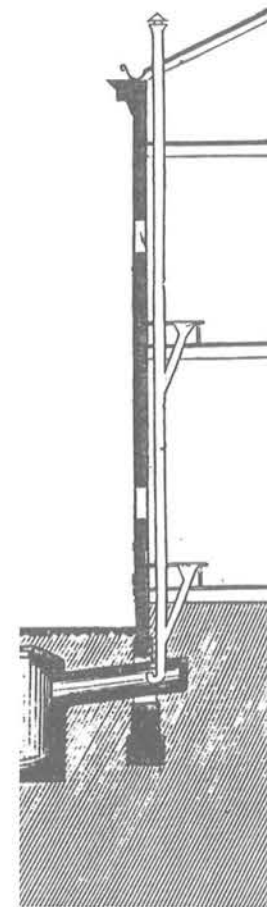
Omdat rioleringen uitbleven, bedacht men tal van andere systemen. De gietijzeren bak van Macfarlane bijvoorbeeld, die door vuilnismannen zou moeten worden "leeggeschraapt". Of de draaitafel van Taylor waarbij alles wat de mens verliet op een plateau terecht kwam dat bij elk bezoek aan het privaat via een hefboomstelsel met de deur een slag draaide.

Men bedacht de vreemdste constructies en oplossingen. Uitdroging van de inhoud van de beerput; de toepassing van gedroogd zeegras in combinatie met zwavelzuur; het gebruik van "Saksische guano" die voor een soort van droge destillatie moest zorgen, en buizenstelsels waar met behulp van waterdruk het menselijk vuil zou worden weggespoeld. Maar de heer Moule had een andere oplossing: het aardcloset, dat, zo vertelt een schrijver uit die tijd, "in de vorm van een ziekenstoel geschikt is om in een kamer of in een gang geplaatst te worden. De zitting is doorboord en onder de zitting bevindt zich een emmer. De rug van de stoel is gevuld met fijn zand dat via een klep op de faecaliën valt".

Tal van uitvindingen, een gouden tijd voor octrooibureaus.

Maar ondanks dat alles laat de "echte" riolering in veel steden op zich wachten. In dorpen tot ver in de twintigste eeuw. Ede bijvoorbeeld begon pas in de jaren dertig met de aanleg van rioolstelsels. Maar ook de grote steden waren niet vroeg. Amsterdam startte in 1870 met het stelsel van de eerdergenoemde Liernur. Dat berustte op het principe dat de beerputten of om in termen van die tijd te spreken: de privaatputten elk etmaal geruimd worden. Aldus wilde men "verse", nog niet ontbonden faecale stoffen onmiddellijk op (eigenlijk onder) het land brengen "teneinde daar de meest nuttige dienst te doen". Om dat mogelijk te maken legde men in de lengte van de straat een ijzeren hoofdbuis aan, die via vertakkingen met de privaten van de woningen verbonden werd. Die vertakkingen waren afsluitbaar omdat men de ijzeren reservoirs aan het einde van de stelsels ledigde met behulp van vacuümtechniek. Maar het stelsel was beperkt tot enkele wijken en dus kwam het meeste toch in de grachten terecht.

Nu kende Amsterdam in die tijd eb en vloed als gevolg van de daling en rijzing van de zeespiegel van de Zuiderzee. De grachten worden dus twee maal per etmaal gespoeld. De eerste gemetselde riolen in de hoofdstad, aangelegd in de jaren tachtig van de vorige eeuw, loosden evenzeer op de grachten. Pas als het IJ wordt afgesloten door de Oranjesluizen in verband met de aanleg van het Noordzeekanaal (1865-1876), krabt men zich achter het oor. Voorlopig behelpt men zich met een enorm schepradgemaal dat het grachtwater verplaatst. Pas in de eerste jaren van onze eeuw komt er een commissie die een wezenlijk plan voor rioleren opstelt en daarmee de basis legt voor een fundamentele oplossing.



...tie in onze steden aan het
... eeuw. Beerputten, toiletten
...ing en dus met een deksel en
...ver boven het dak



Het destijds schepradgemaal bij de Oranje-sluisen in Amsterdam. Toen het Noordzeekanaal werd gegraven werd het IJ afgesloten. Eb en vloed konden derhalve de grachten niet meer schoonspoelen. De mechanica moest te hulp worden geroepen.

voorbeelden te noemen. Amsterdam is slechts één van de vele. Men stellen dat rioolstelsels, zoals wij die kennen, pas in de eerste eeuw tot stand kwamen en pas in de naoorlogse jaren (toen in Delft bleef waarin de inhoud van de tonnen geledigd kon worden, de jar) algemeen werden.



RIOLEN

derdnu ligt er in Nederland meer dan 68.000 km riool. Dat is bijna aal de lengte van de evenaar. Het merendeel van al die stelsels is r 75%. Andere toegepaste materialen zijn: asbestcement, PVC , glasvezelversterkte kunststof, gres en gietijzer. Wie de weg van lgt, die komt al die materialen tegen.

21

uizen in de huizen zelf van lood (als de diameter ervan niet al te res. Gres is eigenlijk een kiezelzandsteensoort maar in dit geval rekking op een van klei gebakken buis met daarop een laag 1 -in vroegere dagen kannenbuizen genoemd- werden ook vaak iding tussen huis en riool, de zogenaamde huisaansluiting. vrijwel al die leidingen, binnen en buiten, van PVC.

en monden uit, doorgaans via een zogenaamde standpijp: de nzijde van het straatriool, dat, als die het begin van een stelsel ge diameter van tenminste 300 mm heeft. Althans..., als er sprake en stelsel. En daarmee zitten we dan midden in de ie: er bestaan verschillende systemen voor het afvoeren van dlijk en industrieel afvalwater en anderzijds regenwater.

De aanleg van een persleiding. Zo'n persleiding zorgt ervoor dat het ingezamelde afvalwater -regenwater, huishoudelijk en industrieel afvalwater- over een grotere afstand onder druk naar een afvalwaterzuiveringsinstallatie AWZI wordt getransporteerd.

te houden kan men de rioolstelsels in Nederland indelen in twee

enwater enerzijds en huishoudelijk afvalwater en vaak ook vater anderzijds gezamenlijk afvoeren. Daarbij spreekt men over stelsels;

enwater en huishoudelijk c.q. industrieel afvalwater gescheiden genoemde "gescheiden" stelsels.

te houden, schreven we. Want er bestaan nogal wat varianten. het verbeterd gescheiden stelsel" en het "verbeterd gemengd dat er technisch meer onder de zon is dan bovenstaande indeling oe nu ook, de indeling in gescheiden en gemengde stelsels is cipe juist.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

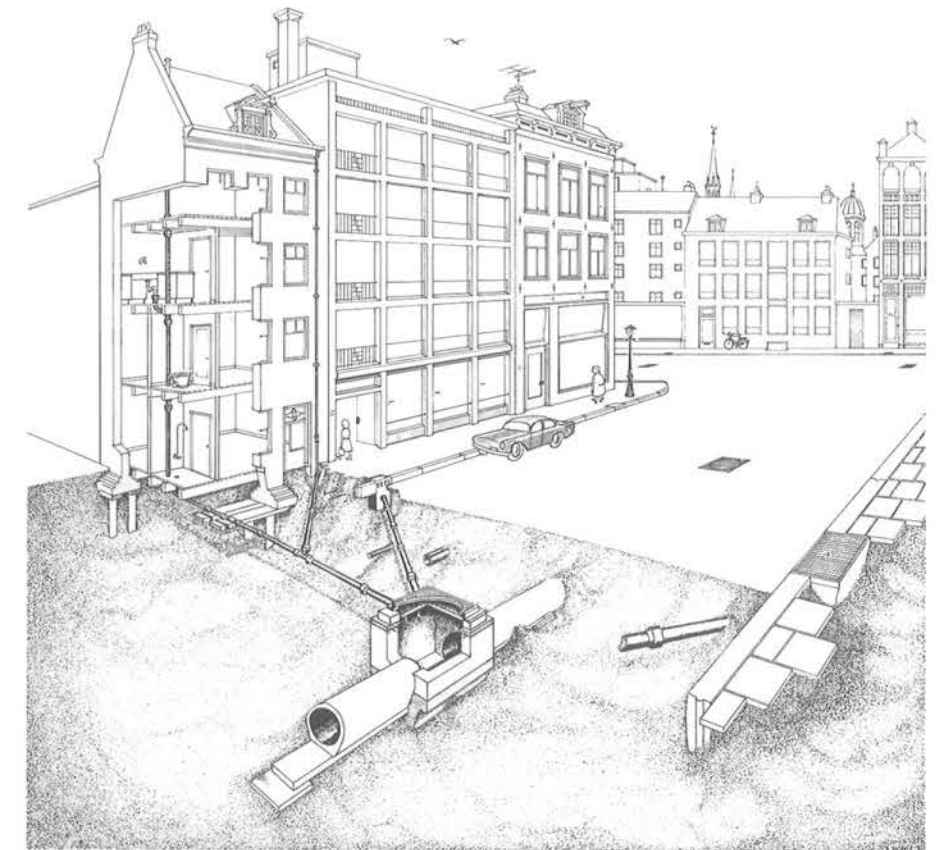
Gemengde stelsels

Gemengde stelsels, waarbij regenwater en afvalwater gezamenlijk worden afgevoerd, komen in ons land het meeste voor (76%).

Voor wat betreft nieuwe wetenschappelijke inzichten en voortschrijdende technologische ontwikkelingen verwijzen wij graag naar 3: De eeuwige kringloop van het water.

Om afvalwater en bij tijd en wijle (en in ons land is dat, gezien ons klimaat, nogal vaak) ook regenwater gelijktijdig te kunnen afvoeren, moeten de rioolleidingen "ruim bemeten" zijn, dat wil zeggen dat de buisdiameters doorgaans veel groter zijn dan bij gescheiden stelsels het geval is. Een straatriool, dat aan het begin van zo'n stelsel ligt, is dan doorgaans ook wat groter dan de hierboven genoemde maat van 300 mm inwendige diameter.

*engde stelsel. Zowel de afvoer
die van huishoudelijk en
ter geschiedt door een en
.l. Een dergelijk riool moet in
n veel grote hoeveelheden
n verwerken.*



gemengde stelsels

stelsels zijn dus ook de bekende straat- en trottoirkolken, die het afvalwater "inzamelen", verbonden met de rioolleiding. Die voert afvalwater dus ook het regenwater af en dat kan als de regen gestaag valt, grote hoeveelheden. Bij een zware stortbui evenwel kunnen problemen ontstaan. Het stelsel kan dan soms niet alle water snel verwerken en dorpen met grotere hoogteverschillen kan men dan de putdeksels

vervangen door overstortputten die de regel bevestigen. Normaliter kan het gemengde stelsel aan en transporteert het alles snel naar " elders". Dat is dan in de hoofdrifleiding, die wel een inwendige doorsnede van de afvoerleidingen en die ook wel "stamriool" of "moerriool" wordt genoemd. Hier wordt het water naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie, meestal via een rioolgemaal. Over dat transport later.

De hoeveelheid water bij stortbuien tijdelijk zo groot zijn dat het niet allemaal kan worden afgevoerd. Het deel ervan onmiddellijk te lozen. Er is een grens aan de capaciteit van de hoofdrif en aan de verwerkingscapaciteit van deze installatie zelf. Bovendien vond men (zie ook 3) regenwater schoon water. Het afvalwater kwijt te raken verbindt men het hoofdrif met het oppervlaktewaterkanaal, vaart, rivier, plas of meer. Via putten met drempels die de waterspiegel bepalen als er "overgestort" moet worden (denk in dit geval aan de drempel van een stuw) wordt dan "automatisch" een tevoorschijn het rioolwater geloosd.

overstortputten

Afvalwater inderdaad niet of veel minder sterk dan nu vervuild was. Het kan "overstorten" in ruime mate toe. Tegenwoordig is er paal enaal "overstortingsfrequentie": tien keer per jaar is het maximum. Het kan de afvoer te kunnen voldoen moeten de gemengde stelsels nog ruimer zijn dan vroeger het geval was. Dat is één van de redenen waarom de afvoerputten nu in het algemeen veel grotere diameters hebben dan die van vroeger.

De overstortingsfrequentie te beperken tot het toegestane maximum wordt de afvoerputten van het hele rioolstelsel, men zou ook over opslagcapaciteit kunnen spreken. Dat kan door de diameters van alle leidingen van het stelsel (zie eerder), dat kan ook door reservoirs (men spreekt dan vaak van reservoirstelsels) in het stelsel op te nemen. Vaak past men een combinatie toe.



De bouw van een overstortput. De "drempel", die net als bij een stuw de hoogte van de waterspiegel bepaalt waarbij het water gaat overstromen om vervolgens naar het oppervlaktewater te worden afgevoerd, wordt in de putconstructie gehesen.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Gescheiden stelsels

Bij een gescheiden stelsel is er sprake van vuilwaterriolen, via welke het huishoudelijk en voor een deel ook industrieel afvalwater wordt getransporteerd; en van regenwaterriolen, waarop alle straat- en trottoirkolken (men spreekt ook van regenwaterputten) zijn aangesloten.

Voor de afvoer van huishoudelijk en voor een deel industrieel afvalwater (de vuilwaterriolen) is de situatie vergelijkbaar met die van de gemengde stelsels. Uiteindelijk vloeit alle afvalwater in een hoofdriool van waaruit het naar een AWZI wordt getransporteerd.

Het hemelwater, voor het gemak meestal als regenwater aangeduid -maar ook het smeltwater van sneeuw en hagel hoort erbij- zou rechtstreeks op grachten, sloten en

heiden stelsel. Huishoudelijk afvalwater wordt via de ene rd, het regenwater via de



oppervlaktewater kunnen worden geloosd als die allemaal in de jheid zouden liggen. Meestal is dat niet het geval en is er sprake ebouwde arealen waarin geen gracht, sloot of plas te bekennen is. e net. Daarbij wordt in het algemeen wel zoveel mogelijk gebruik inde waterlopen (een beek, een sloot, een vaart). Hoe nu ook, it net op het oppervlaktewater. Er is dus geen sprake van et is bij neerslag een constant lozen op de rivier, op het kanaal, op f de binnenzee.

eldt dat in de loop van de tijd veel verbeteringen zijn aangebracht de stelsels, zo spreekt men, zoals al eerder aangeduid, onder meer heiden en verbeterd gemengde stelsels.

-als het om een specifiek gedeelte ervan gaat spreekt men ook van putten opgenomen. Die putten (ook wel schachten genoemd) in of meer regelmatige afstanden van elkaar en kunnen tal van

is er de toegankelijkheid van de streng. Voor inspectie oor schoonmaakdoeleinden. Ten tweede plaatst men putten op reng een hoek moet maken. Op de derde plaats plaatst men putten n samenkomen; als het riool van straat A verbonden moet worden B, of als niveauverschillen tussen leidinggedeelten onderling gevangen. Ook plaatst men putten als er overgestort moet kunnen pen (gemalen) het rioolwater (hoe ook samengesteld) op een ander ngen of als het over verre afstand onder druk moet worden aak is er sprake van combinaties van deze uitgangspunten.

bruiksdoel verschillen de putten van vorm en afmetingen. In e gevallen zijn putten van beton, zelfs wanneer voor de leiding van gebruik wordt gemaakt. In sommige gevallen maakt men ook aamde putbuizen. Dat zijn, het woord zegt het al, combinaties van t. Zie verder onder buizen- en puttenfabricage.

ingen

alwater en hemelwater wordt ingezameld, dus ook naarmate het oeit, worden de diameters van de buizen en logischerwijs de tten groter. Aan het begin van een stelsel, zo schreven we, is de uis verhoudingsgewijs gering, maar naarmate het stelsel groeit, s toe: 400 mm, 500 mm, 600 mm, 800 mm, 1.000 mm, 1.250 mm, nm, 2.000 mm. Putten kunnen dan wel een hoogte van meer dan i bij inwendige afmetingen van twee bij twee meter. Enorme allen tonnen wegen.



De aanleg van een rioolleiding met daarin -in dit geval- ronde-putten. Duidelijk komt een van de functies van een put naar voren: richtingverandering van de buisleiding.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Zaagtandprincipe

Omdat de zwaartekracht het rioolwater doet stromen van het begin van een stelsel naar een punt elders ontstaat de situatie dat rioolleidingen steeds dieper komen te liggen. Om te vermijden dat de diepte onaanvaardbaar groot wordt, pompt men op zekere punten het rioolwater omhoog, zodat het opnieuw kan "vervallen". Men spreekt daarbij van het zaagtandprincipe, mogelijk dank zij de aanwezigheid van "rioolgemalen" (in hun eenvoudigste vorm: putten met daarin geïnstalleerde pompen).



*tandprincipe. Als de
olg van de helling (afschot) te
brengen kleine gemalen het
niveau en kan opnieuw
orden van "vrij verval", het
fvalwater op grond van de*

Vrij verval, persleidingen, drukgolven

Onze rioolstelsels berusten in het algemeen op vrij verval (86%). Dat wil zeggen dat alle strengen onder een (meestal lichte) helling zijn aangelegd. Het zogenaamde (af)schot.

Moet rioolwater over grote afstanden worden getransporteerd, bijvoorbeeld naar een AWZI in een andere plaats, dan maakt men gebruik van "transportleidingen", die soms berusten op het principe van vrij verval, maar waarin het rioolwater meestal onder druk wordt verplaatst (een lange vrij vervalleiding zou dan aan het einde onaanvaardbaar diep komen te liggen). Men spreekt dan ook van "persleidingen". Om drukgolven in persleidingen op te vangen plaatst men een soort expansievaten (net als bij de centrale verwarming) in speciale putten, die doorgaans als "windketelputten" te boek staan.

Het ontwerpen van rioolstelsels

Nieuwe, maar ook te vervangen rioolstelsels moeten nauwkeurig worden ontworpen. Grote gemeenten (de gemeenten in Nederland zijn de beheerders van vrijwel alle rioolstelsels, zie ook onder "Beheer") beschikken daartoe over ontwerpafdelingen waarin ingenieurs gestalte geven aan de toekomst.

Gemeentelijke samenwerkingsverbanden van veelal kleine gemeenten en zelfstandig werkende middelgrote gemeenten beschikken doorgaans niet over gespecialiseerde ontwerpafdelingen en zij doen daarom vaak een beroep op externe ontwerpers.

Laatstgenoemden treft men aan in ingenieursbureaus, de bakermat van kennis en ervaring op het gebied van ondergrondse infrastructuur en milieuvraagstukken. Het takenpakket van ingenieursbureaus is ruim; het ontwerp is slechts één van de vele specialismen waarvoor men bij het ingenieursbureau terecht kan.

at vrijwel alle gemeenten bij tijd en wijle een beroep doen op die om gezamenlijk (soms worden ook universiteiten daarbij lemen op te lossen of uitgangspunten voor de toekomst te bepalen.

l ontwerpt, die zal zich allereerst bezig moeten houden met de tsel. Hoeveel afvalwater krijgt het stelsel te verwerken en (als d stelsel gaat) hoeveel regenwater komt erbij? Wat zijn de wat gebeurt er als het niet regent en het aanbod van afvalwater sprake is van "droogweerafvoer"? Stroomt het riool dan nog wel? ongewenste ophoping van vuil plaats? Verblijft het afvalwater dan iding zodat zich ongewenste stoffen kunnen ontwikkelen?

ische capaciteit" (de afvoercapaciteit) van het nieuwe of te is berekend, kan worden begonnen met het "constructieve oord geeft op de vraag hoe het stelsel er straks uit zal zien, welke en toegepast en welke voorzieningen (soms moeten buizen en indeerd op bijvoorbeeld roosters of op heipalen) noodzakelijk zijn.

it de optiek van het stedenbouwkundig plan. Een riool is geen op vieltechnisch werk", maar onderdeel van een nauwkeurig omlijnde p zijn beurt weer een afgeleide is van stadsontwikkelingsplannen.

nfrastructuur moet er zijn voor er van een bovengrondse (het poorwegnet met alle samenstellende delen zoals bruggen, tunnels, ringen et cetera) sprake kan zijn. Bij het vernieuwen van oude inde bovengrondse infrastructuur mede bepalend: worden de gepast, worden gelijktijdig nieuwe gas- en waterleidingen ebeurt er met de elektriciteitskabels, de telefoonkabels, de de leidingen voor stadsverwarming? Was het wegdek eigenlijk al oe als er geen sprake is van verkeerstechnische aanpassingen? de omwonenden ondervinden en hoe lang? Welke zakelijke het spel? Hoe blijft men verkeerstechnisch "bereikbaar", dus hoe worden omgeleid en kan dat dan wel?

agen waarmee de deskundigen van gemeenten en zich geconfronteerd zien. En dan is er met nog geen woord gerept oect! Maar opnieuw verwijzen wij naar 3.

izen en putten worden ingeschakeld

reed is en goedgekeurd, wordt het "bestek" geschreven. Dat zegt ren en welke materialen daarbij zullen worden betrokken.

t waarop de maker van buizen en putten voor rioleringen pas echt t. Vaak is hij al eerder ingeschakeld voor advies en goede raad. kentafel (tegenwoordig de computer) totstandkomt, moet ook



Grote gemeenten beschikken vaak over een eigen ingenieursbureau. Niettemin doen zij, net als de kleinere gemeenten meestal doen, een beroep op externe ingenieursbureaus, waar veel kennis, know-how en ervaring zijn geconcentreerd.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

kunnen worden geproduceerd en... kunnen worden aangelegd. De aannemer komt dus ook in beeld. Het stadium van offerte of inschrijving, een puur economische aangelegenheid, wordt hier buiten beschouwing gelaten. Opgemerkt zij in dit verband dat de buizen en putten of rechtstreeks door gemeenten worden ingekocht of door de (hoofd)aannemers.

Grond in de grond

Omdat het leeuwedeel van de Nederlandse rioleringen van al dan niet gewapend beton is en dit ook in de toekomst zo zal blijven beperken* wij ons tot dit materiaal en tot de makers ervan.

** Verantwoording van de samenstellers: de materialen gietijzer en gres komen slechts sporadisch voor. In zekere mate geldt dat ook voor glasvezelversterkte kunststof (sommige persleidingen). Asbestcement, vroeger veelvuldig toegepast, staat onder druk van de milieuwetgeving, die de fabricage en de bewerking van asbestprodukten eenvoudigweg verbiedt. Blijft PVC(polyvinylchloride). Zoals eerder aangeduid zijn alle leidingen in de huizen en ook de huisaansluitingen doorgaans van dit materiaal en dat geldt ook voor sommige kleine straatriolen (< 400 mm inwendige doorsnede).*

Waar ook toegepast: elk materiaal heeft zijn specifieke voordelen, gekoppeld aan een al even specifiek prijsniveau. Een prijs/kwaliteit-prestatie zal dus moeten worden geprojecteerd op technische hoedanigheden, nauwkeurig bepaald in het ontwerp en in het bestek.

Als men beton toepast voor rioleringen, stopt men grond in de grond en dat is een goed uitgangspunt. Immers, beton bestaat uit zand, grind en cement en dat laatste is evenzeer een produkt van onze Nederlandse bodem.

De puttenstaat

In het ontwerp zijn de putten weliswaar nauwkeurig "ingetekend", maar hoe ze er precies zullen uitzien, moet de fabrikant bepalen. Zijn technici weten namelijk precies wat er produktietechnisch mogelijk is en wat economisch verantwoord is. Op grond van die wetenschap maken zij een zogenaamde "puttenstaat", een document dat aangeeft hoe elke put zal worden. Na controle is die puttenstaat de basis voor de productie.

De fabricage van putten

Wie zich de functies van putten herinnert (zie onder 2: Putten), die zal het niet verbazen dat putten afzonderlijk moeten worden vervaardigd. Van serieproductie is nauwelijks sprake; generaliserend kan men stellen dat elke put weer anders is. De ene keer is het de diameter van de aan te sluiten buizen die varieert, de andere keer is het



*orpen door de fabrikant en
duceerd zoals de tekening
ttenstaat) voorschrijft. Putten
en standaardisatie is
elijk. In de doorkijk een
rofiel*

gen onderling maken, dan weer komen er drie, vier of nog meer betreffende put. Of dat allemaal nog niet genoeg is: de hoogte van verschilt evenzeer: hadden we het niet over vrij verval, over

: bovendien zijn eigen produktiemethoden en... wat net zo eigen inzichten in hoe een put eruit moet zien. Daarom is het ak om putten te beschrijven noch om ze in te delen. Niettemin een

, rechthoekig of rond, of hebben in de doorsnede de vorm van een e figuur. Als de afmetingen beperkt blijven, dat wil zeggen dat ze riolen bestemd zijn, dan bestaan ze vaak uit een onderbak die in roduceerd (in die onderbak bevinden zich dan alle "sparingen" sluiten leidingen of aangegoten leidingaansluitingen); een, als de opzetstuk en vervolgens een kegelvormig opzetstuk waarin zich de itdeksel bevindt. De bovenkant van het kegelopzetstuk bevindt op straathoogte.

groter moeten zijn omdat bijvoorbeeld de diameter van de dan worden de putten uit meerdere delen vervaardigd. Er is dan jfsgewijze opbouw of van een opbouw op basis van losse bodemdelen, wanddelen et cetera.

de van putten komt het meest overeen met methode 1 zoals ursieve gedeelte bij "De fabricage van buizen", hierna.

uizen

putten zijn buizen gestandaardiseerd. Ze hebben een lengte van ee meter veertig, drie of zes meter. Over de diameterreeksen werd 2: Steeds grotere leidingen).

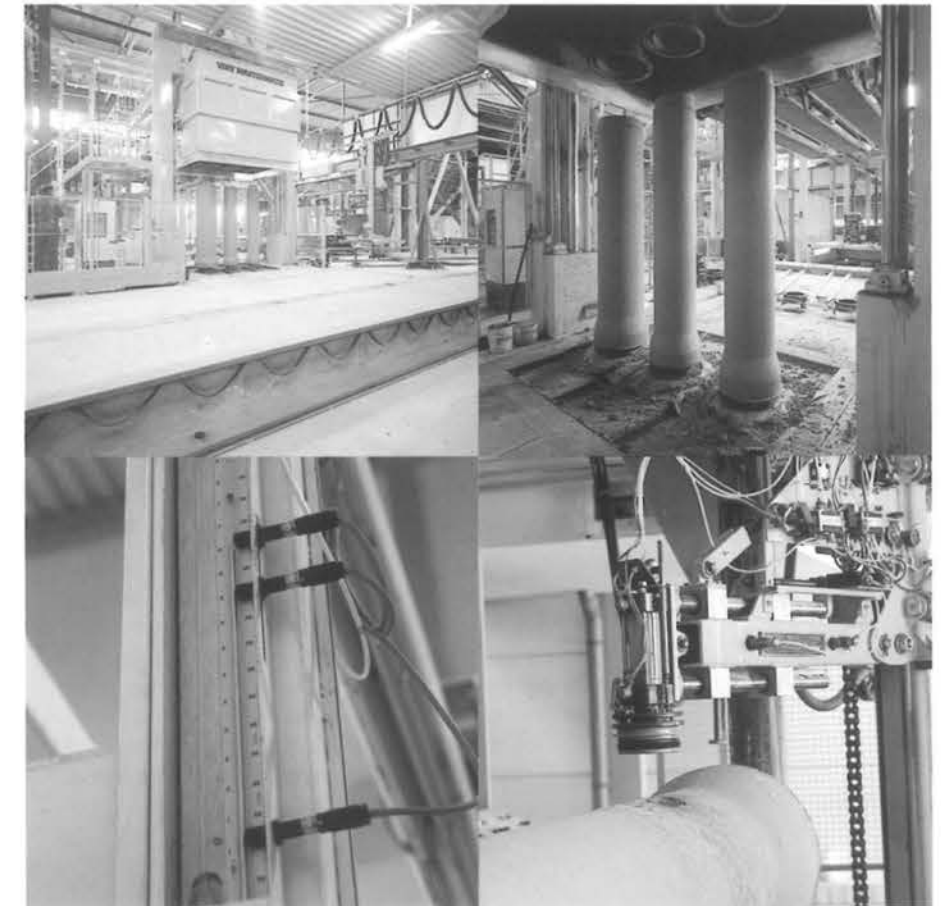
ook in serie vervaardigd, veelal met behulp van zeer uktiemiddelen. Men waant zich in de wereld van morgen: bepalen het produkt; de mens ziet slechts toe. In andere woorden: e wordt bij de produktie van buizen gebruik gemaakt van anufacturing", waarbij een volledig geïntegreerd machinepark de verharden, na 24 uur ontdoet van beschermende delen, op itroleert, de maatvoering "checkt" en op de juiste plaats sparingen de inlaten (zie 2: De straatriolen) om die sparingen vervolgens te :hetten die een waterdichte verbinding tussen rioolbuis en inlaat

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Voor de liefhebbers een korte beschrijving van de twee belangrijkste productie-methoden:

Methode 1: trillen en persen. Er is sprake van een binnenmal en een buitenmal. Daartussen bevindt zich niets als het om de productie van ongewapende buizen gaat. Bij de productie van gewapende buizen bevindt zich een kooivormig wapeningsnet tussen de beide mallen. Als de betonmortel wordt "gestort", worden de mallen in trilling gebracht. Het gaat hier om een van laag- tot hoogfrequent variërende trilling (3000 - 6000 Hz) die ertoe leidt dat de delen en deeltjes in de betonmortel precies op hun plaats komen te liggen, zodat een optimale "verdichting" (luchtbellen, hoe klein ook, zijn uit den boze!) plaatsvindt. Bovendien wordt de mortel na het vullen van de mal van boven af aangedrukt (het persen).

*le van trillen en persen.
nufacturing. De mens ziet
val worden drie buizen
rdigd. Na een dag in een
te worden ze getest op
te worden ze getest op
'aarmee op waterdichtheid),
worden gaten geboord voor
anchetten aangebracht. Geen
'pas.*



: rolverdichtingsmethode. Er is bij deze methode alleen maar een buitenmal met daarin ja of nee een kooivormig net. Bij het vullen van de mal valt de mortel op een roterende; van onderen af, de mortel tegen de malwand slingert, zodanig specifieke wanddikte wordt verkregen. Langzaam beweegt de spindel aaiende naar boven waarbij aandrukrollen (ook hier is dus sprake van persen), die zich onder aan de spindel bevinden, de massa verdichten.



De fabricage volgens de rolverdichtingsmethode. In dit geval gaat het om gewapende buizen, dat wil zeggen om buizen die van een stalen wapeningsnet zijn voorzien. De machine werkt tweeledig: als mal 1 wordt klaargemaakt (in dit geval het inbrengen van het wapeningsnet), wordt in mal 2 de buis geproduceerd.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Vermeldenswaard is de produktie van omvangrijke buizen met een grotere lengte dan twee meter veertig en met een grote sterkte als uitgangspunt (bijvoorbeeld voor persleidingen, ook voor drinkwatertransport). Daarbij past men centrifugemethoden toe en kan er sprake zijn van een wapening op basis van voorspanning. Ook bestaan er betonnen buizen met een volledig stalen kern. De betonindustrie kan dus elk type buis leveren.

Wapening

De belasting (de optredende drukken) op buizen en putten wordt bepaald door berekeningen. In veel gevallen blijkt ongewapend beton zo sterk dat van wapening geen sprake hoeft te zijn. Maar als bijvoorbeeld vijftigtonners over het wegdek denderen of als buizen en putten zo diep liggen dat ze een flinke last moeten torsen, worden de buizen en putten gewapend met behulp van kooivormige constructies van speciaal staal, waarvan de vorm (rond, ovaal, vierkant, rechthoekig) en de sterkte (aantal staven in langs- en in dwarsrichting en de dikte van die staven) worden berekend met behulp van geavanceerde computerprogramma's.

Uit de krijgskunst stamt een andere vorm van wapening, waarbij miljoenen staalvezels worden toegevoegd bij het mengen van zand, grind, cement en water. De mortel zelf wordt als het ware gewapend. Die miljoenen staalvezels nemen dan de plaats in van wapeningsnetten.

Modern beton

Technologisch gezien heeft beton in de laatste decennia een belangrijke evolutie te zien gegeven met als resultaat dat het beton van nu in geen enkel opzicht vergelijkbaar is met dat van vroeger. Het is niet alleen sterker geworden, maar ook dichter en gladder. Geen wonder dat de (nieuwe) Nederlandse norm voor buizen en putten de zwaarste is van heel Europa. Als Europa een vrije markt is geworden, dan geldt weliswaar de minder zware Europese norm, maar de Nederlandse rioolbeheerders zullen zeker bij hun uitgangspunten willen blijven. Zij kiezen voor zekerheid.

Verbindingen

Buizen moeten onderling met elkaar worden verbonden en buisstrengen monden weer uit in putten. Ook op die lokatie moeten verbindingen tot stand worden gebracht.

Een fundamentele voorwaarde is dat die verbindingen, net als de buizen en putten zelf, waterdicht zijn en blijven terwijl er sprake moet zijn van een zekere flexibiliteit. Want de grond "werkt", dat wil zeggen: hij "zet zich", hij "klinkt in", hij is onderhevig aan de invloed van grondwater, om maar enkele voorbeelden te noemen. In andere woorden: de grond is in beweging. Niet voor niets spreekt men over "grondgedrag" (zie ook onder "De aanleg van rioleringen", hierna).



*n worden tevoren door
d en vervolgens door speciale
steld. Een andere
apening is die met behulp van
ien hardstalen "vezels" die
' worden toegevoegd nemen
kooivormige netten over.*

de mechanische krachten die in de grond optreden, de buis volop in beweging. Want eigenlijk weten we te weinig omtrent hoe onze voeten afspeelt.

Er is veel wetenschappelijk onderzoek plaatsvindt naar het gedrag van rioleringen, resulterend in nieuwe inzichten en steeds verfijndere oplossingen.

Een goede verbinding moet de verbinding tussen buizen onderling en tussen buis en putten flexibel zijn. De mogelijkheid moet bestaan dat buizen ten opzichte van putten een kleine hoek kunnen maken. Men kan ook denken aan een kleine draaiing. Doordat zo'n kleine hoek mogelijk is (in afwijkende ligging), kunnen in een stelsel flauwe bochten ontstaan, zodat de afvoer van de grond kan volgen.

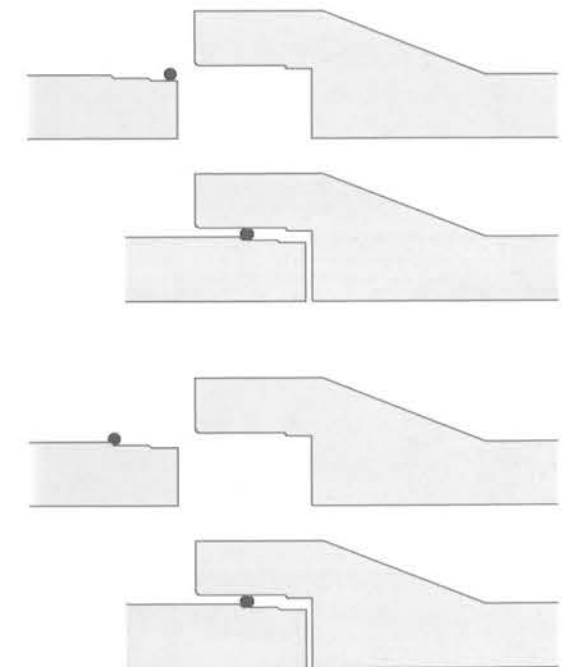
Maar het is niet alleen de afwijkingen van wat oorspronkelijk werd voorzien, maar ook de waterdichtheid blijven. Welke langs- en dwarskrachten ook optreden, moeten de makers van betonnen rioolbuizen en -putten een goede verbinding (altijd geschreven als rubberringverbinding) waarbij de rubberen ringen onder alle omstandigheden waterdichtheid

garanderen. Het principe is dat het ene deel in het andere kan schuiven, met daartussen de waterafdichtende rubberring, kent men in verschillende systemen. In hoofdzaak zijn dat de glijverbinding en de rolverbinding. De rolverbinding is gebaseerd op de aanwezigheid van moffen en spieën (de draaiende gedeelte, waarin de spie wordt geschoven), maar de glijverbinding is gebaseerd op de aanwezigheid van een glijvlak. Dat is historisch zo gegroeid. Aan die situatie komt in de toekomst: de verbindingen zullen worden "geüniformeerd". Elke buis moet geschikt zijn voor de toegepaste verbinding.

Een norm als uitgangspunt zal de fabricage van betonnen buizen en putten worden gecertificeerd. Dat wil zeggen dat onafhankelijke, deskundigen (certificerende instellingen) controleren of door elk moment wordt voldaan aan kwaliteitseisen inzake grondstoffen en fabricage.

De norm zal ook betrekking hebben op de aanleg van (betonnen) rioolleidingen. De normnemers zijn druk doende de praktijkrichtlijnen (NPR = Normatieve Praktijk Richtlijn) te "vertalen" naar uitgangspunten voor certificering.

Als de normen duidelijk zijn, dan kunnen garanties worden verstrekt voor de kwaliteit van de aanleg.



De meest gangbare verbindingen. Bovenste illustraties: de zogenaamde rolverbinding, waarbij de rubberring bij het inelkaarschuiven van de buizen op z'n plaats rolt; onderste illustraties: de glijverbinding waarbij de rubberring tevoren al op z'n plaats ligt.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

”de rioolleiding in het werk”. Optimale zekerheid aldus voor de beheerders van rioleringen: de gemeenten.

De aanleg van rioleringen

Zoals al aangeduid zijn het gespecialiseerde aannemers die de aanleg en de vernieuwing van rioolstelsels voor hun rekening nemen. Dat is precisiewerk, ook al zal de argeloze voorbijganger, die een blik in een sleuf werpt waar mannen met buizen en putten doende zijn, dat niet onmiddellijk denken. Maar de aanwezigheid van bijvoorbeeld hypermoderne laserapparatuur brengt de toeschouwer misschien al op andere gedachten.

De grootst mogelijke zorgvuldigheid. Dat is het devies voor de aanleg en vernieuwing van rioolstelsels. Want waar gaat het om? Om het jarenlang veilig en dus storingvrij functioneren van het stelsel. Er gaan miljoenen kubieke meters vuil water door onze bodem en denkt u zich maar eens in wat er gebeurt als zo’n stelsel mettertijd gaat lekken.

Dan zijn er twee mogelijkheden. De eerste ligt voor de hand: het afvalwater verdwijnt in onze bodem met alle negatieve gevolgen vandien. Maar de tweede mogelijkheid kan al even desastreuze gevolgen hebben. Namelijk als er grondwater in de leiding gaat stromen. Negatieve lekkage zogezegd. Dan wordt de grondwaterspiegel plaatselijk verlaagd en dat kan bijvoorbeeld betekenen dat de veelal houten heipalen die onder historische gebouwen staan (onder historisch kunt u invullen: tot ver in de twintigste eeuw, tot de komst van de betonnen heipalen) niet meer in, maar boven het grondwater staan. Er kan dan dus lucht bij en het rottingsproces kan beginnen.

Het rioolstelsel moet dus goed zijn. Betonnen buizen en putten die aan de zwaarste normen voldoen, is één voorwaarde, een perfecte aanleg een tweede, net zo belangrijk als de eerste. Schreven we niet over certificering (z.d.)?

En dat terwijl we in Nederland worden geconfronteerd met een sterk wisselende ”grondslag” (zie ook onder 2: Onze bodem). Want als de bodem uit zuiver zand bestaat, is de aanleg tot op zekere hoogte betrekkelijk eenvoudig. Maar niet alle steden en dorpen liggen op de Veluwe of in Drenthe. Dus krijgt de aannemer te maken met slappe veenbodems, met weerbarstige klei, met löss, leem en... allerlei mengvormen.

Zelfs als de bodem het stelsel kan dragen, moeten er toch vaak voorzieningen worden getroffen. Voorzieningen die in het algemeen worden aangeduid met de term ”grondverbetering”. Een bedding van zand onderin de sleuf om maar een voorbeeld te noemen. Zand voor de aanvulling van de sleuf als tweede voorbeeld.

Kan de bodem het stelsel niet torsen, dan moet er een fundering komen. Die kan bestaan uit bijvoorbeeld een vloer van brede betonnen platen. Meestal ook moet er worden geheid. Onder elke buis tweemaal twee palen met daarop betonnen



*'tijd onder gemakkelijke
stand komt (denkt u hierbij
en van oude leidingen) blijkt
En dan te bedenken dat het
ijker is!*

riolering" genoemd, die de buizen dragen. En vanzelfsprekend de nodige steun. En dit zijn dan nog maar enkele voorbeelden van funderings- en steunconstructies die worden toegepast.

Maar hoe is, maakt de aannemer een model-sleuf. Onderin breed genoeg om de buizen te kunnen werken, schuine taluds. Maar "op" een steeg gaat dat niet: dan kan de sleuf boven niet breder zijn dan de loodrechte sleufwanden dan. Die bij het minste of geringste "gestempeld" worden, dat wil zeggen dat er (meestal stalen) steunbalken aangebracht, die elkaar wederzijds steunen.

Als de riolering "in" de gracht moet worden gelegd. Of op een steeg in de Geul in Valkenburg. Dan moeten er stalen damwanden worden aangebracht. Het water moet worden weggepompt. Dat wegpompen van water is vaak voor. Dikwijls bevindt het onderste deel van de sleuf zich onder het grondwater en dus moet er "gedraineerd", gepompt worden. In duizend-en-één andere situaties moet de gespecialiseerde aannemer het rioolstelsel construeren. Met het juiste afschot en met elke steun op de juiste plaats. Hadden we het niet over precisiewerk?

De aannemer de sleuf weer aanvullen en het materiaal dat ervoor is aangebracht "afdichten". Ook dat vereist grote zorgvuldigheid: laag voor laag den aangebracht. Links en rechts van buizen en putten steeds de aarde de leiding terzijde en is de basis van alles al verkeerd. Het moet veertig, vijftig jaar mee. Zonder mankeren. Terwijl het riool raast. Vakmanschap...

stemmen

De zwaartekracht, waarbij het rioolwater van A naar B stroomt, is in de meeste gevallen het alternatief. Toch zijn er omstandigheden denkbaar waarbij andere energiebronnen toepassing behoeven. Dat kan gebeuren door het gebruik van vacuüm of door het toepassen van druk. Men spreekt dan over drukriolering (in 1% van de gevallen) en over druksystemen (in 13% van de gevallen). Beide systemen zijn te onderscheiden van de andere gebieden, bijvoorbeeld met smalle bochtige wegen, met smalle grachten, met een slechte grondslag, bij een extensieve bebouwing of in oude gebieden.

De deskundigen, is qua bodemgesteldheid één van de landen ter wereld en zeker het meest gecompliceerde land van Europa. Het verklaart waarom 78,8% van alle schadegevallen, zoals die zich in Nederland manifesteren, is terug te voeren tot oorzaken van bodemgesteldheid. Zo'n 3.000 km in totaal.



Als een rioolleiding open water moet kruisen, maakt men soms gebruik van betonnen rioolbuizen met stalen kern, die aan elkaar worden gelast terwijl de onderbreking van de betonnen mantel die ter plaatse is ontstaan weer wordt aangevuld. Het geheel wordt dan "afgezonken". Onderste illustratie: een "gestempelde sleuf"

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Mechanische schade ontstaat in algemene zin door bodembewegingen en veranderingen in de bodemgesteldheid. Het een kan het gevolg zijn van het ander. Bodembewegingen kunnen het gevolg zijn van natuurlijke processen maar ook van menselijke bedrijvigheid. Veranderingen van de bodemgesteldheid, oorzaak of gevolg van bodembewegingen, zijn vaak terug te voeren tot het gedrag van het grondwater.

Aldus krijgen begrippen als inklinkingen, zettingen, wegspoelen en dergelijke meer reliëf. Moderne buismaterialen, star of flexibel van karakter, kunnen bodemveranderingen een eindweegs volgen, maar in vele gevallen wordt de kritische grens overschreden en ontstaat er schade, die vaak wordt verhevigd door bijvoorbeeld wortelgroei in de buisleiding. Om over de schade door weglekkend afvalwater veroorzaakt, maar te zwijgen.

De Nederlandse bodems dateren overwegend uit het quartaire tijdperk, dat het pleistoceen en het holocene omvat. Het pleistoceen is beter bekend als de periode van de ijstijden: Günz, Mündel, Riss en Würm. Het klimaat varieerde van arctisch (tijdens de ijstijden) tot subtropisch in de zogenaamde interglacialen.

Hoog-Nederland

De Riss-ijstijd, waarin Nederland boven de lijn Haarlem, Utrecht, Nijmegen bedekt was door een uit het noorden opstuwend ijsplateau, acht men verantwoordelijk voor het ontstaan van achtereenvolgens grondmorenes (opeenhopingen van bergpuin aan de rand of aan het einde van een gletsjer) in Drenthe, keileemkernen in Gaasterland, Urk, Wieringen en Texel en stuwwallen in Twente, Salland, Montferland, de Oost- en West-Veluwe, het Gooi en de Utrechtse heuvelrug. Voorts was het ijsplateau verantwoordelijk voor het ontstaan van zogenaamde fluvio-glaciale bodems: het smeltwater voerde fijn gesteente mee en zette dit af. Het ijsplateau was aan de zuidzijde lobbenvormig: er is zeker geen sprake van rechte scheidslijnen. Zie de betreffende kaart.

In het volgend warme interglaciaal ontstaan de Eemlagen en in de koude Würm-ijstijd die zich dan aandient ontstaan de dekzanden en het löss als gevolg van verwerking van gesteente. Deze periode is van groot belang geweest voor de oppervlaktevormen van Hoog-Nederland.

Laag-Nederland

In het holocene, dat omstreeks tienduizend jaar geleden begon, was het klimaat koud. De zeespiegel lag 100 tot 120 meter lager dan nu. Zie de kaart. Van de Noordzee was dan ook geen sprake. Als mettertijd als gevolg van klimaatwisseling de zeespiegel stijgt en het zeewater oude rechten herneemt, vormen zich afzettingen die nu als blauwe zeeklei bekend staan. Maar er gebeurt meer: ook het veen, dat nu op grote diepte is gelegen, wordt tijdens onderscheidene perioden gevormd en er ontstaan waddengebieden en schoorwallen, de voorlopers van onze duinen. De rivieren zetten



*? uiterste grens aan van het
uwend ijsplateau tijdens de*

toekomst van rioleringen

vierklei af en er ontstaat verdere veenvorming, met name in eel. In de doorgaans wijde dalen van beken ontstaan bezinkingen, tot humusrijke gronden.

leid

oorzaak van dat de Nederlandse bodem een grote verscheidenheid bodems, ontstaan uit verweringsgesteente overheersen. Slechts plaatselijk van betekenis en gesteente (te) komt alleen in Limburg in de vorm van krijtlagen voor.

tsen, zonder harde gesteenten. Een land met een pluriforme menswaardig reliëf. Hoogteverschillen worden eerder gemeten in meters dan in meters. Slechts op sommige lokaties (bijvoorbeeld Drenthe, de Zuid-Veluwe, Montferland, in Twente, bij Nijmegen g) is er sprake van hellingen. Zo al aanwezig variëren hellingen

d

zo zou men generaliserend het Nederlandse grondgebied mogen al in Laag-Nederland (zie kaart) dat als het ware geheel kunstmatig len gehouden. Men denke in dit verband aan de talloze water-, nraadschappen. In Hoog-Nederland is de situatie maar in beperkte ar heeft de mens sterk ingegrepen op de afwatering door allerhande lisatie van rivieren en beken en door kanalisatie. Slechts in den is sprake van een natuurlijke, ondergrondse afwatering.

die van nature al de neiging heeft te migreren, staat onder van menselijke bedrijvigheid. In andere woorden: steeds opnieuw n de toch al weinig stabiele ondergrond. In feite - uitzonderingen r de regel - is in Nederland geen sprake meer van een natuurlijke en, ontginningen, landaanwinning, waterstaatkundige werken, w (diepploegen), industrie en verstedelijking hebben hun tol

ties

al grote verscheidenheid vertonend, is dus voor het . smatig, zeker wat de bovenste lagen betreft. Zelfs in gebieden met treden plaatselijk grote verschillen op. Deze omstandigheid leidt, erend gedrag van het grondwater als gevolg van allerhande raak onvoorspelbare acties. De grond "werkt" en blijft dat doen, ture al het geval was.



*Hoog en laag Nederland en de duinenrij.
Hoe je het ook bekijkt, een kunstmatig land.*

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Correlatie

Als men de bodemgesteldheid in aanmerking neemt en men projecteert die in gedachten op de Nederlandse provincies en derhalve ook op industriële en bevolkingsconcentraties, dan ontstaat een interessant beeld van mechanische schade aan rioleringen, getuige onderstaande tabel. Die schade beliep in 1988 al 2.971,2 km, dat is 78,8% van alle schade die destijds werd gemeten aan rioolstelsels van uiteenlopend materiaal, variërend van star tot flexibel.

Een interessante constatering

De vaststelling dat het overgrote deel van alle schade aan rioolstelsels is terug te voeren tot bodemgesteldheid en bodemgedrag, houdt ook een andere interessante waarneming in. Want wat blijkt? Een belangrijk deel van de schade betreft zeer "jonge" rioolstelsels, getuige onderstaande tabel.

tabel 1
schade naar ouderdom:

0 - 10 jaar	5,7%
10 - 20 jaar	9,8%
20 - 30 jaar	21,0%
> 30 jaar	31,3%
leeftijd onbekend	32,4%

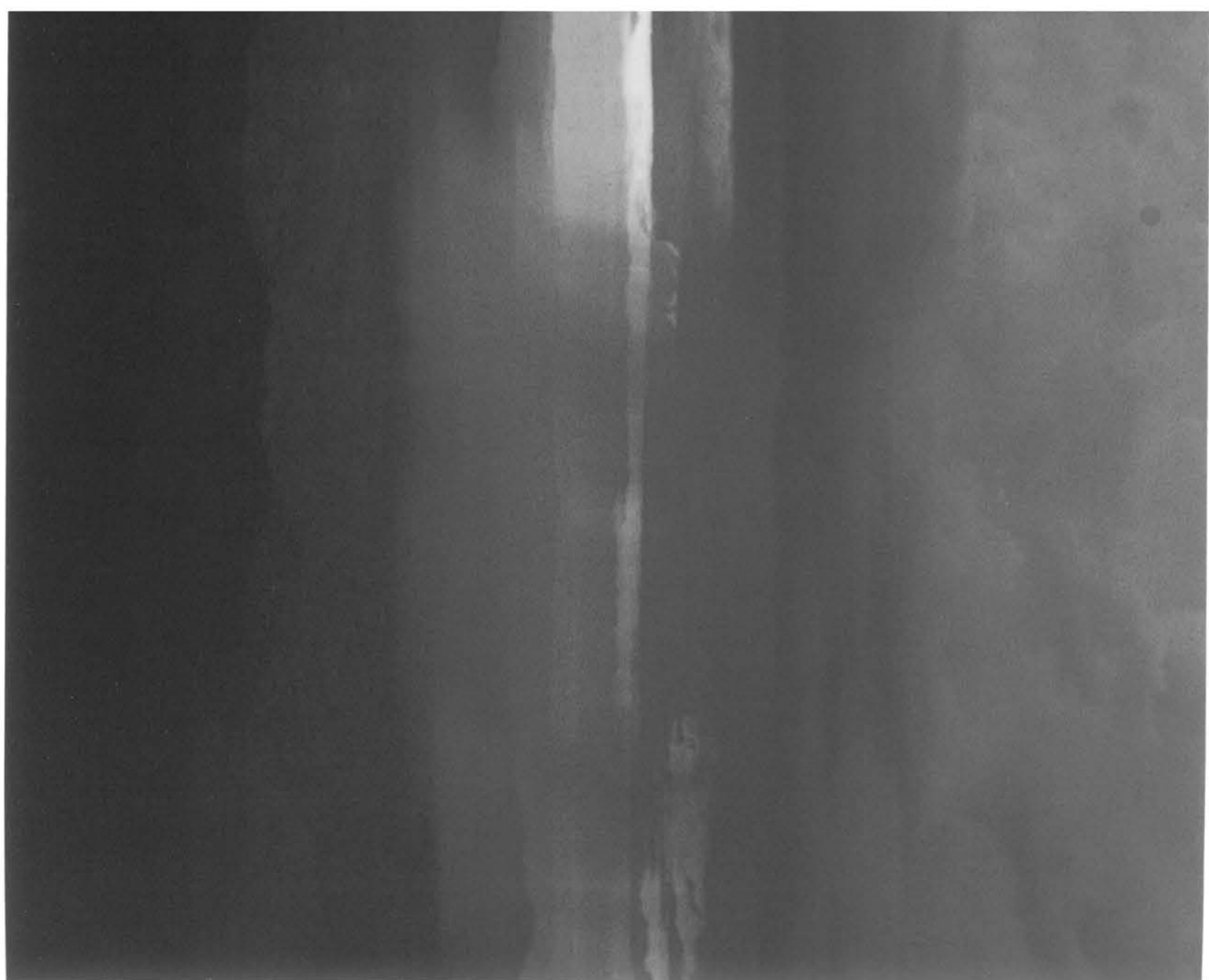
De tabel leert dat tenminste 37,3% van alle gevallen van mechanische schade betrekking heeft op rioolstelsels die nog in de eerste en tweede "levensfase" verkeren. Ten minste, want de qua leeftijd niet te definiëren 32,4% zal zeker ook voor een deel betrekking hebben op "jonge" stelsels. Een opmerkelijk, maar evenzeer logisch fenomeen, gelet op wat hiervoor werd geschreven.

Conclusie

Binnen de dertig jaar, dat is dus ver binnen de gemiddeld gehanteerde afschrijvingsperiode voor rioolstelsels (45 jaar) ontstaat dus aanzienlijke schade door grondmechanische gebeurtenissen. Het gaat dus niet aan te stellen, zoals zo vaak wordt gedaan, dat schade alleen riolen van hoge ouderdom betreft.

De conclusie die getrokken mag worden, is dat nader onderzoek naar de effecten van grondgedrag op leidingstelsels en naar maatregelen die die effecten kunnen nivelleren dringend noodzakelijk is. Te weinig is bekend omtrent de grondmechanica, te veel witte plekken kunnen worden gesignaleerd als het gaat om de interactie buis/grond. Maar er ontstaan nieuwe inzichten.





INGLOOP VAN HET WATER

pakken de wolken zich samen, de hemel wordt grijs en jawel hoor, de sneeuw, de hagel.

in natuurlijke, onbebouwde gebieden valt, wordt het water “gezogen” door de bodem. Tenzij die bodem hard is. Dan vormen de stromen die het water afvoeren naar gindse beek of gene plas.

een deel van het water opgeslagen; het overtollige (het meeste) idse stromen langs natuurlijke weg of via drainagesystemen en t oppervlaktewater (beek, rivier, boezem, kanaal, plas, binnenzee) t uitstroomt naar de zee. Daar verdampt het water voor een deel en ig ontstaan wolken, die zich weer samenvakken boven het land, de 1.

"Op zeker ogenblik pakken de wolken zich samen, de hemel wordt grijs en jawel hoor, daar komt de regen, de sneeuw, de hagel."

oop van het water.

op: via het riool

g een kringloop. Een kunstmatige. Het eindresultaat is evenwel le natuurlijke kringloop: hemelwater komt uiteindelijk weer in het recht. Maar via een lange omweg.

Op de eerste plaats om het drinkwater, dat wij direct van de rivieren betrekken. Een verbijsterende hoeveelheid. Tweehonderd derlander. Aangenomen dat het gemiddelde gezin uit 2,5 personen er ook wel eens niet is (bij vakanties in het buitenland tent dat 330 (dagen) x 2,5 (personen) x 200 (liter per dag) = zin per jaar. En we hebben in Nederland bijna vijf miljoen lens).

room van industrieel afvalwater. Soms ligt er drinkwater aan ten k oppervlaktewater dat eerst gezuiverd wordt alvorens aan en te kunnen deelnemen. Opnieuw verbluffende hoeveelheden. um al... 19 miljoen kubieke meter per jaar. Dat zijn 19.000.000.000

neerslag die op bebouwde (verharde) oppervlakken valt. Op leinen. Tweehonderd kubieke meter per uur per hectare is geen en fikse bui kan er in een uur 20 mm neerslag vallen.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Onvoorstelbare hoeveelheden water...

Slechts een heel klein deel van het water dat door huishoudens wordt gebruikt, is bestemd voor drinken en voedselbereiding. Hetzelfde geldt de industrie. De voedingsmiddelenindustrie is maar een klein deel van het totaal. Het overgrote deel van het drinkwater, waarvan de produktie ons steeds meer moeite kost, wordt voor niet-consumptieve doelen gebruikt. Omdat er in de wereld een toenemend tekort aan drinkwater dreigt (ook, misschien wel juist in onze geïndustrialiseerde wereld) speelt men in Engeland met de gedachte om slechts extreem hoge eisen te stellen aan het drinkwater dat voor consumptieve doelen wordt gebruikt. Voor het doorspoelen van het toilet, voor het bad of de douche, voor de wasmachine en de autowasbeurt kan met een lagere kwaliteitsstandaard worden volstaan. Dus denkt men aan distributie van zuiver drinkwater via een tweede net of... via de melkman. Hoe absurd het vandaag-de-dag ook moge klinken, toch zijn dit ontwikkelingen waar we op den duur rekening mee moeten houden.

Al dat water komt als huishoudelijk afvalwater, industrieel afvalwater en regenwater in de riolen terecht. Vandaar gaat het in hoofdzaak naar AWZI's (overstorten op het oppervlaktewater is aan een maximum gebonden zoals u hebt kunnen lezen) en vandaar na zuivering als natuurlijk water terug in de kringloop.

Menselijke scheidslijnen in de kringloop

De mens, denkend in patronen, heeft denkbeeldige scheidslijnen getrokken in die andere kringloop. De rioolstelsels vallen onder de verantwoordelijkheid van de gemeenten. Zij beheren de stelsels. De afvalwaterzuivering is het domein van de "zuiveringschappen", die ook vaak "waterkwaliteitsbeheerders" worden genoemd. Terecht, want zij zijn verantwoordelijk voor de mate waarin het afvalwater gezuiverd wordt. De verantwoordelijkheid voor de oppervlaktewateren berust bij de "waterschappen" of bij de Rijksoverheid (rivieren, grote kanalen als bijvoorbeeld het Noordzeekanaal). Waterschappen en Rijksoverheid zijn de "waterkwantiteitsbeheerders".

Afgebakende verantwoordelijkheden dus. Maar trekt de kringloop zich iets van die denkbeeldige scheidslijnen aan? Nee. Dat betekent dat er in de toekomst, waarin de problematiek steeds gecompliceerder wordt, gezocht moet worden naar vormen van "systeembeheer", gebaseerd op een integrale aanpak van zaken. Hoe dit geëffectueerd zal worden, is nu, anno 1992, nog een open vraag, maar vaststaat dat hokjes op den duur zullen verdwijnen om plaats te maken voor samenwerkingsverbanden.

In een enkel geval treedt een gemeente ook op als waterkwaliteitsbeheerder en waterkwantiteitsbeheerder. Dat is bijvoorbeeld het geval bij Amsterdam. Wellicht aardig om wat cijfers te noemen. Rioolbeheer: totale lengte van het rioolnet 3.200 km met 400.000 perceelaansluitingen; 110 rioolgemalen en

filters die de grondwaterstand controleren. Waterkwaliteitsbeheer: met een gezamenlijke capaciteit van 1.460.000 i.e. en die staat voor "inwoner-equivalenten". Men rekent in de afvalwaterwet deze eenheid. Waterkwantiteitsbeheer: 2.400 ha landelijke, 400 ha stedelijke polders, 4.600 ha boezemgebied, 325 km² en, 75 km stadsgrachten, 30 km duikers, 130 km dijken en 100 km waterkeringen.

vervulde soort

nderingen buiten beschouwing gelaten, het meest vervuild is, dat in een gemengd of in een gescheiden rioolstelsel terechtkomt. Ikend, nietwaar? Een verklaring is op zijn plaats. Iedereen weet onze streken valt "verzuurd" is en dat de natuur er de dupe van is. Maar behalve een ontoelaatbare zuurgraad bevat de regen ook vaste deeltjes die in de atmosfeer terecht zijn gekomen door onder andere industriële bedrijven.

ken, straten en pleinen valt, is dus al vervuild. Maar op zijn weg naar de vervuiling van het regenwater toe. De regen slijpt de vervuiling langzaam, heel langzaam, maar o zo zeker. Hetzelfde gebeurt met straten en regenpijpen. Kunststof, zink, lood. Op verharde straten en pleinen, bevinden zich resten van olie, benzine en vaste deeltjes. Stof van remvoeringen, slijpsel van banden. Dat alles is er de oorzaak van dat het regenwater veel erger vervuild is dan het oppervlaktewater. Geen wonder dat de overheid de overstorten wil

alles is dat ook het regenwater moet worden gezuiverd in AWZI's. Voeger dagen kwistig aan het oppervlaktewater toevertrouwen dat is schoon water. Ja, ja.

chrijdt voort; onze samenleving wordt technischer, complexer. Er is een zwaarder beroep worden gedaan op onze ondergrondse waterreserves. Het is niet anders als in vroeger dagen het geval was, essentieel is voor onze samenleving ter beschikking hebben van voldoende drinkwater, het is de vervuiling van de grond, de zuivering van steeds grotere hoeveelheden water stelt de mens voor schier onoplosbare problemen. Die problemen worden verzwaard omdat onze riolen niet "up to date" zijn.

en samenleving als de onze? Dat onze rioolstelsels niet "comme il faut" zijn. Het is niet anders als in vroeger perioden van grote economische bloei doormaken!

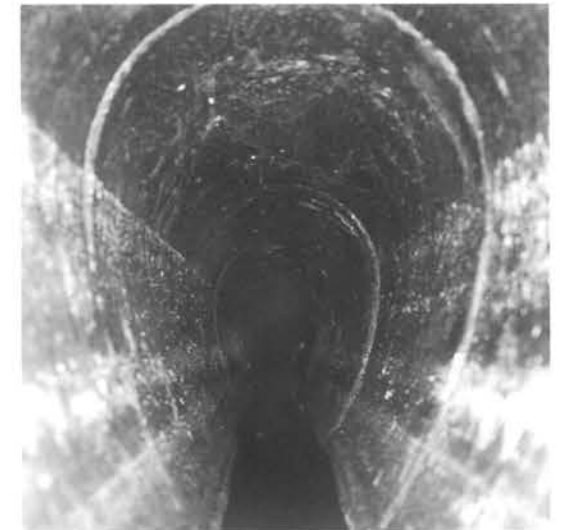


Foto van een inspectie van oude, ei-vormige buizen die er nog redelijk uitzien na vijftig jaar trouwe dienst. Het probleem bij dit buistype schuilt in de verbinding, die met behulp van speciale kit of speciale band tot stand moest komen. De verbinding is daardoor star in plaats van flexibel, wat zij moet zijn.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Wie voor die vragen een antwoord wil vinden, die moet bij de rioolbeheerders te biecht gaan, bij de gemeenten dus, en de kans is groot dat die op hun beurt zullen wijzen naar politici.

Geen "kosmetisch" item

Het moet maar eens gezegd worden: in het verleden, toen het milieu nog niet of nauwelijks ter discussie stond, was praten over rioleringen weinig aantrekkelijk. Welke politicus wilde discussiëren over viezigheid en nog wel over die van hem- of haarzelf? Daar viel weinig eer aan te behalen. Riolering was, politiek beschouwd, geen "kosmetisch" item.

Het budget voor rioleringswerken werd dan ook beschouwd als een soort sluitpost op de begroting voor openbare werken. En hoe werden de aanleg van riolen en het onderhoud ervan gefinancierd? Kort en bondig: de aanleg werd betaald uit de grondexploitatie en het onderhoud uit de algemene middelen.

Kwantiteit boven kwaliteit

Maar in elke gemeente groeide het rioolnet met kilometers. Elk zichzelf respecterend dorp of stad beijverde zich voor toename van de industriële activiteit. Kwam die er, dan moesten er woonwijken worden gebouwd en moesten er tal van voorzieningen komen op het gebied van onderwijs en maatschappelijke zorg. Vooral in de jaren zestig, één generatie terug, prevaleerde kwantiteit boven kwaliteit. Als de infrastructuur er maar kwam, als de fabrieken, de scholen, de kantoren en de huizen er maar waren. Snel.

De stelsels groeien

Steeds meer rioolleidingen, steeds gecompliceerdere stelsels en... verhoudingsgewijs steeds minder geld voor het onderhoud en voor, wat zeker zo belangrijk was, vernieuwing van oude stelsels. Niettemin maakte men zich weinig zorgen. Er zat immers beton in de grond? Dat ging, zo veronderstelde men, generaties lang mee.

Aan het einde van de jaren zeventig en in het begin van de jaren tachtig komen de eerste signalen dat het spaak loopt. Rioolinspecties -van systematische, periodieke controles was nog maar in beperkte mate sprake; er was tijd noch geld voor- waarbij voor het eerst gebruik wordt gemaakt van op afstand bedienbare foto- en televisiecamera's die een even bruikbaar als scherp beeld leveren, tonen dramatische ontwikkelingen in de ondergrondse wereld. Voordien kon men riolen slechts inspecteren met behulp van een spiegel in de ene put en een lichtbron in de volgende. Tenzij de riolen groot genoeg waren om erin te kruipen. Maar dat kan in het beste geval pas bij stelsels met een inwendige diameter van 800 mm en groter maar het overgrote deel van de riolen heeft kleinere afmetingen.



*ioolleiding met behulp van
1. Een perfect systeem. Andere
ken met spiegels of fysieke
ding groot genoeg is.*

nitor

onde de beeldbuis, de monitor bij dergelijke inspecties?
oken buizen*, discutabele verbindingen*, boomwortels tot ver in
n weggevreten beton*.

siebeelden waren zo schokkend dat in de tweede helft van de
tig velen dachten dat onze ondergrondse infrastructuur in zijn
est worden vernieuwd en dat beton, het zo betrouwbare
voor rioleringen, voor de toekomst ongeschikt zou zijn. Een door
oorzaakte psychose, die alleen maar kon "genezen" door
aststelling van de feiten. Dat gebeurde in 1988 door middel van
itatief Onderzoek Vrij verval Rioleringen in Nederland (NIPO)
eer dan 26.000 km riool, dus bijna de helft van het totale stelsel,
oep werd genomen. De resultaten waren verbluffend. Ruim
leek dringend aan vervanging toe. De reden: mechanische
ls verzakkingen, breuk, wortelgroei en dergelijke. Oorzaak:
ge bodem (eerder schreven we al: de bodem "werkt") die bij
igen zijn tol eiste en die bij jongere leidingen zijn werk kon doen
grote haast bij de aanleg (kwantiteit boven kwaliteit). Bovendien
erhoging van de verkeersintensiteit en de toename van de
elasting (vroeger was vijftien ton al een heel gewicht voor een
en met lading, nu razen vijftigtonners over onze wegen) een
e oorzaak voor breuk in stelsels. De overige 20% van alle schade
mische aantasting. Enerzijds door illegale lozingen van
stoffen, anderzijds door een nieuw fenomeen: concentraties van
r op specifieke lokaties in de stelsels. Zwavelzuur (H_2SO_4)
vor een chemische reactie van zwavelwaterstof (H_2S) (al in ruime
komend in de eerste riolen, zie 1) en de zuurstof in water (H_2O).
zigheid van zwavelwaterstof bleek mede het gevolg te zijn van
de "biogene" reacties in het rioolwater, veroorzaakt door
urstijging (steeds meer was- en vaatwasmachines) en
le "agressiviteit" van het rioolwater. De zwavelzuur(dampen)
cement in het beton aantasten. Omdat men nu weet waar (op
ities) zich dergelijke processen voordoen, kunnen de buizen en
plaatse worden voorzien van een beschermlaag -bijvoorbeeld
tof- of in de nabije toekomst (1993) worden vervaardigd met
zuur-resistente cementsoorten. Maar ook kunststof, PVC dan,
rijanden. Koolwaterstoffen (voorkomend in kerosine, benzine,
n en sommige vetsoorten) kunnen het materiaal aantasten.



In een speciaal daartoe ingerichte auto wordt het
camerabeeld nauwkeurig bestudeerd en worden
alle gegevens nauwkeurig vastgelegd.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

De levensduur van rioleringen

Wie over levensduur wil praten, die moet een onderscheid maken tussen de technische en de economische levensduur van een rioolstelsel.

De economische levensduur

De laatste het eerst: de economische levensduur. Na hoeveel tijd is een stelsel "afgeschreven"? Daarover bestaan in Nederland nogal uiteenlopende inzichten. Sommige gemeenten rekenen met dertig jaar, andere met veertig. Vijfendertig jaar is dus een goed gemiddelde.

Maar wordt een stelsel dan ook na die afschrijvingsperiode vervangen? Het antwoord is eenvoudigweg: nee. Als een stelsel niet hoeft te worden veranderd (grotere capaciteit, andere diepteligging, stedelijke aanpassingen, gewijzigde verkeersbelasting om maar enkele aanleidingen te noemen) dan gebeurt het vaak dat er pas na veertig, vijftig, zestig, zeventig of misschien wel tachtig jaar aan vernieuwing wordt (werd) gedacht. En die omstandigheid heeft ons in het verleden nogal in moeilijkheden gebracht.

Alvorens evenwel op die moeilijkheden in te gaan moet worden vermeld dat tegenwoordig een nieuw uitgangspunt opgeld doet: de maatschappelijke levensduur van een stelsel. Die is gebaseerd op bijvoorbeeld de vraag: hoe lang gaat een reeks woningen, een wijk, een stadsdeel nog mee? Wanneer moet er sowieso (en dat sowieso slaat dan veelal op maatschappelijke ontwikkelingen, vandaar de terminologie) vervangen worden? Kan men in die gevallen volstaan met materialen van mindere kwaliteit? Dat nieuwe uitgangspunt is levensgevaarlijk: want wat gebeurt er als de maatschappelijke inzichten of ontwikkelingen veranderen en het blijkt dat de betreffende stelsels toch moeten kunnen blijven functioneren? Men kiest voor zekerheid.

De technische levensduur

Van een aantal materialen is de technische levensduur bekend, van enkele niet. Kunststof, inzonderheid PVC, is pas relatief kort (vijfentwintig jaar) in straatriolen toegepast en men kan de technische levensduur ervan slechts berekenen door de resultaten van nu te extrapoleren (uit het berekenbare het onberekenbare trachten vast te stellen) naar bijvoorbeeld een periode van vijftig jaar of langer.

Van beton is bekend dat de technische levensduur de economische vóór overschrijdt als er geen sprake is van bijzondere omstandigheden. Die bijzondere omstandigheden hebben dan doorgaans te maken met "calamiteiten".

Geen wonder dus dat er in het verleden een groot beroep gedaan is op beton. Vaak terecht, maar, zoals helaas is gebleken, soms ook ten onrechte. Nu er nieuwe moderne inspectietechnieken zijn en inspecties structureel worden doorgevoerd (wat in het verleden zelden of nooit het geval was) kan er een meer gefundeerd beroep op beton worden gedaan.



*s gigantische afmetingen.
ote putten soms samengesteld
iatse worden gemonteerd.
samenstellende delen
schermende laag (lining)*

s een flinke achterstand opgelopen als het gaat om een aan de past rioolstelsel. Niet alleen de door mechanische schade en eraakte leidingen moeten worden vervangen (kosten naar schatting), ook een deel van de nog functionerende leidingen moet undere (kosten nog eens ongeveer drie miljard gulden). Maar zet ingseisen en milieu-eisen op een rij en totaliseert men de bedragen komst nodig zijn, dan komt men wel aan een totaal van.... Dat bedrag is zo groot dat velen zich afvragen of we het ooit wel len. Gezien de maatschappelijke ontwikkelingen en de deplorabele ilieu zal het wel moeten...

?

deze bedragen niet meer uit de grondexploitatie en uit de 1 kunnen worden gefinancierd. Waar moet dan het geld vandaan stalen? Antwoord: de burger. Middels een in Nederland tamelijk n: het rioolrecht. Dat klinkt natuurlijk heel wat vriendelijker dan

sommige gemeenten wel geheven (er waren er ook die om welke anaf zagen), maar doorgaans ging het om een schijntje. Het in Amsterdam in 1990 bijvoorbeeld f 52,- per jaar per perceel, te iseigenaar. In die lage of geheel afwezige belasting komt rigoreus al niet lang meer duren of gezinnen, huishoudens is misschien een 1 worden geconfronteerd met jaarlijkse rioollasten van minstens geesten (bijvoorbeeld zij die denken dat we nooit voldoende geld de ondergrondse infrastructuur te optimaliseren) denken in termen 10,-. Dat dan afgezien van zuiveringslasten, reinigingsrechten voor iisvuil dan wel milieuheffingen. Daarmee worden onder meer de rbrandingsovens gefinancierd. Een somber beeld, financieel gezien. loet overleven.

oodzaak om te komen tot een systematische benadering ig) van problemen die voortvloeien uit die tweede kringloop rbanden tussen rioolbeheerders, waterkwaliteitsbeheerders en sheerders en drinkwaterbereiders), is het denkbaar dat "Rioleringen" van diensten Openbare Werken in sommige gemeenten) zullen uitgroeien tot nutsbedrijven. igmaatschappijen en elektriciteitsbedrijven. op een zakelijke leest geschoeid zullen zijn met inkomsten aan



De aanleg van rioolleiding in een stadsuitbreiding. In dit geval zijn rechthoekige putten toegepast, zoals meestal het geval is.

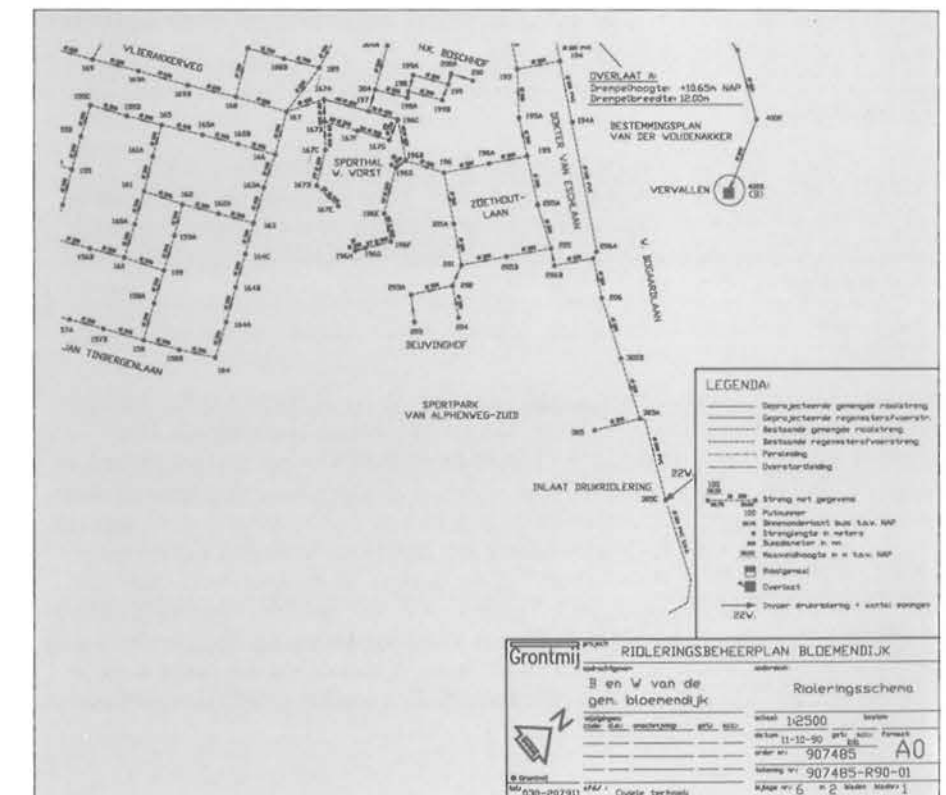
Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

de ene kant (het rioolrecht) en uitgaven (aanleg, inspectie, onderhoud, vernieuwing van rioolstelsels) aan de andere kant.

Beheerplannen

Veel Nederlandse gemeenten (ca. 60%) hebben, met de schokkende vaststellingen in de jaren tachtig als vertrekpunt, beheerplannen opgesteld. Wat hebben we, wat moet er gebeuren en hoeveel gaat dat kosten? Het percentage zal groeien naarmate de tijd voortschrijdt.

itmaakt van een beheerplan



Inventarisatie

De inventarisatie speelde daarbij een grote rol. Vaak moesten gemeenten helemaal opnieuw vaststellen hoeveel riolen er waren, welke lengte ze hadden, hoe oud ze waren enzovoorts. Uit het eerder geciteerde kwantitatieve onderzoek bleek bijvoorbeeld dat er tal van gemeenten waren die niet wisten over hoeveel kilometer riool zij beschikten, laat staan welke ouderdom die riolen hadden. Dat verklaart ook bijvoorbeeld waarom men in 1988 nog dacht dat er in Nederland 50.000 km

zig was terwijl drie jaar later kwam vast te staan dat het om
weinig wist men van wat er onder de grond aanwezig was en

iemaatregelen hoorden ook inspecties. Wat die aangaat: het komt
at alle riolen in een gemeente zijn geïnspecteerd. Inspecties
fsgewijs, ook bij een structurele aanpak, en een gemeente die er
wart van haar stelsel te hebben geïnspecteerd, kan terecht trots

een algemeen beeld omtrent de toestand waarin de rioleringen
leveren, inspecteert men bij voorkeur juist die leidingen die op
toename van verkeersbelasting of onvoorspelbaar grondgedrag
ig hebben. Maar hoe nu de toestand te beoordelen? Welke criteria
schade" en wanneer is die schade "ernstig"? Om een eenduidige
iade-aspecten bij inspecties te bewerkstelligen is de "rioolschade-
andse norm 3399) tot stand gekomen. Deze catalogus moet
pectiebedrijven een bruikbare kwaliteit leveren als het gaat om
Richtlijnen voor de beoordeling van de waargenomen
rden gegeven in de Nederlandse Praktijkrichtlijn "Inspectie en
3398).

eer

de inspecties, de beheerplannen en wat dies meer zij moeten leiden
entelijk waterbeheer". Daar horen ook nog twee andere zaken bij
r de gemeentelijke verantwoordelijkheid ressorteren: de
ing en de zorg voor het stedelijk water. Onder stedelijk water
gels, kleine plassen, vijvers en dergelijke. Al het water dat niet
ppen valt. Men zou integraal waterbeheer ook in breder
zien: als het samenwerkingsverband tussen gemeenten,
erders en waterkwantiteitsbeheerders. Het beheer, in de ware zin
die eeuwige kringloop van het water.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Overzicht van instanties en instellingen die zich met de ondergrondse infrastructuur, inzonderheid riolering, bezighouden

Afkortingen

AWZI: Afvalwaterzuiveringsinstallatie
CEN TC: Comité Européen de Normalisation, Technical Committee
C.R.O.W.: Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek
CSH: Contactgroep Stedelijke Hydrologie
CUR: Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving
DCB: Directie Coördinatie Bouwbeleid (VROM)
DGM: Directoraat-Generaal Milieubeheer (VROM)
EWPCA: European Water Pollution Control Association
EZ: Ministerie van Economische Zaken
FKS: Vereniging van Fabrikanten van Kunststof Leidingssystemen voor de bouw
GWWO: Grond-, Water- en Wegenbouw-Overlegorgaan
HHS: Hoogheemraadschap
IPO: Interprovinciaal Overleg
NIDIG: Nederlands Instituut van Directeuren en Ingenieurs van Gemeentewerken
NNI: Nederlands Normalisatie Instituut
NPR: Nederlandse Praktijkrichtlijn
NVA: Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterbehandeling en Waterkwaliteitsbeheer
ONRI: Orde van Nederlandse Raadgevende Ingenieurs
RIONED: Stichting Platform Buitenriolering Nederland
RIONED-OAR: RIONED-Onderzoek-adviesraad
RIZA: Rijksinstituut Zuivering Afvalwater
STORA: Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater
TUD: Technische Universiteit Delft
VNG: Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VNO: Vereniging van Nederlandse Ondernemingen
VPB: Vereniging van Producenten van Betonleidingsystemen
VROM: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

de normen voor buizen en putten

	NORM
buizen van gewapend beton	NEN 3261
rioolbuizen van ongewapend beton met ring verbinding	NEN 7025
rioolputten en rioolputbuizen	NEN 7035
hulpstukken van gewapend beton met alen kern - - Eisen, beproevingsmethoden	
keningsgrondslagen	ontwerp NEN 7101
buizen - - Keuringseisen	N 370
betonbuizen	NEN 70
mige betonbuizen	NEN 71
- en ei-vormige betonbuizen met inlaatopeningen	N 72
moffen van ongeplastificeerd PVC voor rioolbuizen van ongewapend of gewapend beton	NEN 7060
tcementbuizen en koppelingen voor drukleidingen	
- - Eisen en beproevingsmethoden	NEN 3262
tcementmantelpersbuizen en koppelingen	
- - Eisen en beproevingsmethoden	NEN 3263
tcementbuizen en koppelingen voor buiten- ngen onder vrij verval en drainage	
- - Eisen en beproevingsmethoden	NEN 3269
oze buizen en bijbehorende hulpstukken van as- ment met nominale middellijnen t/m 250 mm voor - en standleidingen ten behoeve van gebouwen	NEN 7001
putten en rioolputbuizen van asbestcement	ontwerp NEN 3279
n van met glasvezel versterkte thermoharde kunst- r voor buitenriolering	
- - Eisen en beproevingsmethoden	NEN 7037
n en hulpstukken van met glasvezel versterkte oharde kunststoffen - Trekvaste mof-spie- ddingen met rubberdichtingselementen voor grondse leidingen	
- - Eisen en beproevingsmethoden	ontwerp NEN 7081
n van ongeplastificeerd PVC voor binnen- en rioleringen	NEN 7045
uizen en bijbehorende hulpstukken	NEN 7023

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Overzicht Wetten en Voorschriften

Langzamerhand ontstaan er steeds meer wetten, die zich rechtstreeks of onrechtstreeks met rioleringen en de aanleg ervan bezighouden. Juridische fijnproevers vinden veel van hun gading. Voor de praktijk van alledag zijn die wetten en wetsartikelen van minder belang.

Wat is dan wel van belang? Bij het ter perse gaan van dit boek is er nog sprake van de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne die mogelijk binnen niet al te lange tijd als Wet Milieubeheer te boek zal staan. Dat houdt verband met de Derde Notitie Rioleringen, die binnenkort aan de 2^e Kamer der Staten Generaal zal worden aangeboden en waarvoor experts -onder anderen degene die voor dit boek adviezen verstrekten- nog schrijvende zijn.

Hoe nu ook, de huidige en de toekomstige wet regelt twee belangrijke zaken:

- a) de zorgplicht van de gemeenten voor de aanleg en het beheer van rioleringen
- en
- b) de verplichting voor gemeenten voor het hebben van een rioleringsplan.

toekomst van rioleringen

not: Inzameling en transport van rioolwater, Waltman, Delft.

Beschaving, economie en kapitalisme, 1, 2, 3, Uitgeverij Contact,

raten en huizen, eten en drinken in de middeleeuwen, Uitgeverij
ekhandel, Antwerpen, Amsterdam.

; n.i.: Riolen, verzameling, afvoer en gebruik van faecaliën,
i, Arnhem.

Amsterdam: Het beste van alles is water.

ffer hep je een emmertje poep, een eeuw Amsterdams rioolwater,
'ering en Waterbeheersing, Openbare Werken, Amsterdam.

geschiedenis van de riolering en de waterverversing te Amsterdam,

onderzoek Vrij verval Rioleringen in Nederland, NIPO,

, 1990 1, VPB, Woerden.

, 1990 2, VPB, Woerden.

, 1991 1, VPB, Woerden.

, 1991 2, VPB, Woerden.

de grond... vraag: wat stoppen we erin? VPB, Woerden.

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden

Colofon

"Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden" is een uitgave van de Vereniging van Producenten van Betonleidingsystemen VPB te Woerden.

Redactiecommissie: ir. K. P. Gelissen
ir. C.J. Visser
ing. W. v. d. Garde
ing. R. J. L. Gijsen
J. F. X. Wolfsen
drs. J. v. d. Wurf
drs. P. van Vugt

Adviezen: ir. W.J.P. Worst
Grontmij NV, De Bilt
Afdeling Civiele Techniek

Samenstelling en realisatie: Team for Scientific and Technical Publications &
Industrial Design TSTP BV, Breda

Auteur: Ruud Bolderman

Eindredactie: Marieke van Nimwegen

Grafische vormgeving: Erik Westbroek
Computergraphics: Antoine de Lassacquère
Fotografie: Frits Phoelich e.a.

Redactiesecretariaat: Mirjam Willems

Druk : Drukkerij De Hoog & Partners BV,
Oosterhout N.Br.

De illustratie op pagina 38 is ontleend aan het archief van Chriet Titulaer.

Met dank voor de medewerking van Riolering en Waterhuishouding Amsterdam, die tevens voor de illustraties op pagina 17, 20 en 22 zorgde.

©1992 VPB Woerden/TSTP BV, Breda

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbenden.

Meer dan driekwart van alle riolen zijn gemaakt van beton. Dat is verklaarbaar, want wat is er logischer dan "grond" in de grond te stoppen? Beton bestaat immers uit zand, grind en cementsteen en dat wijkt niet of nauwelijks af van wat zich van nature in de grond bevindt.

Naarmate de samenleving zich verder ontwikkelt, worden zwaardere eisen aan riolen gesteld. We transporteren steeds meer, steeds agressiever en steeds warmer afvalwater door onze kostbare bodem.

Om aan die eisen tegemoet te komen heeft zich in Nederland een industrietak ontwikkeld die, vergeleken met die in andere geïndustrialiseerde landen, zijn weerga niet kent. Wie associeert beton met computer aided manufacturing? Wie verbindt de betonnen buis en put met computer aided design? Wie legt een verbinding tussen wetenschap, onderzoek en ontdekkingen en betonnen riolen?

De veertien individuele bedrijven bundelen hun kennis, knowhow en ervaring. Om toonaangevend te blijven. Veel van hun activiteiten worden gecoördineerd door de Vereniging van Producenten van Betonleidingsystemen VPB. Die VPB is uitgeefster van dit boek.



VERENIGING VAN PRODUCENTEN VAN BETONLEIDINGSYSTEMEN VPB
ZAAGMOLENSTRAAT 20
POSTBUS 194
3440 AD WOERDEN