

# Geotechniek en milieu-geotechniek in Ruimte voor de Rivier

Projectnummer  
CO-404610

Versie  
1 Concept

Datum  
april 2002

Opgesteld in opdracht van  
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en  
Waterbouwkunde  
Postbus 5044  
2600 GA DELFT



Postbus 69  
NL-2600 AB Delft  
Stieltjesweg 2  
NL-2628 CK Delft

Telefoon (015) 269 35  
00  
Telefax (015) 261 08  
21  
info@geodelft.nl  
www.geodelft.nl

Postbank 234342  
ING Bank NV  
rek.nr.65.09.62.524  
KvK S41146461 Delft

Rapportnummer  
CO-404610/5

Datum  
april 2002

Versie  
1 Concept

Aantal pagina's  
26

Titel / subtitel

Geotechniek en milieu-geotechniek in Ruimte  
voor de Rivier /

Samenvatting rapport

In dit rapport wordt een inventarisatie gemaakt van de kennisbehoeften met betrekking tot Ruimte voor de Rivier vanuit de gezichtspunten van de kennisdisciplines geotechniek en milieu-geotechniek. De inventarisatie is bedoeld om deze kennisbehoefte te signaleren, en om aan te geven of dit onderwerpen betreft die 'witte vlekken' betreffen waarnaar onderzoek zou moeten worden verricht en gaat in op de vraag of dit in bestaande onderzoeksprogramma's kan worden ingepast of niet.

Projectleider(s)

Theo Stoutjesdijk  
Eline van der Hoek

Projectbegeleider(s)

Hans Dekker

Overige leden projectteam

Benno Koehorst  
Erik Bijlsma  
Ruud Nijland

Versie

Datum

Opgesteld door

Paraaf

Gecontroleerd door

Paraaf

1

april 2002

Std/Hoek

Dk

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Kader</b>	<b>3</b>
2.1	Breed maatschappelijk kader	3
2.2	Ruimte voor de Rivier in geotechnische optiek	4
2.3	Ruimte voor de Rivier in milieu-geotechnische optiek	9
2.4	Lopende en komende onderzoekskaders	10
<b>3</b>	<b>Geotechniek en milieugeotechniek in Ruimte voor de Rivier</b>	<b>13</b>
3.1	Inleiding	13
3.2	Inbreng van de kenniscomponent 'geotechniek'	13
3.2.1	Veiligheidsfilosofie	13
3.2.2	Buitendijkse maatregelen	14
3.2.3	Binnendijkse maatregelen	16
3.2.4	Lange duur effecten	17
3.3	Inbreng van de kenniscomponent Milieu-geotechniek	17
3.3.1	Grondstoffenstromen en actief bodembeheer	17
3.3.2	Omputten	18
3.3.3	Alternatief (bouwen op bagger)	19
3.3.4	Verspreiding verontreinigingen door tijdelijke inundatie	19
<b>4</b>	<b>Voorstel indeling onderzoeksonderwerpen</b>	<b>21</b>
4.1	Inleiding	21
4.2	Geotechniek	21
4.3	Milieu-geotechniek	22

Fout! Geen inhoudsopgavegegevens gevonden.

# 1 Inleiding

In de werkgroep TAW Rivieren is in november 2001 met betrekking tot het project 'Ruimte voor de Rivier' afgesproken dat vanuit alle vakdisciplines in kaart gebracht dient te worden welke kennisbehoeften er worden geïdentificeerd. Met dat overzicht kan vervolgens worden nagegaan welke (onderzoeks)vragen nog niet in bestaande kaders worden opgepakt. Voor die resterende 'witte vlekken' zal worden bekeken of aanvullend onderzoek moet worden geprogrammeerd. Voorwaarde om dergelijk nieuw onderzoek te financieren is dat het inderdaad vragen uit de praktijk oplost, of dat de verwachting is dat het in de praktijk geld bespaart (direct, door betere of slimmere uitvoeringsmethoden bijvoorbeeld, of indirect, doordat foute beslissingen worden voorkomen of het niet dubbel uitvoeren van vrijwel hetzelfde onderzoek voor verschillende onderdelen van het project).

Eén van de vakdisciplines is de geotechniek. Hieronder wordt ook begrepen de milieu-geotechniek ofwel onderwerpen die te maken hebben met grondstoffenwinning en het omgaan met deels verontreinigde specie. In de verkennende fase van Ruimte voor de Rivier is er veel aandacht besteed aan hydraulische effectiviteit van verschillende maatregelen en zijn scenario's op hoofdlijnen doorgerekend op kosten en baten. Nu de planstudies lopen worden zaken gebiedsgericht bekeken en daardoor snel concreter. Daardoor, en door het feit dat er op korte termijn al nagedacht moet worden over ruimtereserveringen in de PKB (Planologische KernBeslissing) van de 5<sup>e</sup> Nota Ruimtelijke Ordening, wordt het steeds urgenter om, naast hydraulische effectiviteit, ook de andere effecten van voorgestelde maatregelen in kaart te brengen. Voor zover dit generieke onderzoekselementen betreft wordt (wellicht ten overvloede) onder de aandacht gebracht dat dit trajecten kan betreffen die zelf ook de nodige tijd vergen. Aangezien het moment waarop daadwerkelijk 'de schop de grond in moet' snel dichterbij komt, kan niet lang worden gewacht om de 'witte vlekken' boven water te krijgen. Dit zal deels kunnen resulteren in het bijstellen of versnellen van reeds lopend of gepland onderzoek, en misschien zullen nieuwe onderzoeksonderwerpen in beeld komen. Dit rapport onderzoekt de stand van zaken met de nadruk op de geotechnische elementen daarin.

Er is voor gekozen om een brede insteek te hanteren. Het project Ruimte voor de Rivier is geen op zichzelf staand gegeven. Het is juist de samenhang van ingrepen in de verschillende watersystemen die elkaar beïnvloeden en vervolgens de invloed van die ingrepen op morfologie, ruimtelijke ordening, sterkte van de waterkering, economie, geo-ecologie, landschap, natuur en cultuur, enzovoort met als politieke sluitpost de veiligheidsbeleving van de burger die het project zo complex maken. Daarnaast is er een sterke samenhang van de vereiste veiligheid met andere beleids- en onderzoeksthema's als Waterbeheer 21<sup>e</sup> Eeuw, Veiligheid Nederland in Kaart en wat 'Werkelijke sterkte' genoemd zou kunnen worden: is de werkelijke sterkte van de dijken groter dan wat we nu in rekening durven te brengen? Dit rapport probeert daarom als eerste om hier een samenhangende beschrijving van te geven (hoofdstuk 2). Op die manier wordt ook het maatschappelijk speelveld duidelijk en wordt een perspectief gegeven vanuit de onzekerheden die inherent zijn aan de geotechniek. Vanuit dat standpunt wordt ook duidelijk dat er winst te behalen is bij het insteken op een vermindering van die onzekerheden.

Hierna zal worden ingegaan op de kennisbehoeften die op het gebied van de geotechniek en de milieu-geotechniek leven (Hoofdstuk 3). In de paragraaf die over inbreng van uit de discipline geotechniek gaat (paragraaf 3.2) wordt een splitsing gehanteerd tussen:

- ingrepen buitendijks
- ingrepen waarbij de dijk verlegd wordt
- ingrepen binnendijks
- generieke elementen (veiligheidsnormering en verminderen onzekerheden).



In paragraaf 3.3 wordt specifiek ingegaan op de inbreng vanuit de milieu-geotechniek.

In Hoofdstuk 4 wordt getracht dit verder uit te splitsen in categorieën die al zijn ingepast in lopend onderzoek, onderzoek dat in komend onderzoek kan worden ingepast en 'witte vlekken'.

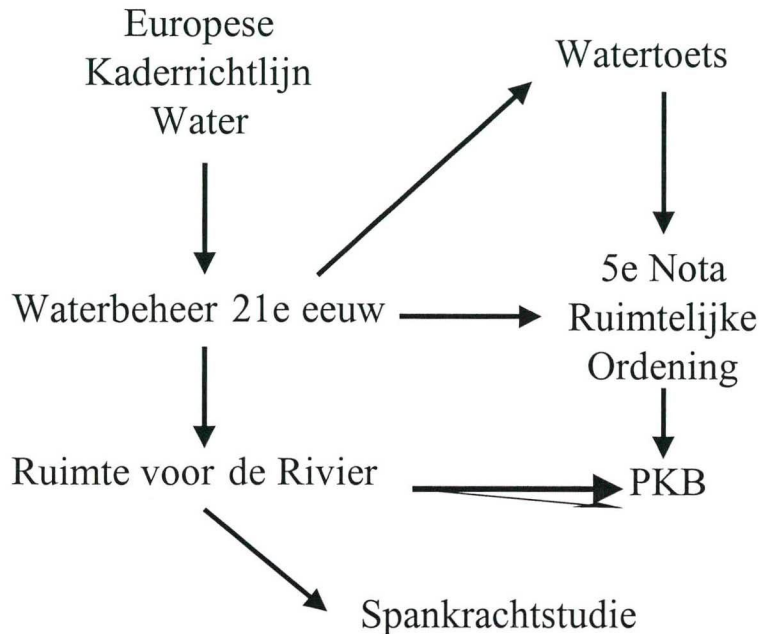
Dit rapport is tot stand gekomen in samenwerking tussen Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, en GeoDelft.

*<< als er bredere afstemming heeft plaatsgevonden, bijvoorbeeld met een klankbordgroep of TAW werkgroepen dan kan dat hier worden gemeld>>*

## 2 Kader

### 2.1 Breed maatschappelijk kader

Het project Ruimte voor de Rivier is een breed maatschappelijk project. Het onderstaande schema illustreert dat.



#### *Europese Kaderrichtlijn Water*

In de Europese Kaderrichtlijn Water wordt Nederland onderverdeeld in 4 deelstroomgebieden: Rijn, Maas, Schelde en Eems. De uitwerking van de Kaderrichtlijn richt zich met name op waterkwaliteit, en minder op waterkwantiteit. Verwacht kan worden dat zich hierin in de komende jaren een verschuiving voor kan doen. Een lopend internationaal samenwerkingsverband is IRMA (Internationale Rijn-Maas Activiteiten). Hierin besloten ligt het begrip dat de stroomgebiedbenadering een transnationaal karakter heeft.

#### *Waterbeheer 21<sup>e</sup> Eeuw en Ruimte voor de Rivier*

Het project Ruimte voor de Rivier is ontstaan uit een mondiaal probleem: het broeikaseffect en de daarmee samenhangende klimaatsverandering die resulteert in zeespiegelrijzing en meer extreme neerslag. Dit kan vervolgens leiden tot de volgende effecten:

- zeespiegelrijzing
- hogere en langduriger maatgevende afvoeren/waterstanden op de rivieren;
- in de polders treedt vaker wateroverlast op en boezemsystemen raken eerder overbelast;
- verandering in regionale geohydrologie, bijvoorbeeld verplaatsen van de zout-zoet grens, vernatting, verdroging.

De eerste twee effecten zijn het primaire aandachtspunt van Ruimte voor de Rivier. De andere twee punten kunnen wellicht beter onder het gedachtengoed van de adviezen van de commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> Eeuw worden geschaard. Feitelijk behoren alle vier punten daartoe, en is Ruimte voor de Rivier een uitwerking die zich concentreert op de grote rivieren. Waterbeheer 21<sup>e</sup> Eeuw bepleit een integrale aanpak van stroomgebieden (wat in het ene gebied verandert heeft invloed op het volgende). Ruimte voor de Rivier volgt dit principe omhoog (internationaal), maar de aanpak omlaag (de invloed van ruimte voor de rivier op regionale of lokale systemen en vice versa) is in mindere mate uitgewerkt.

Met betrekking tot het advies van de Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> Eeuw heeft het kabinet het standpunt 'Anders omgaan met water' geformuleerd. Omdat er een duidelijke relatie is tussen overlast door water, ruimtelijke ordening en de organisatie van het watersysteem op lokaal en regionaal niveau is door het Rijk, de Provincies (IPO), waterschappen (Unie van Waterschappen) en gemeentes (VNG) een bestuursovereenkomst gesloten. Hierin worden instrumenten als 'watertoets' en 'waterkansenkaart' genoemd. In het kader van dit rapport wordt benadrukt dat Ruimte voor de Rivier niet losgekoppeld kan worden van ontwikkeling in regionale watersystemen. Beslissingen in het kader van Ruimte voor de Rivier hebben invloed op regionale watersystemen, en omgekeerd.

### *5<sup>e</sup> Nota Ruimtelijke Ordening*

In de 5<sup>e</sup> Nota Ruimtelijke Ordening wordt water nadrukkelijk als ordenend principe erkend. In de Planologische Kernbeslissing (PKB) die in voorbereiding is moet de benodigde ruimte voor water worden gereserveerd. Dit heeft met name een relatie met de planstudies, waarin het benodigde ruimtebeslag voor maatregelen tot 2015 moet worden aangegeven.

### *Spankrachtstudie*

Inmiddels loopt ook de Spankrachtstudie. Centrale vraag is tot welk niveau de afvoercapaciteit van de Rijntakken kan worden vergroot, en wat daar bij verschillende scenario's aan binnendijkse ruimte voor nodig is. Dit moet resulteren in inzicht in het benodigde ruimtebeslag dat nodig om deze afvoeren per riviertak te accommoderen. Dit wordt weer meegenomen in de planstudies.

### *Watertoets*

De Watertoets is een instrument. Met behulp van de Watertoets kan voor ruimtelijke ingrepen worden aangegeven wat de invloed van deze ingrepen op de waterhuishouding is. De Watertoets maakt deel uit van de afspraken tussen Rijk, provincie, waterschappen en gemeenten. Van de waterschappen worden *waterkansenkaarten* verwacht. Hierop wordt aangegeven welke ruimtelijke ontwikkelingen in welk gebied het best in overeenstemming zijn met de waterhuishouding. Het uitgangspunt bij beide ontwikkelingen is minimaal geen vermindering van de flexibiliteit van de waterhuishouding, en waar mogelijk, vergroting van de flexibiliteit van het watersysteem. Dit principe is primair geïntroduceerd in het denken volgens WB 21 eeuw, maar is op (inter)nationale schaal ook van toepassing op het beleid Ruimte voor de Rivier.

## **2.2 Ruimte voor de Rivier in geotechnische optiek**

### *Ruimte voor de Rivier*

De verkennende fase van Ruimte voor de Rivier is inmiddels achter de rug (Ruimte voor Rijntakken, Integrale Verkenning Benedenrivierengebied). Hierbij is gekozen voor een gebiedsgewijze benadering, waarbij regionale directies van Rijkswaterstaat de studies aansturen



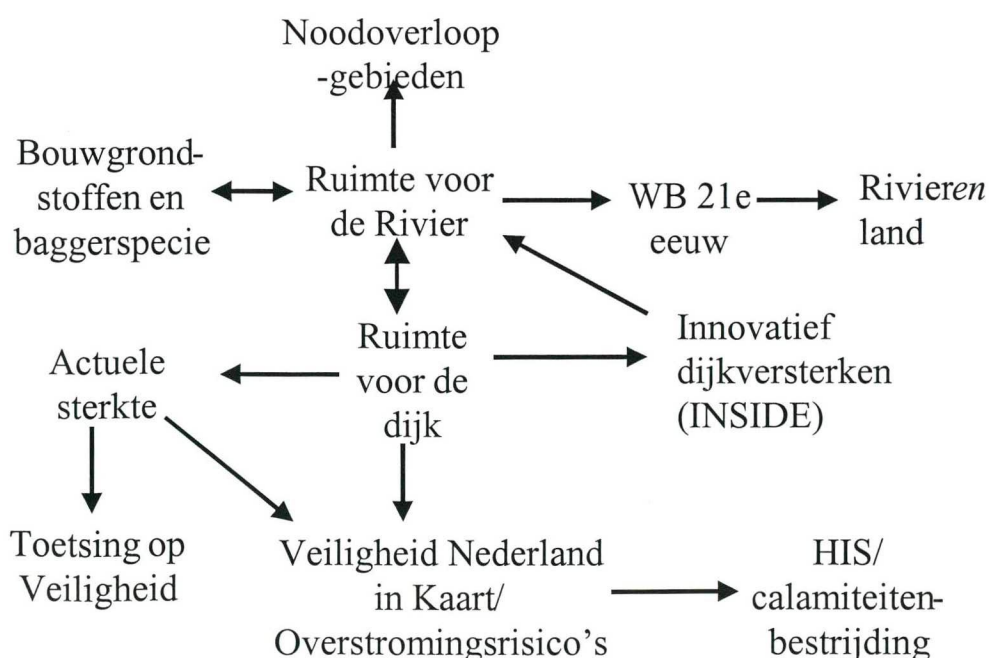
en coördineren. Door het Centraal Planbureau is gekeken naar de maatschappelijke kosten en baten.

Naar aanleiding van de resultaten van de verkennende fase heeft de Nederlandse regering het 'Kabinetsstandpunt Ruimte voor de rivier' uitgebracht. Het standpunt heeft als doel de planstudies te starten om de wettelijk vereiste veiligheid tegen overstroming door de rivieren zo spoedig mogelijk in overeenstemming te brengen met de per 2001 geldende verhoogde maatgevende afvoeren.

Het kabinet kiest voor een goede mix van technische en ruimtelijke maatregelen, met een principe-voorkeur voor ruimtelijke maatregelen, als uitgangspunt voor de volgende fase van "Ruimte voor de rivier". In deze volgende fase, de planfase, worden, samen met de provincies, de waterschappen en de gemeentes, de in de verkenning getraceerde oplossingen uitgewerkt en geselecteerd ter voorbereiding van de uitvoeringsfase. Het einde van de planfase wordt voorzien in 2003. Vervolgens loopt de uitvoeringsfase tot 2015.

Landelijk heeft het Rijk de sturende rol. Regionaal krijgen de Provincies en Waterschappen een prominente rol. Bij de huidige stand van zaken is er sprake van het zoeken van bestuurlijke vorm voor overleg- en projectorganisatie. Dit is een eerste voorwaarde voor het slagen van het project. Bij de praktische invulling wordt op dit moment nog uitgegaan van het 'opknippen' van het studiegebied in kleinere eenheden, bijvoorbeeld in stukken van 20 km lang. Bij deze gang van zaken is het echter zaak om te waarborgen dat de kenniscomponent, voor zover dat geen specifiek lokaalgebonden knelpunt betreft, tijdig en op generiek niveau wordt ontwikkeld. Zonder dat besef bestaat de kans dat er foute keuzes worden gemaakt of dat er dubbelingen in kennisontwikkeling plaatsvinden.

Mede vanuit dat besef is het goed om Ruimte voor de Rivier niet als 'op zichzelf bestaand' te beschouwen, maar een aantal relaties te leggen met andere ontwikkelingen. Deze ontwikkelingen kunnen zowel (kennis) toeleverend zijn als 'afgeleide van' of 'hangt sterk samen met'. In de volgende figuur zijn deze verbanden schematisch weergegeven. Naarmate er langer over dit schema wordt nagedacht bestaat de neiging om nieuwe dwarsverbanden te ontdekken.





## *Ruimte voor de dijk*

'Ruimte voor de dijk' is een initiatief van de DWW, om naast de hydraulische, morfologische, economische, landschappelijke en ruimtelijke component aandacht te vragen voor de geotechnische aspecten van het Ruimte voor de Rivier project. Inmiddels zijn in de praktijk bij de eerste herinrichtingsprojecten van uiterwaarden de eerste negatieve ervaringen al opgedaan die de noodzaak hiervan onderstrepen. Zo moet (hoewel Ruimte voor de Rivier in eerste instantie is bedacht om verdere dijkversterking te voorkomen) worden geconstateerd dat bij één project de buitendijkse afgravingen een dusdanige negatieve invloed hadden op de binnendijkse geohydrologie dat ter compensatie hiervan een binnendijkse dijkversterking noodzakelijk was. Bij een ander project constateert men klachten door toegenomen kwel onder normale omstandigheden. Over de consequenties (veiligheid) bij maatgevende omstandigheden is bij dit project nog niet goed nagedacht. Ruimte voor de Dijk is ontstaan om dit soort ongewenste effecten nadrukkelijker in kaart te brengen en een juiste plek in de besluitvorming te geven.

## *Ruimte voor de Rivier*

'Ruimte voor de dijk' is toeleverend (beslissingsondersteunend) aan het veelomvattender Ruimte voor de Rivier. In feite is alle kennis dat. Door kennisdisciplines onder te belichten kunnen foute beslissingen worden genomen, die bij nadere uitwerking van de planvorming op lokaal niveau en in de uitvoeringsfase voor onaangename verrassingen kunnen zorgen. Zo is erkenning nodig van het feit dat ingrepen in de rivier invloed kunnen hebben op de sterkte van de dijk. Veel van deze effecten kunnen worden beoordeeld met bestaande kennis. Wel is het vervolgens van belang zich te realiseren dat het van het uiterste belang is om bij het inschatten van de effecten gebruik te maken van de 'state of the art', en die 'state of the art' op relevante punten aan te scherpen. Via dat pad liggen er verbanden met de werkelijke sterkte van de dijk, de toetsing van de dijk, het overstromingsrisico en calamiteitenbestrijding. Maatregelen die de intentie hebben om de veiligheid (duurzaam) te waarborgen kunnen diezelfde veiligheid op onbedoelde manier beïnvloeden.

Binnendijkse maatregelen in het Ruimte voor de Rivier project zoals calamiteitenberging en groene rivieren zijn in feite ruimtelijke ingrepen. Hier liggen raakvlakken met een project als Innovatief Dijkversterken (INSIDE). In dit project worden mogelijkheden onderzocht om zonder extra ruimtebeslag toch dijken te versterken. Door dit soort ontwikkelingen niet mee te nemen in de afwegingen wordt het keuzeproces tussen verschillende mogelijkheden niet op de juiste feitelijke informatie gebaseerd.

Opgemerkt wordt dat de Nederlandse regering in het 'Kabinetstandpunt Ruimte voor de Rivier' kiest voor een afgewogen mix van ruimtelijke maatregelen en technische mogelijkheden. Een voorkeur voor (duurzame) ruimtelijke maatregelen, neemt niet weg dat het omslagpunt tussen de beide elementen gebaseerd moet zijn op volledige informatie. De ruimtelijke maatregelen kunnen vooralsnog aanzienlijk duurder zijn en meer nadelige effecten hebben op de overige belangen dan de technische ingrepen (dijkversterking).

## *Waterbeheer 21e eeuw*

De commissie Waterbeheer 21e eeuw pleit in haar rapportage voor een herstel van veerkracht van de watersystemen. Dit geldt zowel op regionaal niveau als op stroomgebiedniveau. Bekend is het principe 'bergen, vertragen, afvoeren'. Dit principe wordt ook gehanteerd voor Ruimte voor de Rivier. Een vraag die zich met name ten aanzien van de regionale systemen laat stellen is: wat is het gewenste of vereiste beschermingsniveau. Hoe vaak mag wateroverlast optreden? Met welke kans mag een boezemkade doorbreken? Dit is een vraag die in verband kan worden gezien met een mogelijke herziening van het gewenste beveiligingsniveau langs primaire waterkeringen. Zowel voor primaire waterkeringen als voor regionale waterkeringen zou uitgegaan kunnen worden van een gelijk risiconiveau (kans maal schade). Het maakt de burger in beginsel niet uit of hij schade oploopt door water uit de rivier of water uit de boezem. De politieke keuze voor een aanvaardbaar risiconiveau wordt dan de beveiligingsnorm. Dit geeft verbanden met werkelijke sterkte (wat is de faalkans van de huidige waterkeringen, want die



moet je dan nauwkeurig vast kunnen stellen) en het project Veiligheid Nederland in Kaart (die de overstromingsrisico's voor primaire waterkeringen in kaart beoogt te brengen). Dit geeft aanleiding tot twee opmerkingen:

- maatregelen in het kader van Ruimte voor de Rivier moeten zo mogelijk zijn afgestemd op de (mogelijk toekomstig nieuwe) normering ten aanzien van veiligheid. Veiligheid wordt hierbij meer en meer uitgedrukt in risico's.
- op basis van de resultaten van het project Veiligheid Nederland in Kaart kunnen maatregelen in het project Ruimte voor de Rivier zich richten op de trajecten met het hoogste rendement voor wat betreft het reduceren van het overstromingsrisico. Dit, en niet alleen de hydraulische effectiviteit, is het juiste criterium om prioriteiten te stellen. In veel gevallen zal dit overigens wel degelijk samengaan.

### *Rivierenland*

Het project Rivierenland is een initiatief van de DWW. In feite wordt de gedachtengang van Waterbeheer 21e eeuw doorgetrokken naar een langere tijdsdimensie. Hoe zal Nederland er over 100, 200 of 500 jaar uitzien, gegeven zeespiegelrijzing, bodemdaling en extremere neerslag? Dit benadrukt het belang van Ruimte voor de Rivier en Waterbeheer 21e eeuw. Ook thema's als meervoudig ruimtegebruik komen aan de orde. Een andere vraag is: tot welk technisch niveau kunnen we doorgaan met steeds maar dijken verhogen?

### *Noodoverloopgebieden*

De commissie Luteijn onderzoekt mogelijke noodoverloopgebieden. Bij noodoverloopgebieden gaat het om gecontroleerd overstromen van gebieden om rampen elders te voorkomen. Noodoverloopgebieden zijn vergelijkbaar met retentiegebieden, maar bij noodoverloopgebieden gaat het om 'bovenmaatgevende' omstandigheden (calamiteitenberging), terwijl retentie een onderdeel is van Ruimte voor de Rivier (beperken van de kans op het optreden van maatgevende en bovenmaatgevende omstandigheden, ofwel bergen en vasthouden van water. Als retentiegebieden zijn aangewezen kan de invloed daarvan op de maatgevende waterstanden in de norm verwerkt worden.

### *Bouwgrondstoffen en baggerspecie*

Bij het uitvoeren van het Ruimte voor de Rivier project komen aanzienlijke grondstoffenstromen en baggerspecie vrij. Een deel van deze grond kan worden ingezet als hoogwaardige bouwstof. Een deel zal kunnen worden omgewerkt tot bruikbare (secundaire) bouwstof. Een deel zal moeten worden geborgen als verontreinigde specie. De mogelijkheden en onmogelijkheden om de vrijkomende specie te hergebruiken dan wel binnen het project te bergen bepalen voor een belangrijk deel de financiële haalbaarheid van het Ruimte voor de Rivier project. De recente ervaringen bij de Maaswerken spreken hier boekdelen. Hier komt ook het idee van 'omputten' uit voort. Kunnen in de uiterwaarden zandwinputten worden gemaakt (opbrengst) die vervolgens milieutechnisch verantwoord kunnen worden volgestort met verontreinigde specie? De zandwinning mag hierbij geen gevaar opleveren voor de waterkering, maar hiernaast speelt milieu-geotechniek een belangrijke rol om te bepalen wat de civiele toepasbaarheid, bewerkbaarheid (o.a. zandscheiding) of randvoorwaarde voor verantwoorde opslag van materialen is.

### *Actuele sterkte*

Onder het begrip 'Actuele sterkte' worden in het spraakgebruik een aantal helaas nogal verschillende begrippen samengevat. Zo kan zowel het beter begrijpen en schematiseren van de sterkte van dijken hieronder worden gevat ('In 1995 waren de dijken veel sterker dan we dachten' of te wel: 'Werkelijk aanwezige sterkte'), het door lokaal onderzoek aantonen dat de dijk lokaal sterker is ( 'Locale sterkte') maar ook het doorstaan hebben van een hoge waterstand



in het verleden ('Bewezen sterkte'). Tenslotte wordt de inzet van zo geavanceerd mogelijke rekenmethoden bij de toetsing ook wel aangeduid als actuele sterkte-onderzoek. Het zou dan ook beter zijn te spreken van 'werkelijke sterkte': wat is de dijk gegeven maatgevende omstandigheden werkelijk waard? In de geotechniek wordt gewerkt met vrij grote onzekerheden: vaak op basis van puntinformatie (boring of sondering) worden uitspraken gedaan over dijktrajecten van 100 meter of langer. De kans dat hiertussen een ongunstiger situatie aanwezig is moet in de beschouwingen worden betrokken. Verder variëren de sterkte-eigenschappen van een grondlaag van plaats tot plaats, maar er moet wel met een veilige waarde worden gerekend. Waterspanningen en stijghoogtes in de ondergrond en het dijklichaam onder maatgevende omstandigheden zijn van wezenlijk belang voor de stabiliteit, maar moeilijk te voorspellen. Tot slot wordt nog niet alles bij het gedrag van grond begrepen, en kunnen de modellen dus ook beperkingen hebben. Dit alles geeft dat er tussen de stabiliteitsbeschouwing en de werkelijk aanwezige situatie een groot verschil kan zitten. In deze zin is de werkelijke sterkte van de dijk een continu onderwerp van onderzoek. Het doel van dit onderzoek (maar dat komt slechts zelden goed over het voetlicht) is dat door de onzekerheden te verkleinen de marge tussen stabiliteitsbeschouwing en werkelijk aanwezige situatie verkleind kan worden waardoor scherper kan worden getoetst en scherper kan worden ontworpen. Tekort aan kennis levert grote veiligheidsmarges. Dit kost veel geld, bijvoorbeeld bij onterecht afkeuren bij een veiligheidstoetsing, bij dijkversterking, maar ook bij een achteraf onnodige evacuatie. Er kan niet genoeg worden benadrukt dat betere kennis uiteindelijk besparing oplevert.

In het kader van Ruimte voor de Rivier speelt het begrip kennis van de werkelijke sterkte van dijken met name bij twee aspecten: de vraag ten aanzien van het voldoen aan het vereiste veiligheidsniveau (de kans dat de waterkering bezwijkt bepaalt in feite de aard en grootte van de ingreep die moet worden nagestreefd) en het bepalen van het moment van de inzet van calamiteitenberging (die uit economisch oogpunt zo lang mogelijk wordt uitgesteld).

### *Innovatief dijkversterken (INSIDE)*

Het project Innovatief dijkversterken (INSIDE) onderzoekt de mogelijkheden om met zo gering mogelijk ruimtebeslag bestaande dijken te versterken. Dit heeft met name daar waar het ruimtebeslag voor binnendijkse dijkversterking beperkt is mogelijkheden. De maatregelen zijn ten opzichte van traditioneel versterken waarschijnlijk duurder, maar kunnen wel knelpunten oplossen. In het westen van het land zal dit soort conflicterende vraagstukken nadrukkelijk aan de orde komen. Het project Innovatief dijkversterken zal in dit gebied meegewogen moeten worden bij het nemen van beslissingen in Ruimte voor de Rivier, maar ook in de Spankrachtstudie.

### *Toetsing op Veiligheid*

De toetsing op veiligheid heeft alles en niets te maken met het Ruimte voor de Rivier project. In directe zin is er geen verband. Aan de andere kant is er geen noodzaak tot maatregelen in het kader van Ruimte voor de Rivier als aan de huidige veiligheidseisen wordt voldaan. De toetsing op veiligheid geeft daarom mede de voornaamste knelpunten in de huidige situatie weer. De aanbeveling is om deze in samenhang met het aanwezige overstromingsrisico aan te pakken.

### *Veiligheid Nederland in Kaart*

Het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) is een vervolg op de 'Marsroute'. Beoogd wordt de overstromingsrisico's voor heel Nederland in kaart te brengen. Een uitvloeisel hiervan kan zijn dat de gewenste veiligheid tegen overstromen wordt herbeschouwd. De huidige normen gaan uit van een situatie die sinds tientallen jaren niet meer is gewijzigd. De geïnvesteerde waarde is sindsdien aanzienlijk toegenomen. Dit kan leiden tot een herziening (veelal: een verzwaring) van de vigerende normen. Geconstateerd wordt dat het onverstandig is om hier in Ruimte voor de Rivier aan voorbij te gaan. Een herziene veiligheidsnormering kan binnen het tijdsbestek tot 2015 tot de realiteit behoren.



Het HIS (Hoogwater Informatie Systeem) biedt gegevens over waterstanden en golfhoogten, zodat bekeken kan worden of de dijk niet overloopt of overslag vertoont. Verder biedt het HIS inundatie- en schademodulen die ondersteuning bieden bij evacuatie en noodmaatregelen als de dijk dreigt te bezwijken. Een sterktemodule voor de waterkeringen ontbreekt. Toch is het juist bij dreigende calamiteiten van eminent belang een zo goed mogelijk inzicht in de toestand van de waterkering te hebben. Het is daarom zeker denkbaar dat het GIS van waterschappen aangevuld met geotechnische rekenmodules een dergelijke functie van sterktemodule in het HIS gaat vervullen.

Waterschappen moeten ook duidelijk maken wat zij aan calamiteitenbestrijding doen. Eigenlijk is calamiteitenbestrijding ook een onderdeel van Ruimte voor de Rivier, en omgekeerd, omdat dit enerzijds de grens aangeeft wanneer het inzetten van calamiteitengebieden of zelfs evacuatie plaats moet vinden, terwijl dit moment anderzijds zo lang mogelijk kan worden uitgesteld door adequate noodmaatregelen op lokaal niveau.

### **2.3 Ruimte voor de Rivier in milieu-geotechnische optiek**

#### *Tweede structuurschema oppervlakedelfstoffen (SODII)*

Het beleid van de rijksoverheid met betrekking tot de grondstoffenvoorziening voor de bouw heeft tot doel, om op een maatschappelijk verantwoorde wijze te voorzien in de behoefte van particulieren, bedrijven en overheid aan bouwgrondstoffen, door:

- te bevorderen dat grondstoffen zuinig en hoogwaardig worden gebruikt;
- te bevorderen dat op een verantwoorde manier zo veel mogelijk secundaire grondstoffen worden ingezet (tenminste handhaven van het huidige niveau);
- te bevorderen dat meer vernieuwbare grondstoffen worden ingezet
- en te zorgen voor het tijdig winbaar zijn van een voldoende aandeel oppervlakedelfstoffen uit Nederlandse bodem in de totale bouwgrondstoffenvoorziening, waarbij winmogelijkheden uit secundaire ontgroningen en in het Nederlands deel van het Continentaal Plat van de Noordzee beleidsmatig prioriteit hebben.

In de tweede structuurschema oppervlakedelfstoffen wordt dit beleid beschreven in een planologische kernbeslissing. Hierbij acht het kabinet voorlopig voldoende winmogelijkheden in Nederland om te kunnen blijven voorzien in de behoefte aan beton- en metselzand. In de uiterwaarden van de grote rivieren acht het kabinet diepe winning van beton- en metselzand alleen aanvaardbaar als dit gebeurt in combinatie met hoogwaterbescherming (Ruimte voor de Rivier) en als de putten die daardoor ontstaan op milieuhygiënisch verantwoorde wijze worden gevuld. Voor beton- en metselzand-winning zal in de Noordzee en het IJsselmeer/Markermeer diepe winning worden toegestaan. Gestreefd wordt naar beleidsafstemming met de omringende landen voor de lange termijn.

#### *Vierde nota waterhuishouding (NW4)*

Voor de sanering van waterbodems, de afvoer van water en het mogelijk houden van scheepvaart is en blijft baggerwerk noodzakelijk. Ook hier komen forse grondstromen vrij. Het waterbodembeheer, het op diepte houden van toegangsgeulen, vaarwegen en havens, het bouwen en beheren van baggerspeciedepots, inclusief het verwerken van zandige baggerspecie en de sanering van waterbodems vergt jaarlijks ruim 200 miljoen gulden. In het '10-jaren-scenario waterbodems' is inmiddels becijferd dat de bestedingen om dit probleem op te lossen een veelvoud hiervan zouden moeten bedragen.



In de vierde nota waterhuishouding wordt voor waterbodems primair uitgegaan van aanpak van de vervuilingsbronnen. Naast reductie van de vervuilingsbronnen is sanering van de ernstig vervuilde waterbodems noodzakelijk. De regering heeft daarvoor 600 miljoen gulden extra uitgetrokken (in de periode 1999-2002 115 miljoen en in de periode 2003-2010: 485 miljoen). In het omgaan met de vrijkomende baggerspecie wordt in de komende jaren bezien of de rigide klasse-indeling kan worden vervangen door een meer gedifferentieerde aanpak: verspreiden indien verantwoord voor het ontvangende systeem, verwerken (scheiden, reinigen, toepassen) waar mogelijk tegen redelijke kosten en storten als een vooralsnog onontkoombare, maar milieu- en kosteneffectieve, sluitpost

Op 1 januari 2002 is het storten van baggerspecie in een inrichting belast via de Wet belastingen op milieugrondslag (Wbm). Echter het storten van niet-reinigbare verontreinigde baggerspecie is vrijgesteld van deze belasting. Alle verontreinigde baggerspecie met een zandgehalte van meer dan 60% wordt als reinigbaar beschouwd. Kleigrond en baggerspecie die vrijkomt in het kader van Ruimte voor de Rivier is vrijgesteld van de Wbm.

## 2.4 Lopende en komende onderzoekskaders

### TAW-DWW

De TAW heeft geen eigen middelen om onderzoek te verrichten. De DWW, als werkorgaan van de TAW, heeft dat wel. De wensen van de TAW worden zo veel mogelijk meegenomen in de WONS-programmering voor onderzoeken.

#### Wons-waterkeren

Opvallend in de WONS-programmering is dat het thema 'Veiligheid' zich richt op waterkeringen (DWW, RIKZ en RIZA), terwijl hiernaast de thema's 'Kust' (RIKZ) en 'Rivieren en meren' (RIZA) bestaan. Het pleidooi in dit rapport is juist om, net als dat in de TAW wordt gepropageerd, hier sterke dwarsverbanden in te onderkennen: de ontwikkelingen bij TAW Rivieren zijn leidend, maar er moeten wel de juiste onderzoeksvragen bij TAW Techniek en TAW Veiligheid op tafel komen.

Veiligheid	Kust	Rivieren

### Indeling WONS

	Kust	Rivieren
Veiligheid		
Techniek		

### Schema TAW

## Wons-waterbodem

In het WONS programma waterbodems worden 12 thema's genoemd. Thema 2 actief waterbodembeheer behandelt verspreiding uit putten naar grondwater en actief bodembeheer. Aangeven dat de kwaliteitsborging van waterbodem een nieuwe taak is van AKWA (Thema 12). De financiering hiervoor is nog niet rond. Ruimte voor de rivier wordt niet apart benoemd.

## STOWA

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) richt zich sinds enkele jaren ook op waterkeringen, en dan met name op alles wat de regionale waterkeringen betreft en voor wat de primaire waterkeringen betreft met name op het beheer. De STOWA laat onderzoek uitvoeren voor waterkeringbeheerders. Het merendeel van dit onderzoek is vraaggestuurd en praktijkgericht (vraagstukken waar beheerders mee zitten), een beperkt deel kan besteed worden als bijdrage aan fundamentele en daarmee risicovollere onderzoeksprogramma's.

## Delft Cluster

Delft Cluster is een samenwerkingsverband van 5 Delftse GTI's. Binnen Delft Cluster wordt onderzoek uitgevoerd dat van belang wordt geacht om Nederland als kennisland een vooraanstaande positie in de wereld te laten innemen voor wat betreft de droge en natte infrastructuur. In de huidige ronde (ICES-2) wordt gewerkt aan:

Thema 1, onder andere Basisproject Waterkeringen

Thema 2: Risico's van overstromingen

Thema 3, onder andere het Basisproject Waterbouwkundige Constructies en Geotechniek.

Vanaf 2003 tot 2007 gaat als daarvoor geld beschikbaar komt de volgende ronde (ICES-3) lopen. Dan komen er de volgende segmenten:

Segment 2: Natte infrastructuur

Segment 3: Kust en Rivier.

Er is samenhang tussen deze segmenten. Ook hier schuilt echter het gevaar dat sterkte (geotechniek) en belasting (hydraulica) uit elkaar gaan lopen, terwijl juist de combinatie gezocht zou moeten worden. In het programma wordt ook voorgesteld om onderzoek naar geotechnische bouwmaterialen mee te nemen zowel bij de natte infrastructuur (grondstoffenstromen, omputten), als bij droge infrastructuur (zoals bouwen op baggerspecie).

De ICES-3 programmering is bewust nog niet tot in details ingevuld. De sector zal hier meer inspraak in krijgen. Dit geeft ook de mogelijkheid om onderwerpen die door de TAW als belangrijk worden aangemerkt in de programmering op te nemen. De fundamentele onderzoeksvragen bij Ruimte voor de Rivier kunnen bij Delft Cluster worden ingebracht. Het is aan Rijkswaterstaat, met de TAW als adviseur, om er voor te zorgen dat de samenhang tussen alle relevante disciplines goed in het oog wordt gehouden.

## SODII

In het SODII wordt onder het hoofdstuk onderzoek onder andere aangegeven dat er onderzoek moet worden gedaan naar de

- Techniek zandwinning
- Plaatsbepaling van zand
- Dieper winnen
- Maaiveldverlaging
- Hergebruik/Substitutie

Hierbij wordt niet aangegeven hoe deze onderzoeksvragen worden bekostigd.

## *NCR*

De bij het NCR aangesloten instituten houden zich met name bezig met onderzoek naar

- 1) waterstroming, toevoer en ontwikkeling
- 2) het transport van slib en morfodynamiek
- 3) ecologie van het uiterwaard bed
- 4) ontwikkeling van grote schaal systemen

De voornaamste onderwerpen richten zich dus op stroming en morfologie. Een bekend voorbeeld is het EU-project IRMA-Sponge.

De onderzoeksvragen naar verspreiding van sediment met verontreinigingen en de effecten op ecologie worden bij Alterra, UU en RIZA uitgevoerd. Verder worden echter geen (milieu)geotechnische onderzoeken uitgevoerd.

## *NCR/DC initiatief*

Op dit moment is er contact met een aantal mensen van NCR (contactpersoon, Chris Bremmer TNO-NITG) en DC (contact persoon Maarten de Groot GeoDelft) om de onderzoeksvragen rond omputten te inventariseren en naar een mogelijke opzet van onderzoeken te kijken.

## *Kenniskaart Omputten*

Op dit moment wordt in opdracht van RWS-DON door AKWA (RIZA) een kenniskaart voor omputten opgezet. Hierbij wordt breed gekeken naar de benodigde kennis van communicatie, economie tot bodemkunde. Het rapport hierover was nog niet gereed tijdens het schrijven van dit stuk. De bevindingen zijn zover mogelijk wel meegenomen, voor zover dit uit milieugeotechnisch onderzoek bestond.



## 3 Geotechniek en milieugeotechniek in Ruimte voor de Rivier

### 3.1 Inleiding

De ontwikkelingen rond Ruimte voor de rivier gaan in hoog tempo door. Inmiddels is de Spankrachtstudie van start gegaan. Centrale vraag is tot welk niveau de afvoercapaciteit van de Rijntakken kan worden vergroot, en wat daar bij verschillende scenario's aan binnendijkse ruimte voor nodig is. In de Spankrachtstudie zou ook aandacht besteed moeten worden aan kennisleemtes die in de verkennende fase zijnesignaleerd.

Lopende projecten in samenhang met Ruimte voor de rivier zijn Nadere Uitwerking Rivierengebied (NURG) en Internationale Rijn-Maas Activiteiten (IRMA).

De feitelijke planstudies zijn in het najaar van 2001 van start gegaan. Door het Rijk, de Provincies (IPO), waterschappen (Unie van Waterschappen) en gemeentes (VNG) is hiertoe een bestuursovereenkomst gesloten. Hierin is vastgelegd dat op drie niveau's projectorganisaties en bestuurlijke overlegstructuren moeten functioneren: landelijk, per riviertak en per project. Landelijk zal het Rijk de regie voeren (Hoofddirectie van Rijkswaterstaat). Regionaal krijgen Provincies en Waterschappen een prominente rol. In dat traject wordt ook voorzien dat de Regionale Directies van Rijkswaterstaat hierbij betrokken zijn. De resultaten van de planstudies worden in 2003 verwerkt in een PKB/MER besluit.

De eerste contouren van de planstudies worden zichtbaar. Naar verwachting wordt de 300 km Rijntakken opgesplitst in 15 stukken van 20 km, waarbij voor deze 15 stukken een brede planvorming tot het niveau van een voorontwerp wordt uitgevoerd. In het benedenrivierengebied loopt een onderzoek naar knelpunten. Dit kan leiden tot een eerste selectie van urgente projecten.

### 3.2 Inbreng van de kenniscomponent 'geotechniek'

#### 3.2.1 Veiligheidsfilosofie

Geconstateerd wordt dat op bestuurlijk niveau de zaken behoorlijk zijn afgeregeld. Het is echter ook zaak om in de Spankrachtstudie en de planstudies de kenniscomponent voor de korte termijn en middellange termijn (tot 2003) op generiek niveau afdoende te waarborgen om te voorkomen dat op verschillende plaatsen kennis meerdere keren wordt ontwikkeld (dubbeling) of dat kennis buiten beeld blijft, waar later, in de uitvoeringsfase, de wrange vruchten van worden geplukt.

In de planfase worden maatregelen beoordeeld op:

- invloed op de veiligheid en effectiviteit van de maatregel
- ruimtelijke kwaliteit en landschappelijke waarden
- invloed op natuur en ecologische aspecten
- sociale aspecten, waaronder maatschappelijke acceptatie en juridische aspecten
- economische aspecten (maatschappelijke kosten-baten analyse).

Vanuit de optiek van de geotechniek is met name de invloed op de veiligheid en effectiviteit van de maatregel van belang. Hierbij is het eerste voorstel:



- A. *de invloed op de veiligheid en de effectiviteit van de maatregel dienen niet in hydraulische termen te worden weergegeven, maar in termen van verlaging van overstromingsrisico. Het project Ruimte voor de Rivier draait om verlaging of gelijkhouden van overstromingsrisico's. Zo kan afgraven van een uiterwaard hydraulisch uiterst effectief zijn, maar neemt tegelijkertijd het risico achter de dijk, bijvoorbeeld door piping of opdrijven toe. Door het denken in termen van overstromingsrisico's worden dit soort denkfouten voorkomen. Het is zeer wel denkbaar dat er uiteindelijk een koppeling plaatsvindt tussen de projecten Ruimte voor de Rivier en Veiligheid Nederland in Kaart/Overstromingsrisico's, waarbij verschillende maatregelen in het kader van Ruimte voor de Rivier worden doorgerekend op reductie van overstromingsrisico's, waarna de meest effectieve optie het eerst voor uitvoering in aanmerking komt. Dit geeft dus ook mogelijkheden voor de meest effectieve (technische) prioriteitenstelling.*

Bij het project Veiligheid Nederland in Kaart komt op zekere termijn herzien van de normering aan de orde. Dit geeft enige zorg:

- B. *bij uitvoering van het Ruimte voor de Rivierenbeleid kan aan de orde komen dat eerst maatregelen in de rivier worden uitgevoerd, maar dat daarna, vanwege verzwarende van de normstelling, de dijk moet worden versterkt. Dat is moeilijk uit te leggen. In een vroeg stadium zal nagedacht moeten worden over de consequenties van een mogelijke herziene normstelling op de besluiten die worden genomen in Ruimte voor de Rivier.*

Dicht bij de kust en in het benedenrivierengebied kan het minder effectief zijn om maatregelen in de rivier te treffen, omdat er ook sprake is van een directe(re) invloed van zeespiegelrijzing. Dan blijft het versterken van dijken in beeld. Ook het kabinet spreekt in haar kabinetsstandpunt over een goede mix tussen technische en ruimtelijke ingrepen. Dit is aanleiding tot de volgende opmerking:

- C. *er zal bij verschillende trajecten een rationele afweging gemaakt dienen te worden tussen het nemen van 'Ruimte-voor-de-Rivier-maatregelen' en (beperkte) dijkversterking. Ruimte voor de Rivier is duurzamer, maar veelal een factor 2 of meer duurder. Innovatieve dijkversterking (INSIDE) kan helpen om ruimtelijke knelpunten op te lossen. Met 'Werkelijke sterkte onderzoek' kan lokaal worden gekeken of er scherp kan worden ontworpen. Het ligt met andere woorden niet zonder meer voor de hand dat de keuze voor Ruimte voor de Rivier wordt gemaakt. Er zou hier een meer rationeel beslissingskader voor nodig zijn om deze keuze helder(der) te krijgen.*

Indien het verminderen of gelijkhouden van overstromingsrisico's als leidraad wordt genomen om te beoordelen of maatregelen nodig zijn of niet, dan is alles wat helpt om die risico's beter te kunnen bepalen onderdeel van Ruimte voor de Rivier:

- D. *onzekerheden in het bepalen van overstromingsrisico kunnen worden verkleind door meer informatie over de ondergrond en de opbouw van de dijk, betere kennis van de aanwezige en te verwachten waterspanningen en stijghoogtes, lokale sterkteparameters en betere modellering. Hiermee wordt het werkelijke risico niet vermindert, maar door verkleining van de onzekerheidsmarges wordt het berekende risico in veel gevallen kleiner. Er hoeft minder snel te worden ingegrepen.*

### 3.2.2 Buitendijkse maatregelen

Bij het plegen van ingrepen in de rivier wijzigt lokaal de geohydrologie. Bij het plegen van ingrepen op grote schaal, en daar is bij Ruimte voor de Rivier sprake van, dan kan dit 'regionaal' ofwel op grotere schaal invloed hebben. Op die wijze kan ook invloed ontstaan op de veiligheid en het functioneren van regionale watersystemen (Waterbeheer 21e eeuw):

E. *onderzocht zou moeten worden welke invloed ingrepen op grotere schaal hebben op de regionale waterhuishouding. Dicht achter de dijk kan sprake zijn van inzijging of juist kwel, op grotere schaal kan sprake zijn extra effect op verdroging doordat de rivier gemiddeld een lagere waterstand aanneemt, of door toename van kwel en zoutwaterbezwaar bij diepe polders dicht bij de kust. Dit kan tevens een invloed hebben op de waterkwaliteit in de polder. Indien achter de dijk een gemiddeld lagere grondwaterstand wordt gerealiseerd, dan kan er sprake zijn van extra zakking van maaiveld en dijk. Ook moet rekening worden gehouden met toename van wateroverlast, die frequenter op kan treden dan tot op heden het geval was. Tot slot wordt gewezen op mogelijke schade aan panden achter de dijk (scheurvorming bij lagere grondwaterstand, kwelbezwaar bij hogere grondwaterstand).*

Ten aanzien van de veiligheid is al eerder gewezen op de gevolgen van wijzigingen in het rivierbed op de geohydrologie:

- F. *veelal met bestaande kennis moet het effect van ingrepen aan de buitenzijde van de waterkering op de stabiliteit van de waterkering in beeld worden gebracht. Het veranderen van de geohydrologie heeft invloed op piping, opdrijven en binnenwaartse macrostabiliteit. In feite betekent ingrijpen in de rivier of uiterwaard dat de waterkering opnieuw op veiligheid moet worden getoetst.*
- G. *Ook moet opnieuw worden nagegaan of de toetsing van het voorland op afschuiving en/of zettingsvloeiing geen problemen oplevert bij ontgravingen, zeker indien dit de vormen van een buitendijkse zandwinning aanneemt.*

Een fenomeen waarover nog weinig bekend is de verandering in hydrologische intredeweerstand van voorlanden en uiterwaarden. Onder hydrologische intredeweerstand wordt de doorlatendheid van relatief ondoorlatende slappe lagen op de watervoerende zandlagen verstaan:

- H. *de hydrologische intredeweerstand van voorlanden en uiterwaarden is relatief onbekend. Hierdoor is het zelfs met peilbuismetingen en waterspanningsmetingen soms nog vrij lastig om een goede voorspelling van het gedrag bij hoogwater te doen, zeker als het een voorland of uiterwaard betreft die alleen bij betrekkelijk hoge waterstanden onder water loopt en waaraan dus zelden goed kan worden gemeten. Door ingrepen in de rivier verandert de hydrologische intredeweerstand. De effecten daarvan zijn dan eveneens moeilijk nauwkeurig aan te geven. Het is daarom van groot belang om hier een gedegen onderzoek naar te doen. Voorts zouden bij projecten die worden uitgevoerd zowel vooraf metingen en/of pompproeven moeten worden gedaan als achteraf worden gemonitord wat de effecten van de ingrepen zijn.*

De toename van regenintensiteit en –duur kan gevolgen hebben voor de manier waarop tegen de stabiliteit wordt aangekeken:

- I. *tot op heden is de veronderstelling dat neerslag en hoge waterstand niet tegelijkertijd optreden. Er wordt een stabiliteitsberekening gedaan bij maatgevend hoogwater en een andere berekening voor het effect van extreme neerslag. In het licht van meer neerslag en vaker neerslag zou dat aanleiding kunnen zijn om hier nog eens kritisch naar te kijken.*

Een interessant idee is ‘omputten’: buitendijkse zandwinning om een deel van de kosten van de maatregelen te dekken, waarbij de put al dan niet weer volgestort wordt:

- J. *aandachtspunt bij buitendijkse zandwinning is de veiligheid van de waterkering. Tijdens het maken van de zandwininput kan wellicht zettingsvloeiing of ongecontroleerd bressen optreden. Indien de zandwinning te dicht bij de waterkering plaatsvindt, dan kan de waterkering hierdoor aangetast worden. Door zandwinning in een uiterwaard komt*



*bovendien het intredepunt voor piping en opdrijven dichtbij de waterkering te liggen. Indien de zandwinput weer wordt opgevuld met ondoorlatend materiaal, dan is dat een tijdelijke situatie. Zo niet, dan bestaat gevaar voor de verminderde stabiliteit van de waterkering en kan een aanzienlijk ergere kwel naar de polder ontstaan.*

Een aandachtspunt bij met name graven in het zomerbed:

*K. wat is de invloed van ontgravingen op pijpleidingen en tunnels?*

### 3.2.3 Binnendijkse maatregelen

Onder binnendijkse maatregelen worden retentiebekkens (of retentiegebieden), calamiteitenpolders (noodoverloopgebieden), dijken terugleggen en groene rivieren begrepen. Hierbij is een aandachtspunt dat rond deze bekkens, polders of langs de groene rivieren weer dijken komen te liggen:

- L. bij dijken terugleggen en bij groene rivieren kan het zijn dat vanaf het maaiveld nieuwe dijken moeten worden aangelegd. Dit is vaak kostbaar en kan technisch complex zijn. De keuze van een geschikt tracé voor wat betreft de ondergrond is van belang. Mogelijk kan van bestaande secundaire waterkeringen gebruik gemaakt worden of is het mogelijk slim gebruik te maken van bijvoorbeeld weglichamen of spoordijken.*
- M. Bij groene rivieren is de dijk aan de polderzijde de nieuwe primaire waterkering. De oude primaire kering vormt samen met de dijk langs de groene rivier aan de rivierzijde een nieuw dijkkringetje. Wat moet het beschermingsniveau van dat nieuwe dijkkringetje worden (bijvoorbeeld als daar Nijmegen inligt)? Een klein gebied stroomt snel vol, waardoor mensenlevens op het spel kunnen staan.*
- N. bij groene rivieren, calamiteitenpolders en retentiebekkens is sprake van dijken die slechts zelden belast worden en die vervolgens direct een maatgevende belasting te verduren krijgen. Of dat extra eisen stelt is nog niet goed doordacht. In ieder geval kan waarschijnlijk niet, zoals bij een gewone dijk, bij een aantal minder hoge waterstanden worden bekeken hoe de dijk zich houdt. Met welke waarschijnlijkheid moet de dijk blijven staan? Welke normering moet worden aangehouden? Hoe veranderen de fysische eigenschappen van een dijk die altijd droog staat?*
- O. bij retentiebekkens of calamiteitengebieden ontstaat een situatie waarin de primaire waterkering aan twee zijden belast wordt. Hierop zijn de huidige dijken nooit berekend. Onderzocht moet worden of dit bij leeglopen tot instabiliteit kan leiden.*

Een bijzonder interessante vorm van binnendijkse maatregel in het kader van Ruimte voor de Rivier is mogelijk als wordt gedacht in termen van verminderen van overstromingsrisico's:

- P. de overstromingsrisico's kunnen worden beïnvloed door compartimentering. Hiermee wordt niet de kans dat de waterkering bezwijkt veranderd, maar wel de gevolgen. Hierdoor wordt het risico van overstroming toch verminderd door bijvoorbeeld een gebied in tweeën te splitsen, of bestaande secundaire waterkeringen in functie te herstellen of woonkernen of industriegebieden te omdijken.*

Bij calamiteitenpolders (noodoverloopgebieden) maar ook bij retentiebekkens is het de vraag:

- Q. hoe frequent moeten calamiteitenpolders of retentiegebieden worden ingezet, want iedere inzet gaat gepaard met economische schade. Is de inzet van calamiteitengebieden gekoppeld aan indicatoren dat er dijken op het punt van bezwijken staan? Kan hier aan worden gemeten (waterspanningen, vervormingen) of gerekend? Wat is de relatie met het HIS? Juist bij het inzetten van dit soort zware middelen is het extreem belangrijk de (werkelijke) sterkte van de waterkeringen in te kunnen schatten. Hoe lang kunnen (vooraf bedachte) noodversterkingen van de waterkeringen (zandzakken, geotextielen, etcetera) de*

*zwakke plekken tijdelijk versterken en wanneer is het een omslagpunt om calamiteitenberging in te zetten? Hoe effectief is calamiteitenberging als dat op een willekeurig moment wordt ingezet, of is de effectiviteit heel erg gebonden aan het moment dat de berging wordt ingezet?*

#### 3.2.4 Lange duur effecten

Door de maatregelen in het kader van Ruimte voor de Rivier neemt wellicht de maatgevende waterstand niet toe, maar kan er vanwege toenemende neerslag-intensiteit en –duur wel een hoogwater met een langere duur optreden. Dit effect kan worden versterkt door de inzet van retentiebekkens en calamiteitenberging. Richting de kust kan de vorm van de waterstandskromme gedurende de periode rond extreem hoogwater veranderen. De vraag is:

*R. wat is de invloed van langere duur van maatgevende waterstanden en een veranderde vorm van de waterstandsafvoerkromme op de stabiliteit van de waterkering (piping, opdrijven, microstabiliteit, macrostabiliteit)?*

Ook als de maatgevende waterstanden gelijk blijven neemt de kerende hoogte van de waterkeringen toe en blijft de kruin van dijken zakken:

*S. wat is het effect van bodemdaling op de langere termijn op de stabiliteit van de waterkering en hoe groot is deze bodemdaling precies? In sommige gebieden is dat meer dan 1 meter per eeuw. Hoe snel daalt de kruin van de dijk? Op termijn is hierdoor, ook met Ruimte voor de Rivier maatregelen toch een verhoging van de waterkering nodig.*

Bij bestaande waterkeringen wordt aangenomen dat de waterspanningen in de ondergrond, die worden gegenereerd door dijkverhoging en dijkverzwaring, na verloop van tijd zijn gedissipeerd. In theorie klopt dit, in de praktijk zijn er nog wel eens twijfels:

*T. kan het zijn dat er door kruip en vervorming van de dijk hogere waterspanningen in de dijken aanwezig zijn dan normaliter wordt aangenomen? Is het mogelijk om de ervaringen te inventariseren en hier op een redelijk aantal punten langs de rivieren metingen aan te doen om dit te onderzoeken?*

### 3.3 Inbreng van de kenniscomponent Milieu-geotechniek

Veel van de voorgestelde maatregelen in Ruimte voor de Rivier brengen groot grondverzet met zich mee zoals:

- afgraven van uiterwaarden
- baggeren van zomerbed
- aanleg van groene rivieren
- inrichten van retentiebekkens
- inrichten van calamiteitenpolders.

Deze grondstoffenstromen bepalen een groot deel van de kosten van Ruimte voor de Rivier.

#### 3.3.1 Grondstoffenstromen en actief bodembeheer

Op dit moment wordt in een aantal pilotprojecten (in het kader Ruimte voor Rijntakken) de waterbodemkwaliteit in kaart gebracht. De kwaliteit van de af te graven uiterwaardengrond en



de waterbodem bepaalt of deze geschikt is voor hergebruik of storten. Hiervoor worden bodemkwaliteitskaarten opgezet. Ook wordt in het kader van actief bodembeheer gekeken hoe de bodem kan worden hergebruikt:

- 1) Bodem als bodem. De grond wordt op een andere plek opnieuw gebruikt, bijvoorbeeld voor het aanleggen van een natuurvriendelijke oever. De kwaliteit van de bovenlaag gaat erop vooruit of blijft minstens gelijk.
- 2) Bodem als bouwstof. Met de grond bouwt men dijkversterkingen en ophogingen.
- 3) Het bewerken van de bodem. Na het ontwateren en zeven is de grond opnieuw te gebruiken.
- 4) Bergen in een zandwinput in het gebied.
- 5) Afvoeren naar een stortplaats.

In de huidige praktijk blijkt dat bergen in een zandput (ook wel 'omputten' genoemd) de grootste toepassing zal zijn. Dit ook vanwege het feit dat daar de kosten van logistiek en vervoer van grond het laagst zijn en dat kosten kunnen worden terugverdiend door zand te winnen.

Om dit moment loopt er een project stromende grond bij RWS-DON van een consortium van adviesbureau's en kennisinstituten. In dit project wordt zowel naar de risico's van de verschillende oplossingsrichtingen voor grootschalig grondverzet, naar de beleidsvraagstukken als naar de communicatieaspecten (creëren van maatschappelijk draagvlak) gekeken.

*U. Om grootschalig grondverzet goedkoper en toch milieuhygiënisch verantwoord te maken zou onderzocht moeten worden of snel en eenvoudig kan worden gedetecteerd waar verontreinigingen zich bevinden en hoe geschikt de afgegraven grond is voor hergebruik. Flankerend hieraan is inventarisatie, ontwikkeling en bevordering van bestaande technieken om grond te bewerken noodzakelijk om de herbruikbaarheid van de grond als bouwstof te vergroten.*

### 3.3.2 Omputten

Eén van de oplossingen die is voorzien is het graven van zandputten waarmee kosten via het gewonnen zand kunnen worden terugverdiend en waarin de overtollige (verontreinigde) uiterwaarde grond kan worden geborgen (het zogenaamde omputten). Hiermee kan ook aan een andere grote maatschappelijke behoefte (zoals beschreven in SODII) worden voldaan namelijk de behoefte aan bouw en metselzand en ook de behoefte aan ophoogzand.

In het SODII wordt het project Ruimte voor de Rivier dan ook genoemd als een kans voor het voorzien in grondstoffen. Hierbij worden ook oplossingen aangedragen om nog meer en beter te kunnen winnen zoals het:

1. Maken van zo diep mogelijke zandputten
2. Zandwinning door maaiveldverlaging
3. (Her) gebruik van vrijkomende grondstoffen

In NW4 wordt al aangegeven dat op dit moment baggeren en saneren noodzakelijk is voor waterkwaliteit, waterdoorstroming en bevaarbaarheid van de rivieren. Echter de toepassingen voor (bewerkte) vrijkomende baggerspecie concurreren met vrijkomende grond in Ruimte voor de Rivier.

Zoals het kabinet al heeft aangegeven kan het bergen van grond in putten (omputten) alleen onder verantwoorde condities. Een aantal haken en ogen bij het omputten zijn dat:

- 1) er te weinig capaciteit is voor alle vrijkomende grondstoffenstromen

- 2) onduidelijk is of er milieuhygiënisch geen negatieve effecten optreden door het verspreiding van verontreinigde stoffen
- 3) het ontstaan van taludinstabiliteit bij diepe putten en het effect op de stabiliteit van de waterkeringen
- 4) het proces in de maatschappij (nog) niet wordt geaccepteerd.

Om deze vragen op te lossen wordt door het RIZA een kenniskaart omputten opgezet.

*V. Om omputten maatschappelijk geaccepteerd te laten worden moeten, naast een heel communicatietraject de vragen naar de (milieu)veiligheid goed kunnen worden beantwoord. Daarnaast moeten de kosten die kunnen worden terugverdiend zo hoog mogelijk worden gemaakt, door zo diep mogelijk te winnen. Hiervoor moet bekend zijn waar en hoe diep het zand zit, hoe dit veilig kan worden gewonnen en of geen verspreiding optreedt van milieugevaarlijke stoffen tijdens en na het omputten. Het uitontwikkelen van eenvoudige maatregelen om negatieve aspecten zoals verspreiding tegen te gaan kan helpen bij de maatschappelijke acceptatie van omputten.*

### 3.3.3 Alternatief (bouwen op bagger)

Het vinden van andere (goedkope) alternatieven voor de vrijkomende grond kan het project Ruimte voor de Rivier meer armslag geven. Gedacht hierbij wordt aan hergebruiksmogelijkheden, waarbij zomin mogelijk opwerking van de vrijkomende grond noodzakelijk is. In SODII wordt hergebruik van vrijkomende grond gezien als een goede substitutie voor primaire grondstoffen en zo kan de druk op de vraag om primaire grondstoffen verminderen. Een mogelijke toepassing is het gebruik van deze grond onder wegen, in terpen, onder woonwijken, industrieterreinen (2<sup>e</sup> Maasvlakte) en in (brede) dijken in plaats van ophoogzand en klei. Deze toepassing is kort samen te vatten in de kreet Bouwen op Bagger.

*W. De kosten van het eenmalig oppakken van bagger of uiterwaardegrond en daarmee gepaard gaande behandeling zijn door de enorme hoeveelheden zo groot dat dit zo min mogelijk moet worden uitgevoerd. Voor hergebruik betekent dit dat direct gebruik of gebruik met zo min mogelijk bewerking de beste opties zijn. Er zijn mogelijkheden voor direct gebruik van deze zogenaamde slappe grond door het gebruik van drainagesystemen of door de sterkte te verbeteren door geosystemen, rijping, verdichting of toevoeging van stoffen aan de bagger. Onderzoek naar drainagesystemen, sterkteverbetering, versnelde rijping en het tegengaan van verspreiding van milieugevaarlijke stoffen kan de mogelijke toepassing vergroten.*

### 3.3.4 Verspreiding verontreinigingen door tijdelijke inundatie

Een ander proces dat optreedt tijdens de (tijdelijke) inundatie in retentiegebieden en calamiteitenpolders en in de bredere uiterwaarden is de verspreiding van slib (met verontreinigingen) in een groter gebied. Ook dit aspect moet nader worden onderzocht. Daarnaast bevinden zich in de retentiegebieden en calamiteitenpolders bodemverontreinigingen in bijvoorbeeld oude stortplaatsen of oude opslagtanks etcetera. Hieruit kan ook bij inundatie verspreiding optreden.

*X. Wanneer land (tijdelijk) onder water wordt gezet kan verspreiding van verontreinigd aangevoerd slib optreden Dit wordt op dit moment in NCR verband onderzocht. De invloed van water op de aanwezigheid van puntbronnen (zoals oude afvalstorten, etc.) zou ook moeten worden onderzocht. Ook de effecten van deze verontreinigingen op de omgeving (landbouw, drinkwaterwinning, natuur) zou in kaart moeten worden gebracht.*





## 4 Voorstel indeling onderzoeksonderwerpen

### 4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 zijn op betrekkelijk abstract niveau onderzoeksthema's benoemd. Voor wat betreft de geotechniek wordt volstaan met deze thema's in paragraaf 4.2 te herhalen, waarbij wordt aangegeven of dit (overwegend) bestaande kennis betreft of (voor een belangrijk deel) nog te ontwikkelen kennis. Er is geen poging gedaan de thema's verder uit te werken tot het niveau van een concreet 'plan van aanpak'. Voor wat betreft de thema's waarbij wordt aangegeven dat er nog kennisontwikkeling plaats moet vinden wordt aangenomen dat, indien dit in de verdere besprekingen en beoordelingen door de TAW inderdaad als belangrijke onderwerpen worden aangemerkt, er in de ICES III programmering nog voldoende mogelijkheden aanwezig zijn om dit in te brengen. Op dat moment is een verdere uitwerking opportuun.

Bij de milieu-geotechniek is al wel een verdere onderverdeling in concrete onderzoeksonderwerpen gemaakt. Dit was mogelijk omdat er in diverse onderzoekskaders al het nodige over gezegd en geschreven was.

### 4.2 Geotechniek

De onderzoeksthema's worden in tabel 4.1 samengevat. Hierbij wordt aangegeven of het onderwerpen betreft die (grotendeels) met bestaande kennis kunnen worden beschouwd (kolom X), of het onderwerpen betreft die sterke binding heeft met lopende onderzoeken (kolom Y) of dat het onderwerpen betreft waar (deels) nieuwe kennisontwikkeling nodig is (kolom Z). Indeling in meerdere categorieën is hierbij mogelijk.

	Onderzoeksthema	X	Y	Z
	Veiligheidsfilosofie			
A	Effectiviteit maatregelen uitdrukken in overstromingsrisico's	X	Y	Z
B	Afschatten en anticiperen op toekomstige normstelling	X	Y	Z
C	Rationeel beslissingskader RvR maatregelen versus dijkversterken	X		Z
D	Verkleining onzekerheidsmarges	X	Y	Z
	Buitendijkse maatregelen			
E	Invloed ingrepen op regionale en lokale waterhuishouding	X		Z
F	Invloed ingrepen op stabiliteit waterkering	X		
G	Invloed ingrepen op afschuiving en zettingsvloeiing voorland	X		
H	Hydrologische weerstand voorland			Z
I	Samengaan extreme neerslag en hoogwater	X		Z
J	Invloed buitendijkse zandwinning op stabiliteit en kwel	X		
K	Invloed ontgravingen op leidingen en tunnels	X		
	Binnendijkse maatregelen			
L	Nieuwe dijken (aanleg en tracékeuze)	X		
M	Normering nieuwe dijkkringetjes		Y	Z
N	Sterkte en normering 'altijd droge' dijken	X		Z
O	Tweezijdig belaste dijken	X		Z
P	Compartimentering als RvR maatregel		Y	Z
Q	Koppeling inzet calamiteitenpolders aan werkelijke sterkte dijken			Z
	Lange duur effecten			
R	Effect langere duur hoogwaterstanden	X		
S	Effect bodemdaling	X	Y	

T	Effect kruip en vervorming op waterspanningen		Y	Z
---	---	--	---	---

#### 4.3 Milieu-geotechniek

Bij de discipline milieugeotechniek zijn 4 thema's genoemd waarbij een kennisbehoefte bestaat: actief bodembeheer, omputten, hergebruik en verontreiniging door tijdelijke inundatie

*Onderzoeksvragen bij actief bodembeheer zijn:*

- Detectie van verontreinigingen (puntbronnen en diffuse verontreinigingen)
- Mogelijkheid voor hergebruik (zandscheiding, directe toepassing baggerspecie)
- In situ detectie van de hoeveelheid zand in baggerspecie en slappe grond
- Alternatieve baggertechnieken.

*Onderzoeksvragen bij omputten*

De onderzoeksvragen voor omputten en maaiveldverlaging zijn gesplitst in drie belangrijke onderwerpen:

1) Geologie.

2) Verspreiding

3) Technieken en modellen

1) Geologie

- Waar en in welke mate is (grof) zand en grind aanwezig?
- Wat is de geschiktheid van in de Nederlandse bodem aanwezige materialen als geotechnisch bouw materiaal in termen van oppervlaktedelfstoffen in een bepaald gebied (bodemsamenstelling / aanwezigheid stoorlagen)?
- Hoe groot zijn de ruimtelijke variaties in de bodemopbouw en hoe belangrijk zijn deze voor de evaluatie van de haalbaarheid (homogeniteit / stoorlagen / verontreinigingen)?
- Welke kenmerkende (fysische) parameters kunnen worden toegekend aan verschillende geologische eenheden?
- Hoe kan optimaal gebruik gemaakt worden van geologische kennis bij de selectie van geschikte omputlocaties?

2) Verspreiding verontreinigde stoffen en effecten op de natuur

- Effect op verspreiding verontreinigde stof van morfodynamiek (erosie en aanslibbing) en ecologie is onvoldoende uitgewerkt
- Gebruikte ecotoxicologische modellen zijn nog niet voldoende uitgewerkt
- Voorspelling van de eventuele vervuiling van de omgeving van de omputlocatie als functie van de karakteristieken van de vulgrond, van de put en van de omgeving en validatie met metingen.
- Immobilisatie van zware metalen: treedt dit snel genoeg op? Er is onvoldoende bekend over de snelheid van microbiële afbraak van organische stof en de vertraging van de precipitatie van metaalsulfide.
- Zijn er (goedkope) maatregelen nodig en mogelijk om verspreiding vervuiling vanuit de omputlocatie tegen te gaan, zoals aanbrengen actieve schermen tussen vervuilde grond en omgeving?

3) Technieken en modellen

- Welke winningstechnieken zijn relevant? (met name bij diepe winning)
- Welke technieken zijn er om zand of grind onder een kleilaag vandaan weg te halen en kunnen daar rekenmodellen of proeven voor worden bedacht (losmaken zand, transport van zand en water, stabiliteit bovenliggende grond)
- Ontwikkelen methoden om het gedrag van behandelde vervuilde grond te voorspellen (consolidatie, kruip, dichtheid, sterkte, invloed kleiballen, uitloging)
- Onderzoeken haalbaarheid nieuwe technieken om taludinstabiliteit te verhinderen (bv bemalen, verdichten) en ontwikkelen rekenmodellen hiervoor



- Ontwikkelen en verifiëren rekenmodellen voor de invloed van het baggerproces en de invloed van de zandkarakteristieken (dichtheid, doorlatendheid) op de taludvorming en de taludstabiliteit

#### *Hergebruik (bouwen op bagger)*

Om hergebruik te bevorderen moeten de volgende punten nog worden onderzocht:

1. Optimalisatie van het rijpingsproces (sneller en met minder ruimte beslag)
2. Toepassingen drainage en oplossen van problemen bij drainagetoepassingen
3. Rijpingskwaliteit afhankelijk maken van de vraag van de toepassing
4. Omgaan met verontreiniging in de slappe grond door afbraak- en uitloogprocessen tijdens rijping te bevorderen en vastlegging van verontreiniging door een slimme grondconstructie te ontwerpen.

#### *Verontreiniging door inundatie*

Voor de effecten van inundatie op de verspreiding van verontreinigingen moeten de volgende punten worden onderzocht:

1. Hoeveel slib verspreid zich (wordt meegenomen bij NCR onderzoek)
2. Effecten van verontreinigingen op omgeving
3. Detectie van verontreinigingspuntbronnen zoals oude stortplaatsen etcetera.

