

Saneringsvisie Kanaal door Walcheren

Werkdocument WAU.KWO-3-03074
Oktober 2004

RWS ZEELAND

Saneringsvisie Kanaal door Walcheren

werkdokument WAU.KWO-3-03074

Auteurs:

H.L.A. Sonneveldt
C.A. Schmidt
D.S. Beerda
C.J. Meeuse

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	7
1.1	Achtergrond.....	7
1.2	Doelstelling saneringsvisie	7
1.3	Wettelijk Kader	8
1.4	Leeswijzer	8
2.	Gebiedsbeschrijving	9
2.1	Situatiebeschrijving	9
2.2	Beheer	10
2.3	Functies en gebruik	10
2.4	Gebiedsontwikkeling.....	12
3.	Milieukwaliteit	13
3.1	Verontreinigingsbronnen.....	13
3.2	Verontreinigingssituatie.....	13
3.3	Actuele risico's (NO)	15
3.4	Urgentie van saneren (NO)	16
4.	Saneringsvisie	17
4.1	Analyse actuele risico's.....	17
4.2	Saneringsdoelstelling.....	18
4.3	Functiegericht en kostenbewuste aanpak	18
4.4	Saneringsvarianten.....	19
4.5	Voorkeursvariant.....	20
4.6	Saneringsmethoden	20
4.7	Vervolg	21
	Literatuur	22
Bijlage 1	Samenstelling mengmonsters waterbodem Kanaal door Walcheren	23
Bijlage 2	Milieuhygiënische vergelijking saneringsmethoden.....	25



Figuur 0-1 Het Kanaal door Walcheren tussen Veere en Middelburg (foto's P. Buteijn, 2004)



Figuur 0-2 Het Kanaal door Walcheren tussen Middelburg en Vlissingen (foto's P. Buteijn, 2004)

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

In de periode 1990 tot 1995 zijn in de Zeeuwse wateren diverse waterbodemonderzoeken verricht. Deze onderzoeken geven aan dat de waterbodem van een aantal wateren is verontreinigd. Ook de waterbodem van het Kanaal door Walcheren is verontreinigd.

Het kanaal is in 1992 via een overdrachtsovereenkomst tussen Rijkswaterstaat en de provincie Zeeland in eigendom gekomen van de provincie Zeeland. De verantwoordelijkheid voor een eventuele sanering van de verontreinigde waterbodem in het kanaal is in de overdrachtsovereenkomst echter bij Rijkswaterstaat gelegd (overeenkomst tussen Rijk en provincie Zeeland nr. Z 2943 d.d. 22 december 1988, deelovereenkomst NAT nr. ZL-3298 d.d. 17 december 1991).

Rijkswaterstaat Zeeland heeft daarom het Advies en Kenniscentrum Waterbodems (AKWA) gevraagd om een plan op te stellen voor het omgaan met de verontreinigingsproblematiek in het Kanaal door Walcheren (AKWA, 2001). Vervolgens is door AKWA een Nader Onderzoek (NO) uitgevoerd naar de ernst van de verontreiniging en de urgentie van saneren (AKWA, 2004). In het Kanaal door Walcheren blijkt sprake te zijn van saneringsurgentie (zie hoofdstuk 3).

Rijkswaterstaat Zeeland heeft de 'Begeleidingscommissie Sanering Kanaal door Walcheren' opgericht waarin de betrokken partijen zijn vertegenwoordigd. Deze commissie begeleidt de uitvoering van de onderzoeken en beoordeelt de resultaten. De begeleidingscommissie is als volgt samengesteld:

- Provincie Zeeland (Willem-Jan Lenselink, Lisette van Rij, Gezinus Schrage);
- Waterschap Zeeuwse Eilanden (Lidwien Willemse);
- Gemeente Middelburg (Peter van Dijke);
- Rijkswaterstaat Zeeland (Eugène Daemen, Jan Pouwer, Kees-Jan Meeuse [voorzitter]);
- Rijkswaterstaat Advies- en Kenniscentrum Waterbodems AKWA (Rik Sonneveldt, Charlotte Schmidt).

De begeleidingscommissie is als volgt samengesteld vanwege de rolverdeling:

Provincie : bevoegd bezag Wbb, eigenaar kanaal, contact met het havenschap;
 Waterschap : waterbeheerder (bevoegd gezag Wvo), contact met gemeenten en bedrijven;
 Gemeente : eigenaar en vaarwegbeheerder havens Middelburg;
 Rijkswaterstaat : initiatiefnemer vanwege overdrachtsverplichting.

Het saneringstraject wordt onder verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat doorlopen alsof het kanaal in eigen beheer is met als doel om de saneringsnoodzaak en daarmee de saneringsverplichting weg te nemen.

1.2 Doelstelling saneringsvisie

In deze nota wordt de gezamenlijke visie van de 'Begeleidingscommissie Sanering Kanaal door Walcheren' op de sanering van het Kanaal door Walcheren uiteengezet. In de saneringsvisie wordt rekening gehouden met gebiedspecifieke kenmerken, functies, ontwikkelingen en kwaliteitsdoelstellingen. De saneringsvisie geeft inzicht in de sanerings(on)mogelijkheden en vergelijkt saneringsalternatieven op hoofdlijnen. In de saneringsvisie spreekt de begeleidingscommissie zich uit over de voorkeursvariant, die als vertrekpunt dient voor het saneringsonderzoek en het saneringsplan.

1.3 Wettelijk Kader

Wet bodembescherming

Voor de uitvoering van saneringswerkzaamheden aan een ernstig verontreinigde (water)bodem is besluitvorming op grond van de Wet Bodembescherming (Wbb) vereist.

Het bevoegd gezag stelt formeel vast of sprake is van een geval van ernstige waterbodemonverontreiniging en stelt tevens vast of de sanering urgent is.

Voordat de sanering daadwerkelijk kan worden uitgevoerd dient een voor dit doel opgesteld saneringsplan door het bevoegd gezag te zijn goedgekeurd. De saneringsvisie gaat vooraf aan het opstellen van het saneringsonderzoek en het saneringsplan.

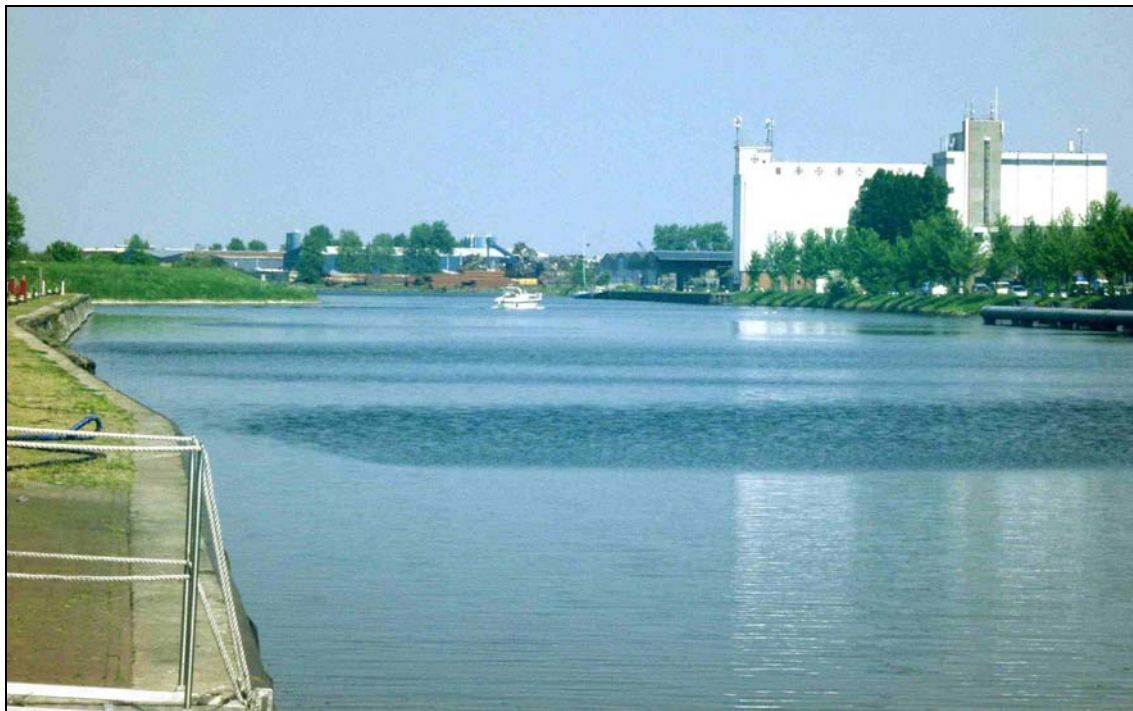
Overige wetgeving

Bij het uitvoeren van de sanering zal naar verwachting verontreinigde baggerspecie vrijkomen. Wanneer wordt gekozen voor gebiedsgerichte oplossingen voor deze baggerspecie, kan naast de Wbb tevens besluitvorming zijn vereist op basis van het Bouwstoffenbesluit, de Wet Milieubeheer (Wm), de Wet verontreiniging Oppervlaktewateren (Wvo), de Natuurbeschermingswet, de Flora- en Faunawet en de Ontgrondingenwet (Ow).

1.4 Leeswijzer

De saneringsvisie voor Kanaal door Walcheren is in hoofdstuk 4 van deze nota weergegeven. De daaraan voorafgaande hoofdstukken bevatten de bouwstenen voor de saneringsvisie.

Hoofdstuk 2 bevat een algemene beschrijving van het gebied inclusief (toekomstige) functies en gebruik. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de milieukwaliteit van het kanaal en de risico's voor mens en milieu.



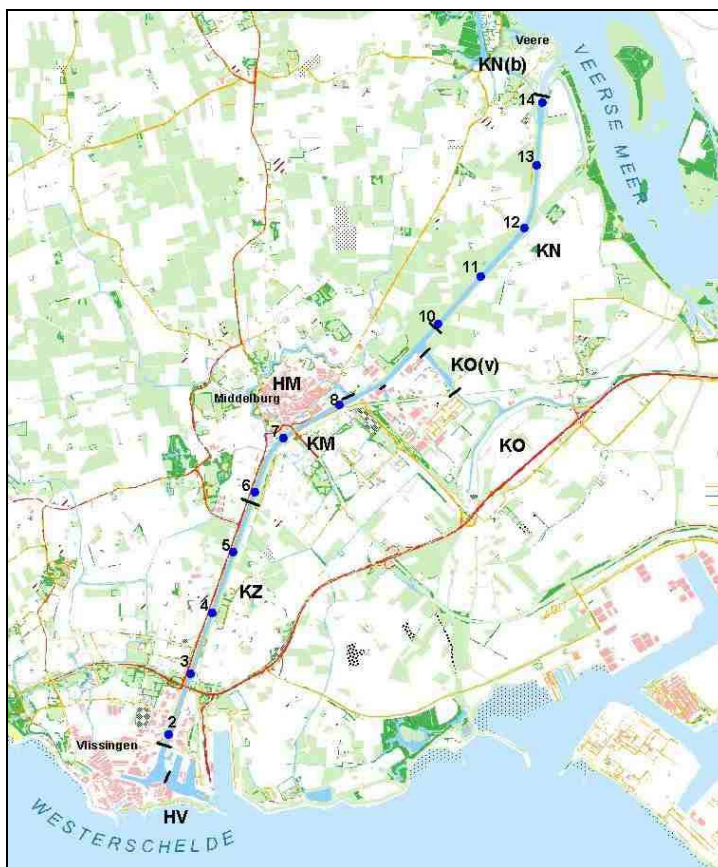
Figuur 1-1 Kanaal door Walcheren bij Middelburg (foto C.J. Meeuse, 2004)

2. Gebiedsbeschrijving

2.1 Situatiebeschrijving

Het Kanaal door Walcheren verbindt de Westerschelde met het Veerse Meer en loopt van Vlissingen in noordnoordoostelijk richting via Middelburg naar Veere. De totale lengte van het kanaal tussen de sluis in Vlissingen en de sluis in Veere bedraagt circa 13 km (zie Figuur 2-1). Voor de sanering is de begrenzing van het waterkwaliteitsbeheer zoals vastgelegd in bijlage 6 bij de deelovereenkomst nat ZL-3298 d.d. 17 december 1991 bepalend.

Het studiegebied betreft het Kanaal door Walcheren welke wordt begrensd door de sluis van Vlissingen in het zuidwesten en de aansluiting op het Veerse Meer in het noordoosten. Verder behoren de havens van Middelburg (exclusief de grachten) en de insteekhaven Middelburg tot het studiegebied evenals het Kanaal door de Oude Arne tot de jachthaven te Arnemuiden.¹



Figuur 2-1 Overzichtskartaal Kanaal door Walcheren met indeling deelgebieden en kilometerpunten

HV=	Haven Vlissingen	KN=	Kanaal Noord
KZ=	Kanaal Zuid	HM=	Haven Middelburg
KM=	Kanaal Midden	KO=	Kanaal door de Oude Arne
		KOv	Verbreed Kanaal door de Oude Arne

¹ De jachthaven te Arnemuiden is in 2001 gebaggerd en hoort niet meer tot de saneringsplicht van Rijkswaterstaat (ZL-5182).

2.2 Beheer

Het kanaal is sinds 1992 in eigendom van de Provincie Zeeland. Dit betekent dat het vaarweg-beheer en onderhoud van het Kanaal door Walcheren en het Kanaal door de Oude Arne worden uitgevoerd door de Provincie. Waterschap Zeeuwse Eilanden is de waterkwaliteitsbeheerder van het kanaal en de (binnen)havens en kwantiteitsbeheerder van het kanaal en de binnenhavens van Middelburg. Het kwantitatief beheer en onderhoud van de binnenhavens van Vlissingen ligt bij havenschap Zeeland Seaports. Het vaarwegbeheer en onderhoud van de Middelburgse havens, de insteekhaven, de loskade aan het begin van de Oude Arne en de zuidelijke zijtak van de Oude Arne ligt bij de gemeente Middelburg.

2.3 Functies en gebruik

Het kanaal heeft een belangrijke nautische functie (scheepvaart) en een waterhuishoudkundige functie (waterafvoer).

Nautische functie

In het gebied bevinden zich een tweetal binnenhavens (haven van Vlissingen en haven van Middelburg), waaraan bedrijven zijn gevestigd. De haven van Middelburg fungeert vooral als jachthaven. Daarnaast zijn er bedrijven gevestigd aan het Verbreed Kanaal door de Oude Arne (Figuur 2-2). De daar aanwezige bedrijven zijn voor grondstoffen en afzet producten voor een groot deel afhankelijk van de aanvoerroute over water. Voor deze nautische functie moet het kanaal voldoende diepgang hebben.

Het waterpeil is 0,90 m + NAP² en kan variëren tussen ongeveer 0,75 m en 0,95 m +NAP. Het peil kan jaarlijks gedurende 6 weken verlaagd worden met 0,6 m (tot NAP + 0,30 m) ten behoeve van onderhoudswerkzaamheden. In Bijlage 3 zijn verdere dieptegegevens opgenomen.



Figuur 2-2 Bedrijventerrein en loswal langs Verbreed Kanaal door de Oude Arne (foto P. Buteijn, 2004)

² Streefpeil, peilbesluit 1994/1995 waterschap Walcheren

Waterhuishoudkundige functie

Naast de nautische functie heeft het Kanaal door Walcheren een waterhuishoudkundige functie. Het overtollige water in omliggende polders wordt via gemaal Boreel (Figuur 2-3) op het kanaal geloosd. Om het peil in het Kanaal door Walcheren constant te houden wordt er regelmatig water ingelaten en ook water uitgelaten bij sluis Vlissingen. De voornaamste verliesposten voor water zijn de schutverliezen bij de sluisen te Veere en Vlissingen, en inzijging. De overige posten (neerslagoverschot, riooloverstorten) zijn te verwaarlozen in vergelijking tot deze posten.

	inlaat (10 ⁶ m ³ /jaar)	afvoer (10 ⁶ m ³ /jaar)	Toelichting
Gemaal Boreel	46		2001
Sluizen: schutverlies		34	2001
Sluizen: netto tb peilbeheersing	9		2001; inlaat 34, aflaat 25 (10 ⁶ m ³ /j)
Inzijging		20	sluitpost en resultaat van geohydrologisch model
Balans	55	55	

Tabel 2-1 Waterbalans Kanaal door Walcheren (gebaseerd op bijlage "waterbalans" in AKWA, 2003a)



Figuur 2-3 Kanaal door Walcheren bij gemaal Boreel (foto P. Buteijn, 2004)

Recreatie

Het kanaal heeft een duidelijke recreatiefunctie. Er vindt veel recreatievaart plaats op het Kanaal door Walcheren. Jaarlijks passeren ongeveer dertigduizend vaartuigen het kanaal, waarvan slechts een klein deel beroepsvaart is³. De recreatievaart is afkomstig uit nabij gelegen havens en uit België en Engeland.

Verder is er in Middelburg een roeivereniging actief. De roeivereniging vaart met kano's, skiffs, etc. Ook Souburg heeft een botenhuis. Hier wordt met grote roeisloepen gevaren.

In Vlissingen is een grote zwemvereniging actief. Elk jaar organiseert deze zwemvereniging een langebaanwedstrijd in het kanaal. Ter voorbereiding van deze wedstrijd wordt regelmatig in het kanaal getraind. Daarnaast wordt er in de schoolvakanties door de jeugd vooral in Vlissingen, Middelburg en Veere in het kanaal gezwommen.

³ Het aandeel beroepsvaart kan in de toekomst mogelijk iets toenemen als gevolg van de ontwikkeling van de Westerschelde Container Terminal (WCT).

Visserij

Er is een beroepsvisser actief op het Kanaal door Walcheren. Deze vist op aal met fuiken en de vis is bestemd voor de consumptie.

Verder zijn er veel sportvissers actief langs het kanaal. Er wordt hoofdzakelijk op haring (mei) en paling (april-november) gevestigd.

2.4 Gebiedsontwikkeling

Er zijn en worden langs het Kanaal door Walcheren ter hoogte van Middelburg diverse initiatieven ontplooid voor nieuwbouw van kantoren en woningen. Deze initiatieven zullen betrokken worden bij de verdere beoordeling van de saneringsmogelijkheden die voor het kanaal in kaart worden gebracht en uitgewerkt.

In Middelburg zal het tracé van de N57 het kanaal kruisen ter hoogte van de insteekhaven. Afstemming wat betreft de uitvoering van onderzoeken, de planning en de afvoer van vrijkomende bagger, zal met de projectorganisatie plaatsvinden door Rijkswaterstaat Zeeland. Met de verdere voorbereiding van de sanering dient rekening gehouden te worden met de realisatie van een extra gemaal ten noorden van Middelburg.



Figuur 2-4 Nieuwbouw langs het kanaal te Middelburg. Links op de foto de voormalige locatie van Vitrite (foto P. Buteijn, 2004)

3. Milieukwaliteit

3.1 Verontreinigingsbronnen

In het verleden hebben veel bedrijven hun afvalwater geloosd op het kanaal. Het sediment is door de jarenlange afvalwaterlozingen verontreinigd.

De verontreinigingsbronnen zijn reeds gesaneerd op een aantal vergunde huishoudelijke afvalwaterlozingen van enkele woonarken na. Daarnaast bevinden zich enkele nooduitlaten van het rioolstelsel in de binnenhavens van Middelburg. De riolering in de binnenstad van Middelburg voldoet al enige jaren aan de 'basisinspanning' volgens de CIW. Normaal gesproken wordt het neerslagoverschot bij buien afgevoerd via bezinkbassins, die niet op de Binnengracht of de Binnenhavens lozen. De nooduitlaten treden alleen in zeer extreme (neerslag)situaties in werking; de vracht hiervan op de havens is echter te verwaarlozen.

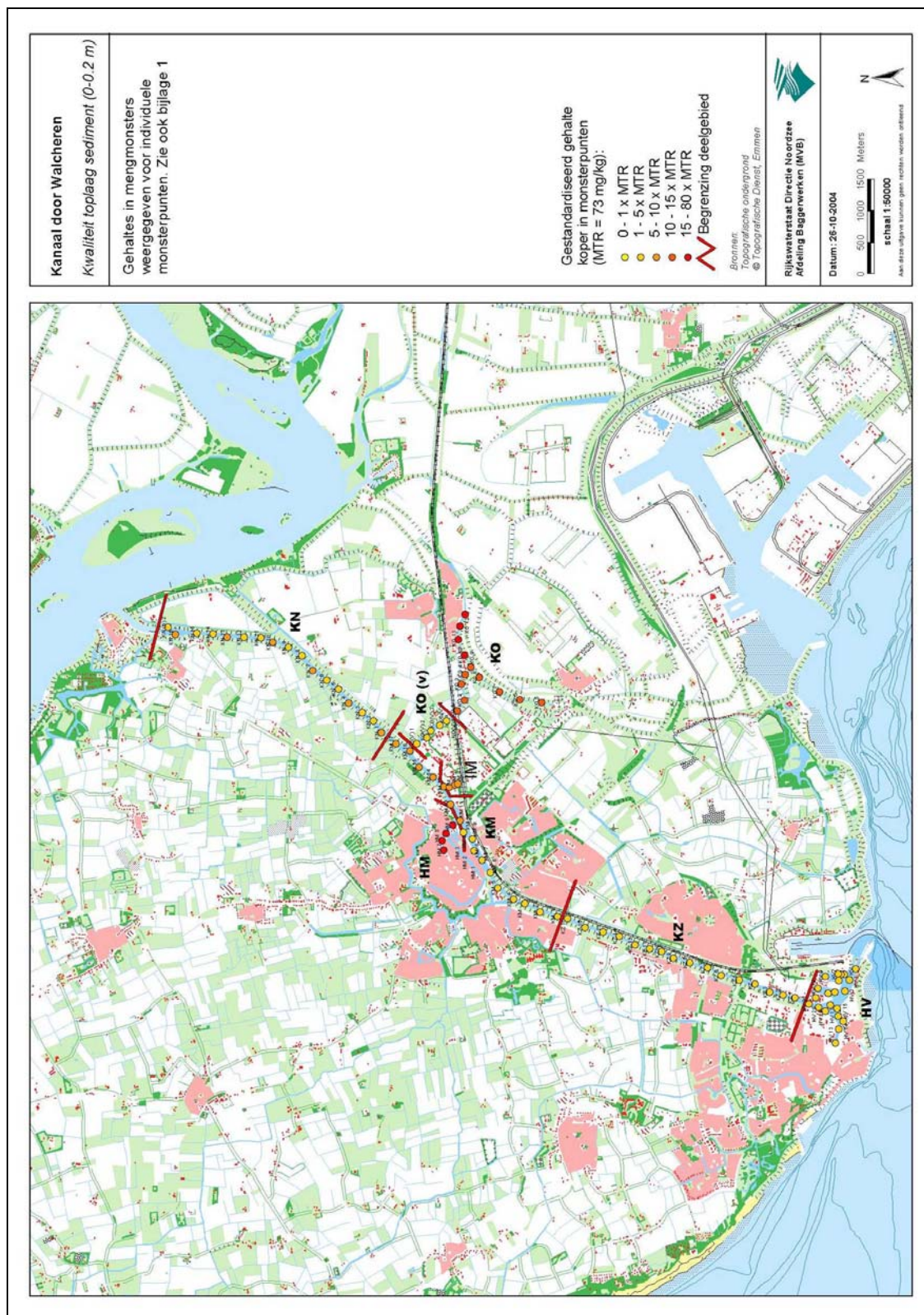
Verder grenst een aantal verontreinigde landlocaties aan het kanaal (terreinen PZEM, Hercules, NedPam). Deze locaties zijn in het verleden verontreinigd geraakt door activiteiten van bedrijven. Omdat het grondwater vanuit het kanaal overwegend naar de omliggende polders stroomt, is het in de meeste gevallen niet aannemelijk dat deze verontreinigde landlocaties de waterbodem in het kanaal beïnvloeden (AKWA, 2002). Gezien de geconstateerde risico's en het saneringsdoel (zie 4.1 en 4.2) wordt voortsnog verondersteld dat deze locaties geen belemmering vormen voor de voorgenomen sanering. In het saneringsonderzoek zal deze veronderstelling worden getoetst.

Een belangrijke verontreinigingslocatie is het NedPam terrein (Nederlandse petroleum en asfaltmaatschappij). Hier zijn in de jaren '20 bij een brand grote hoeveelheden ruwe olie, gasolie, licht destillaat en benzeen verbrand of vrijgekomen. Het NedPam-terrein bevindt zich pal naast het kanaal bij Vlissingen. Grote hoeveelheden van deze olie- en teerproducten zijn in de bodem verdwenen, maar ook in het kanaal terechtgekomen. Bij waterstandsverlagingen is zichtbaar dat olie uit de oevers van de nabijgelegen jachthaven stroomt en als oliefilm op het water drijft. Er worden dan maatregelen getroffen om verdere verspreiding tegen te gaan.

De belangrijkste verontreinigingsbron voor het kanaal was de voormalige fabriek Vitrite in Middelburg. Vitrite was gevestigd in de binnenhaven van Middelburg (Maasbaai) en loosde via afvoeren en rechtstreeks op het kanaal en de Dokhaven. In deze fabriek zijn koperen lampvoeten gefabriceerd, het afvalwater bevatte veel koper. In de nabijheid van de voormalige fabriek worden de hoogste concentraties koper in het sediment gevonden. Voor de overige (voormalige) verontreinigingsbronnen wordt verwezen naar het actualisatieonderzoek (AKWA, 2002).

3.2 Verontreinigingssituatie

In 1995 is een inventariserende studie uitgevoerd naar de verontreinigingssituatie van de waterbodem in het kanaal (Grontmij, 1995). Uit deze onderzoeken blijkt dat de waterbodemverontreiniging wordt gedomineerd door (sterk) verhoogde koperconcentraties in de waterbodem (klasse 3 of 4), lokaal tot tenminste 1,5 m diepte. Het actualisatie-onderzoek (AKWA, 2002) heeft aangetoond dat de verontreinigingssituatie niet is veranderd. De top laag (ca. 0-10 cm) is nog steeds verontreinigd tot en met klasse 4, waarbij de verontreiniging wordt gedomineerd door (sterk) verhoogde koperconcentraties. Voornamelijk in de havens van Middelburg en het Kanaal door de Oude Arne zijn hoge concentraties koper in de top laag gevonden. Verhoogde PCB concentraties zijn vooral aangetroffen in de haven van Vlissingen. Het kopergehalte ligt onder het MTR niveau in een deel van Kanaal Midden (ten zuiden van de havens van Middelburg) en in de haven van Vlissingen. In de vakken Kanaal Noord en Kanaal Zuid varieert het kopergehalte tussen 1x en 5x het MTR_{sediment}. De havens van Middelburg, het Kanaal door de Oude Arne en het tussenliggende deel van Kanaal Midden worden aangemerkt als 'hot spot' voor de koperverontreiniging. Het gehalte varieert in deze gebieden van 5x tot meer dan 80x MTR_{sediment}, zie Figuur 3-1.



Figuur 3-1 Kopergehalte in top laag sediment (gestandaardiseerd op $\text{MTR}_{\text{sediment}} = 73 \text{ mg.kg}^{-1}$ standaard waterbodem). In de kaart zijn de analyseresultaten van mengmonsters voor de individuele monsterpunten weergegeven (zie Bijlage 1). Bemonstering maart 2001 (AKWA, 2002).

3.3 Actuele risico's (NO)

Conform de Richtlijn Nader Onderzoek zijn in het Kanaal door Walcheren de risico's bepaald van de waterbodemonverontreiniging voor de mens, het ecosysteem, het oppervlaktewater en het grondwater. Er zijn vooral actuele risico's geconstateerd voor verspreiding naar het oppervlaktewater en voor het ecosysteem. De risico's voor de mens en voor het grondwater zijn zodanig beperkt, dat deze niet leidend zijn voor de saneringsaanpak. In dit hoofdstuk worden de risico's kort toegelicht, voor details en achtergronden wordt verwezen naar de samenvatting van het Nader Onderzoek (AKWA, 2004) en de onderliggende deelrapportages.



Figuur 3-2 Macrofaunabemonstering in het Kanaal door Walcheren in het kader van het Nader Onderzoek (uit AKWA, 2003b)

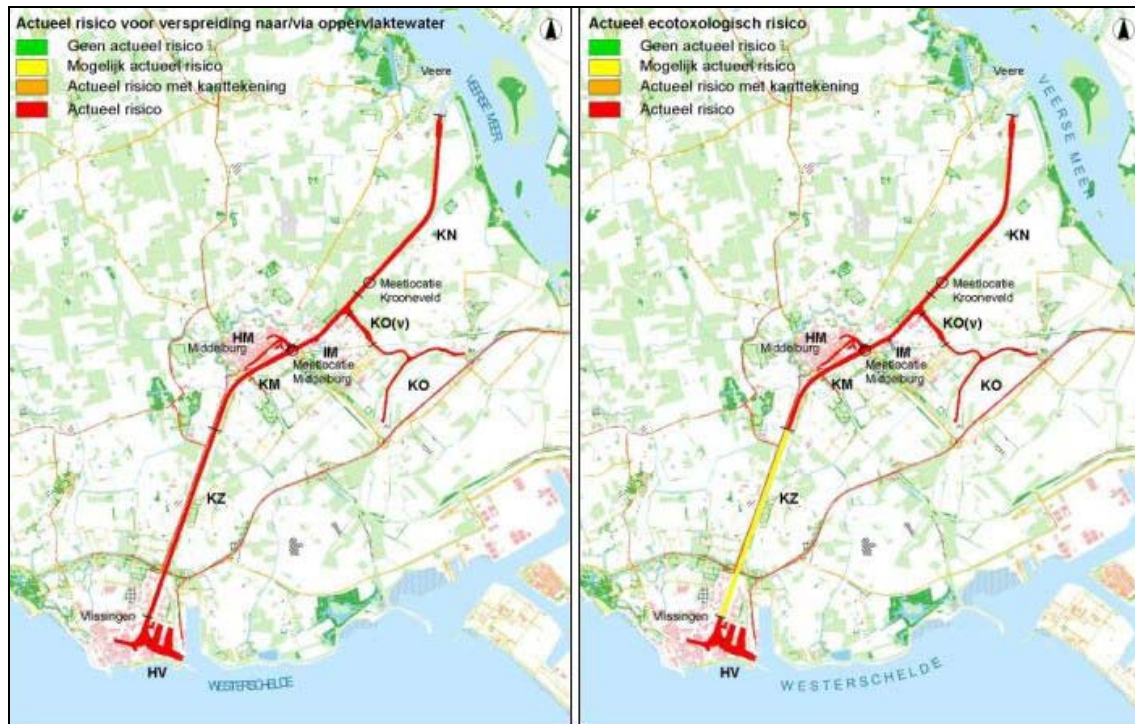
In het gehele studiegebied is er sprake van actueel risico voor verspreiding naar oppervlaktewater. Vooral de koperconcentratie in het water overschrijdt in het hele kanaal de norm. De koperconcentratie in de omringende watersystemen is veel lager. Omdat de grote koperlozingen op het systeem zijn beëindigd is het zeer waarschijnlijk dat de hoge koperconcentraties in het water worden veroorzaakt door nalevering uit de waterbodem.

Bij de beoordeling van het risico voor het ecosysteem zijn zowel de directe effecten op in de waterbodem levende organismen als de doorvergiftiging in de voedselketen onderzocht. De directe effecten zijn onderzocht met laboratoriumtesten op veldmonsters en aanvullend beoordeeld aan de hand van de waargenomen soortenrijkdom in het veld (macrofauna-onderzoek). Hierbij zijn zowel risico's voor organismen in de waterbodem als voor doorvergiftiging in de voedselketen geconstateerd. In alle deelgebieden is sprake van actueel risico, behalve in het zuidelijk gedeelte van het kanaal, waar sprake is van *mogelijk* risico. Vooral het risico op doorvergiftiging van koper en PCB's is bepalend.

Voor het grondwater is er lokaal (ter hoogte van Middelburg) sprake van actueel risico voor verspreiding van koper. De overschrijding van de verspreidingsnorm is echter gering en de streefwaarde voor koper in ondiep grondwater wordt niet overschreden. Voor de mens is in de haven van Vlissingen een actueel risico geconstateerd bij opname van PCB's via palingconsumptie. De overschrijding van de risiconorm is echter niet groot en de gevangen paling voldoet aan de normen uit de warenwet. Uit het onderzoek blijkt dat een gemiddelde, levenslange consumptie van ongeveer 130 gram palingfilet per week nog aanvaardbaar is. Voor kinderen ligt de grens op ongeveer 35 gram. Omdat de normen voor humaan risico en verspreidingsrisico in grondwater slechts lokaal, en in beperkte mate worden overschreden worden deze niet als leidend beschouwd in de saneringsbeslissing. Op deze risicopaden wordt verder niet ingegaan in de saneringsvisie.

3.4 Urgentie van saneren (NO)

In het Nader onderzoek is geconstateerd dat de bronnen voldoende zijn gesaneerd. De historische oorzaak van de waterbodemonverontreiniging is dus weggenomen zodat een eventuele waterbodemsanering zinvol kan zijn. De natuurlijke sedimentatie in het systeem is minder dan 30 cm in 10 jaar. Het is daarom niet de verwachting dat het actueel risico op voldoende korte termijn wordt weggenomen door natuurlijke afdekking met schoon sediment. Op grond van de geconstateerde actuele risico's voor het oppervlaktewater en het ecosysteem, een geringe natuurlijke afdekking en het gesaneerd zijn van de bronnen is er voor de saneringslocatie Kanaal door Walcheren sprake van saneringsurgentie.



Figuur 3-3 Actuele risico's voor oppervlaktewater en ecosysteem (uit AKWA, 2004).

4. Saneringsvisie

4.1 Analyse actuele risico's

Het Nader Onderzoek is gericht op het bepalen van de risico's van de waterbodemonverontreiniging teneinde vast te stellen of er sprake is van saneringsurgentie. In het Kanaal door Walcheren is actueel risico geconstateerd voor het *oppervlaktewater* en voor het *ecosysteem* (zie 3.3). Ook vindt er onvoldoende natuurlijke afdekking plaats zodat sprake is van saneringsurgentie. In deze paragraaf wordt ingegaan op de vraag hoe de actuele risico's kunnen worden verminderd.

oppervlaktewater

Het geconstateerde actuele risico voor het oppervlaktewater is voornamelijk het gevolg van de continue overschrijding van het $MTR_{\text{oppervlaktewater}}$ voor koper in het gehele kanaal. De koperconcentratie in de waterkolom is hoogstwaarschijnlijk verhoogd door nalevering uit de waterbodem.

Als deze nalevering kan worden gestopt wordt verwacht dat de waterkwaliteit wel aan het MTR koper zal voldoen omdat de lozingen zijn gesaneerd en het inkomende water al aan het MTR voldoet. Bovendien zal zo worden voorkomen dat de relatief schone delen van het kanaal worden "opgeladen" door nalevering uit de sterker verontreinigde delen van de waterbodem van het kanaal.

De nalevering vindt waarschijnlijk vooral plaats door opwerveling en verplaatsing van verontreinigd slib, veroorzaakt door de scheepvaart. Windgedreven golven, diffusieve nalevering en erosie door stroming zijn naar verwachting niet belangrijk (AKWA, 2004).

Het kopergehalte in de waterbodem varieert sterk. Ten zuiden en ten noorden van Middelburg varieert het gehalte van ongeveer het MTR_{sediment} tot enkele malen het MTR niveau. In de havens van Middelburg, het Kanaal door de Oude Arne en het tussengelegen deel van het kanaal zijn de kopergehalten veel hoger, van circa 5 tot meer dan 80 maal het MTR niveau (zie paragraaf 3.2). Verwacht wordt dat vooral opwerveling van slib in deze hot spots de hoge kopergehalten in de waterkolom veroorzaakt.

ecosysteem

Het geconstateerde ecosysteemrisico is gebaseerd op in het macrofauna-onderzoek waargenomen directe effecten in het veld (verstoring bodemlevensgemeenschap), en op doorvergiftigingsrisico's die in laboratoriumonderzoek en op basis van visanalyses zijn geconstateerd. De risico's verschillen per deelgebied (AKWA, 2003c):

Kanaal door de Oude Arne	• Matige tot ernstige verstoring bodemleven • Doorvergiftigingsrisico voor koper
Kanaal midden	• Ernstige verstoring bodemleven • Doorvergiftigingsrisico PCB153
Havens Middelburg	• Doorvergiftigingsrisico koper
Havens Vlissingen	• Doorvergiftigingsrisico PCB153
Kanaal Noord	• Doorvergiftigingsrisico PCB153

Opvallend is dat er in het studiegebied geen sprake is van ernstige directe effecten op grond van de ecotoxicologische testen (bioassays). Alleen in het Kanaal Midden en in het kanaal door de Oude Arne is ernstig risico geconstateerd op basis van in het veld waargenomen effecten, namelijk ernstige verstoring van het bodemleven. Er zijn aanwijzingen dat de verstoring samenhangt met de hoge koperconcentraties van de waterbodem in de hot spots en de kwaliteit van het zwevend slib (AKWA, 2003b). In deze deelgebieden worden namelijk vooral soorten gevonden die tolerant zijn voor verontreiniging. Relatief veel soorten in het Kanaal door Walcheren halen hun voedsel uit de waterkolom. Dit voedsel bestaat uit de organische fractie in het zwevend stof. Vooral in het Kanaal Midden ontbreken deze soorten, met name de voor koper gevoelige tweekleppigen.

Het tegengaan van de nalevering uit de hot spots en daarmee het verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater heeft naar verwachting een gunstig effect op de macrofauna. De organismen die hun voedsel uit de waterkolom halen zullen hier direct van profiteren. Bovendien zal door de maatregelen om de nalevering tegen te gaan de lokale bodemkwaliteit verbeteren zodat daar ook de soorten die het voedsel uit de bodem halen op termijn profiteren.

Het doorvergiftigingsrisico betekent dat de predatoren (van vissen en wormen) *mogelijk* schade ondervinden door consumptie van prooidieren uit de betreffende deelgebieden. Of deze "doelorganismen" ook daadwerkelijk schade ondervinden is echter niet bekend. Het betreft hier namelijk geen direct waargenomen effect in het veld. Er zijn voor zover bekend geen kolonies van vogels of (zee)zoogdieren die voor hun voedselvoorziening zijn aangewezen op (alleen) het studiegebied. Het zal dus moeilijk zijn om een eventueel positief effect van het tegengaan van het doorvergiftigingsrisico in het veld aan te tonen. Overigens zal het doorvergiftigingsrisico wel worden weggenomen op de locaties waar maatregelen worden genomen om koperverspreiding naar de waterkolom tegen te gaan.

4.2 Saneringsdoelstelling

Op grond van de voorgaande analyse van de actuele risico's richt de sanering zich op het tegengaan van verspreiding van koper uit de waterbodem. Hierdoor zal de waterkwaliteit verbeteren en wordt vervuiling van de relatief schone delen van het kanaal voorkomen.

Van de verbetering van de waterkwaliteit zullen in het hele kanaal die bodemorganismen die sterk worden beïnvloed door de waterkwaliteit (zoals tweekleppigen) profiteren. Op de te saneren locaties (de hot spots) zal het actuele risico op directe effecten van de bodemverontreiniging worden opgeheven. De verwachting is dat de kwaliteit van de bodemfauna hierdoor zal verbeteren.

De sanering heeft daarmee de volgende doelen:

- Tegengaan verspreiding koper naar oppervlaktewater, zodat dit aan MTR voldoet;
- daarmee tevens tegengaan actueel risico van koper voor bodemorganismen die door waterkwaliteit worden beïnvloed;
- Voorkomen vervuiling relatief schone delen van kanaal door verspreiding uit de hot spots;
- Verbeteren kwaliteit bodemfauna op de hot spots (dat wil zeggen, wegnemen actueel risico van directe effecten door bodemverontreiniging).

Aan de saneringsdoelstelling is voldaan indien binnen een nader vast te stellen periode na de sanering het oppervlaktewater voor koper voldoet aan het MTR-niveau. Deze periode dient te worden gekozen in het saneringsonderzoek. Gedacht wordt aan een periode van uiterlijk 10 jaar.

Op de te saneren locaties zal ook het doorvergiftigingsrisico worden tegengegaan. Naar verwachting zal het positieve effect van maatregelen tegen de doorvergiftigingsrisico's in het Kanaal door Walcheren echter niet goed kunnen worden aangetoond. Het saneringsrendement van maatregelen die alleen op dit risico zijn gericht is daarmee onzeker. Daarom is ervoor gekozen om de sanering niet primair op dit risico te richten.

4.3 Functiegerichte en kostenbewuste aanpak

In overeenstemming met de uitgangspunten van het Saneringsprogramma Waterbodem Rijkswateren is de basis voor de sanering van het Kanaal door Walcheren een functiegerichte en kostenbewuste aanpak. Voor de sanering van het Kanaal door Walcheren betekent dit, dat niet per definitie de voorkeur uit gaat naar een multifunctionele aanpak, waarbij de verontreinigde waterbodem volledig wordt verwijderd. Er wordt ook gezocht naar een alternatieve (functiegerichte) saneringsaanpak waarbij met lagere kosten de saneringsdoelstelling kan worden gerealiseerd.

Er wordt gestreefd naar een optimaal saneringsrendement (milieuwinst versus kosten). Er is sprake van een optimaal saneringsrendement als de saneringsdoelstelling is verwezenlijkt tegen zo laag mogelijke kosten.

4.4 Saneringsvarianten

Voor de sanering van het kanaal is het Saneringsprogramma Rijkswateren van belang in verband met de financiering. De projecten worden in het Saneringsprogramma volgens de SNIP- (Spelregels Natte Infrastructuurprojecten) systematiek geprogrammeerd. In het kader van de SNIP-systematiek is er sprake van 4 mogelijke oplossingsvarianten. Op hoofdlijn worden deze varianten onderstaand beoordeeld op relevantie aan de hand van de onderzoeksresultaten en de saneringsdoelstelling.

De 4 (potentiële) oplossingsvarianten worden hieronder op gebiedsniveau (gehele studiegebied) voor de sanering van het Kanaal door Walcheren beschreven en beoordeeld. Zie ook bijlage 2.

Nulvariant

De nulvariant gaat uit van autonome ontwikkeling en veronderstelt dat de saneringsdoelstelling kan worden bereikt door middel van natuurlijke afdekking met schoner sediment. In deze variant zijn geen actieve saneringsmaatregelen voorzien.

In het Kanaal door Walcheren worden de actuele risico's niet snel genoeg weggenomen door natuurlijke afdekking met schoon sediment. Het is de verwachting dat de kwaliteit van de bodem in de relatief schonere delen van het kanaal op termijn zal verslechteren door nalevering uit de sterkst verontreinigde delen.

Gelet op de geconstateerde risico's (paragraaf 3.3), de saneringsdoelstelling (paragraaf 4.2) en de snelheid van natuurlijke afdekking, is de nulvariant geen reële optie.

Maximale variant

De maximale variant gaat uit van volledige verwijdering van de verontreinigde waterbodem in het Kanaal door Walcheren, waarna aan de saneringsdoelstelling zal zijn voldaan.

Om de saneringsdoelstelling te bereiken is een volledige verwijdering van de verontreinigde waterbodem echter niet noodzakelijk. Dit nog afgezien van het feit dat een volledige verwijdering van de verontreiniging technisch niet mogelijk is en er altijd restverontreiniging achter blijft.

Meest kosteneffectieve variant

De meest kosteneffectieve variant gaat uit van een deelgebiedsanering, i.c. sanering van de hot spots.

Gezien de verwachting dat de hot spots in hoge mate verantwoordelijk zijn voor de geconstateerde risico's voor het oppervlaktewater en het ecosysteem, zal een sanering van deze gebieden bijdragen aan een verbetering van de (water)kwaliteit in het gehele kanaal. In deze variant is sprake van een optimaal saneringsrendement zoals beschreven in paragraaf 4.3.

In de jaren na sanering dient monitoring uit te wijzen of de saneringsdoelstelling voor het gehele kanaal is gerealiseerd.

Minimale variant

De minimale variant gaat uit van een minimale ingreep om de saneringsdoelstelling te bereiken. Gelet op het feit dat een sanering de actuele risico's dient te verminderen en de uitgangspunten in 4.3 valt de minimale variant samen met de meest kosteneffectieve variant (in gehele kanaal verbetering door aanpak van deellocaties).

4.5 Voorkeursvariant

De sanering zal zijn gericht op het tegengaan van het in het Nader Onderzoek vastgestelde verspreidingsrisico voor het oppervlaktewater en van een belangrijk deel van de waargenomen effecten op het ecosysteem. De verwachting is dat het saneringsdoel kan worden bereikt door sanering van de meest verontreinigde delen van het kanaal (hot spot sanering). De meest kosteneffectieve variant in paragraaf 4.4 geeft het beste invulling aan de beoogde saneringsdoelstelling en functiegerichte en kostenbewuste aanpak.

Of met deze deelsanering aan het saneringsdoel zal worden voldaan dient door monitoring na de sanering te worden vastgesteld. Het opzetten van een monitoringsplan zal deel uit maken van het Saneringsplan. Aan de hand van de resultaten uit de monitoring zal uiterlijk 10 jaar na de sanering een evaluatie plaatsvinden, waarbij aan de hand van de saneringsdoelstelling zal worden gezien in hoeverre Rijkswaterstaat is ontheven van de saneringsplicht.

4.6 Saneringsmethoden

In paragraaf 4.4 en 4.5 is een afweging gemaakt tussen saneringsvarianten op gebiedsniveau (gehele kanaal) en is een voorkeursvariant bepaald. De voorkeursvariant bestaat uit een deelgebiedsanering ter plaatse van de hot spots. Voor sanering van de hot spots kan een keuze worden gemaakt uit (een combinatie van) de onderstaande saneringsmethoden (zie ook bijlage 2):

- **Ruimte maken voor 'natuurlijke' afdekking**
Ruimte maken voor natuurlijke afdekking is op gebiedsniveau (gehele kanaal) geen reële saneringsmethode door te geringe aanwas van sediment. Op deelgebiedniveau komt deze methode mogelijk wel in aanmerking.
Een lokale verdieping in het kanaal ter plaatse van de hot spots kan ter plaatse een grote sedimentaanwas verzorgen. Er ontstaat een lokale sedimentvang waarin geresuspendeerd sediment uit de omgeving kan bezinken. Deze methode komt in aanmerking indien de aanwas voldoende groot is en de nieuwe sedimentlaag van voldoende kwaliteit is.
- **Actieve afdekking**
Als onvoldoende sedimentatie van schoner sediment plaatsvindt kan actief een afdeklaag worden aangebracht. Dit kan ook in combinatie met gedeeltelijke verwijdering van de verontreiniging, bijvoorbeeld als onvoldoende nautische diepte resteert. De afdeklaag moet voldoende stabiel blijven.
- **Verwijderen van de verontreiniging**
Deze variant gaat uit van volledige verwijdering van de vervuilde laag. Omdat het een gegraven kanaal betreft, kan de saneringsdiepte mogelijk relatief eenvoudig worden vastgesteld op de oorspronkelijke aanlegdiepte, eventueel met een geringe baggeroverdiepte. Bovendien kan de scheiding tussen de verontreinigde sedimentlaag en de 'schone' ondergrond middels onderzoek waarschijnlijk relatief makkelijk en eenduidig in kaart worden gebracht omdat vermoedelijk overwegend sprake is van duidelijke laagovergangen (slib op zand). Dit laat onverlet dat een volledige verwijdering van de verontreiniging in de praktijk moeilijk realiseerbaar is en er altijd (een dunne laag) restverontreiniging achter blijft.

Voor het verwijderen van de verontreiniging kunnen ook in-situ technieken (bijv. biologische of chemische reiniging) i.p.v. baggeren worden overwogen. In de praktijk blijken in-situ waterbodemsaneringstechnieken echter niet voldoende effectief. In Bijlage 2 worden de bovenstaande maatregelen in meer detail beschreven en onderling vergeleken.

Zoals eerder besproken zal de sanering zich richten op de meest verontreinigde delen van het kanaal. Omdat vooral het contact van verontreinigd materiaal met het oppervlaktewater voor

problemen zorgt, ligt het voor de hand om, waar mogelijk, de verontreinigde bodem af te dekken. Zo wordt de hoeveelheid te ontgraven en te verwerken specie geminimaliseerd. In het saneringsonderzoek en -plan wordt de saneringsmethode verder uitgewerkt en zal een keuze gemaakt worden.



Figuur 4-1 Sanering Binnengracht Middelburg (foto: Waterschap Zeeuwse Eilanden)

4.7 Vervolg

In het Saneringsonderzoek en -plan wordt het te saneren deel van het kanaal nader afgebakend (afbakening hot spots). Hierbij zal gekeken worden naar zowel het kopergehalte van de waterbodem als de kans dat er (door opwerveling door schepen) verspreiding optreedt. Eveneens zullen bij de afbakening de resultaten van het eerder uitgevoerde macrofauna-onderzoek worden betrokken om (indien mogelijk) een relatie te leggen met het bodemleven.

Ook worden de saneringsmethoden uitgewerkt voor de te saneren delen van het kanaal. Hierbij wordt ook nader gekeken naar de haalbaarheid van de methode waarbij aandacht wordt geschonken aan (civieltechnische) randvoorwaarden zoals:

- te handhaven nautisch profiel;
- stabiliteit van taluds, kades, meubilair (geotechnische toetsing);
- stabiliteit afdekklagen;
- bestemming van vrijkomende baggerspecie;
- vergunningen en procedures, Arbo aspecten;
- grof vuil, asbest, munitie in te ontgraven lagen;
- toets op mogelijke toename inzijing.

Tevens zal het monitoringsplan worden uitgewerkt.

Literatuur

AKWA, 2001. Startdocument Kanaal door Walcheren. Werkdocument WAU.AKW-3-00034. AKWA projectbureau Waterbodems Advies en Uitvoering, Utrecht.

AKWA, 2002. Actualisatieonderzoek waterbodem Kanaal door Walcheren. Werkdocument WAU.KWO-3-02022. AKWA, projectbureau Waterbodems Advies en Uitvoering, Utrecht.

AKWA, 2003a. Nader Onderzoek Kanaal door Walcheren, Onderzoek actuele risico's voor verspreiding via grondwater. AKWA rapport 03.003. ISBN 90 36 954 967. AKWA, RIZA, Lelystad.

AKWA, 2003b. Kanaal door Walcheren. Beoordeling van de ecologische waterbodemkwaliteit aan de hand van Macrofauna. Werkdocument RIZA 2003.233X. AKWA, RIZA, Lelystad.

AKWA, 2003c. Nader Onderzoek Kanaal door Walcheren, Actuele risico's voor het ecosysteem. AKWA rapport 03.004. AKWA, RIZA, Lelystad.

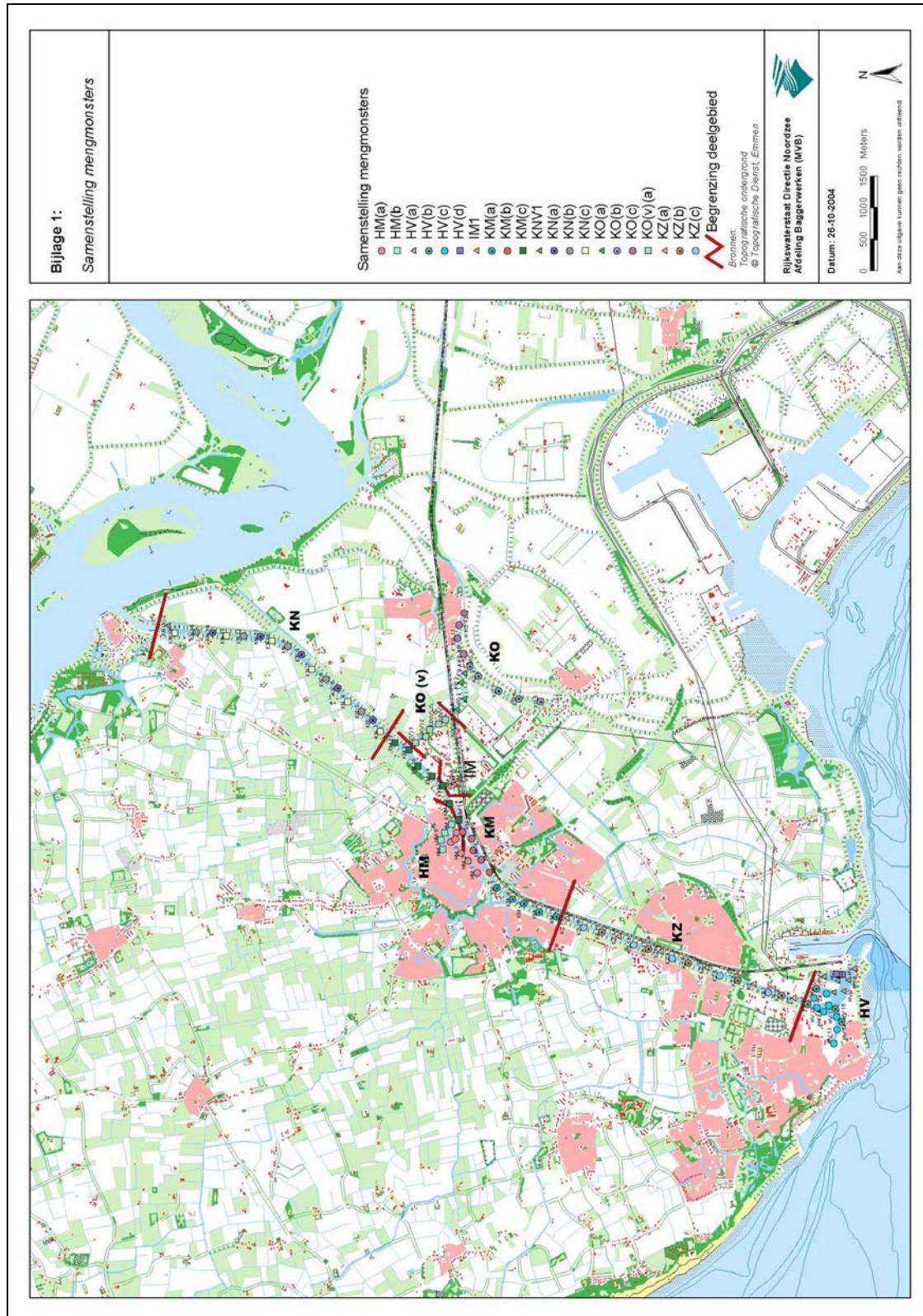
AKWA, 2004. Nader Onderzoek Kanaal door Walcheren. Samenvatting actuele risico's. AKWA rapport 04.003. Advies- en Kenniscentrum Waterbodems, Utrecht. 28 pg.

Grontmij, 1995. Kanaal door Walcheren. Inventariserende studie naar de waterbodemverontreinigingsproblematiek. Studie i.o.v. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland. Grontmij De Bilt.

Bijlage 1 Samenstelling mengmonsters waterbodemb Kanaal door Walcheren

In Figuur 3-1 is het kopergehalte per monsterpunt weergegeven. De monsters zijn in de betreffende monstercampagne (2001) echter niet afzonderlijk geanalyseerd. Per deelgebied zijn enkele mengmonsters samengesteld, deze zijn vervolgens geanalyseerd.

In de kaart op de volgende bladzijde is *per deelgebied* weergegeven hoe de mengmonsters zijn samengesteld.



Bijlage 2 Milieuhygiënische vergelijking saneringsmethoden

In deze bijlage wordt een milieuhygiënische vergelijking gemaakt van de saneringsmethoden. Het gaat om de vier in Hoofdstuk 4 genoemde saneringsmethoden. Er zal worden nagegaan in hoeverre de saneringsmethoden geschikt zijn voor de verontreinigingssituatie van het Kanaal door Walcheren, een keuze wordt echter pas in het saneringsonderzoek gemaakt.

Natuurlijke afdekking

De kwaliteit van nieuw gevormd sediment is tegenwoordig in veel gebieden in Nederland veel beter dan enkele decennia geleden, vooral dankzij de sterke reductie van de uitstoot van stoffen uit puntbronnen. In veel sedimentatiegebieden is de kwaliteit van de toplaag dan ook sterk verbeterd door deze natuurlijke afdekking van de historische verontreiniging.

De verontreiniging verdwijnt niet op deze manier (afgezien van omzettingprocessen van organische verontreinigingen), dit kan betekenen dat bij toekomstige ingrepen in het gebied (bijvoorbeeld vaarwegverdieping) alsnog verontreinigd sediment moet worden verwijderd. Ook moet er ruimte zijn voor de sedimentatie, indien het watersysteem op diepte gehouden dient te worden is natuurlijke afdekking geen optie. Het risico op verontreiniging van het grondwater (indien dit een risico is) zal hierdoor niet worden verminderd (voorzover de inzijging niet afneemt door het dikker worden van de sedimentslaag).

In het Kanaal van Walcheren is de sedimentatie gering (minder dan 1 cm per jaar). Het is niet de verwachting dat de risico's in de toplaag op korte termijn kunnen worden weggenomen door natuurlijke afdekking met schoon sediment.

Voordelen	Nadelen
Door natuurlijke sedimentatie van schoon sediment ontstaat een schone toplaag. Geen kostbare sanering nodig.	- Alleen van toepassing in gebieden met voldoende netto sedimentatie en kwaliteitsverbetering van nieuw gevormd sediment. - Verontreinigde laag blijft aanwezig, dit zou bij toekomstig grondverzet een probleem kunnen vormen. Risico voor grondwater wordt in principe niet verminderd. - Mogelijk risico op aantasting van de afdeklaag door scheepvaart.

Ruimte maken voor natuurlijke afdekking

Door een deel van de verontreinigde laag te ontgraven wordt ruimte gemaakt voor natuurlijke afdekking. Voorwaarde is dat de sedimentatiesnelheid en de kwaliteit van het nieuwgevormde sediment voldoende zijn zodat inderdaad snel genoeg een schone toplaag wordt gevormd. Het voordeel is dat niet de gehele verontreinigde laag hoeft te worden verwijderd. Mogelijk kan door het ontgraven tijdelijk meer verspreiding van stoffen uit de verontreinigde laag plaatsvinden. Zie verder hierboven, gezien de geringe natuurlijke sedimentatie is ook deze methode naar verwachting geen geschikte methode voor het Kanaal door Walcheren.

Voordelen	Nadelen
De verontreinigde laag hoeft niet geheel te worden verwijderd.	- Alleen van toepassing in gebieden met voldoende netto sedimentatie en kwaliteitsverbetering van nieuw gevormd sediment. - Verontreinigde laag blijft aanwezig, dit zou bij toekomstig grondverzet een probleem kunnen vormen. Risico voor grondwater wordt in principe niet verminderd. - Mogelijk tijdelijk meer verspreiding van stoffen uit de waterbodem. - Mogelijk risico op aantasting van de afdeklaag door scheepvaart.

Actieve afdekking (e.v.t. in combinatie met gedeeltelijke ontgraving)

Bij deze methode wordt de verontreinigde sedimentlaag kunstmatig afgedekt met een laag schone grond om de actuele risico's in het kanaal weg te nemen. Dit kan ook in combinatie met gedeeltelijke verwijdering van de toplaag, bijvoorbeeld als onvoldoende nautische diepte resteert. Het voordeel van deze methode is dat de hoeveelheid te verwijderen verontreinigde waterbodem beperkt blijft. Wel zijn de stabiliteit, duurzaamheid en robuustheid van de afdeklaag een belangrijk aandachtspunt. Eventuele diffusieve nalevering van verontreinigingen moet voldoende worden geremd. De waterdiepte moet voldoende zijn zodat de laag niet kan worden beschadigd door scheepvaart.

Het aanbrengen van een afdeklaag is mogelijk een optie in het Kanaal door Walcheren.

<i>Voordelen</i>	<i>Nadelen</i>
De verontreinigde laag hoeft niet of slechts gedeeltelijk te worden verwijderd.	- Verontreinigde laag blijft aanwezig, dit zou bij toekomstig grondverzet een probleem kunnen vormen. Risico voor grondwater wordt in principe niet verminderd. - Stabiele afdeklaag moet worden aangebracht, laag moet niet worden beschadigd door bijvoorbeeld grondverzet of scheepvaart. - De aanlegdiepte kan kleiner worden, mogelijk nieuw nautisch profiel vaststellen, beperking diepgang.

Volledige verwijdering van de verontreinigde waterbodem

De verontreinigde laag wordt geheel ontgraven teneinde de risico's weg te nemen. Uit het oogpunt van milieuwinst lijkt dit de meest aantrekkelijke methode, maar in de praktijk is gebleken dat dit niet zonder meer het geval is.

Het blijkt in de praktijk niet mogelijk om laagscheidingen (chemisch of effect gerelateerd) exact in kaart te brengen. Dit hangt samen met de dichtheid van het meetnet (veelal boringen) in relatie tot de 'grilligheid' (ruimtelijke variabiliteit) van de verontreinigde laag. Daarnaast is het niet mogelijk de verontreinigde laag exact weg te baggeren door baggeronnauwkeurigheid (zelfs met de modernste baggertechnieken). Om tot volledige verwijdering te komen, zijn over het algemeen grote overdieptes nodig. Hoe groter de overdiepte, hoe meer schoon materiaal wordt ontgraven. Milieuhygiënisch is het niet gewenst om grote hoeveelheden schoon materiaal te verwijderen en te bergen/verwerken. Deze overwegingen leiden vaak tot een beperking van de baggeroverdiepte.

Gezien de baggeronnauwkeurigheden en onzekerheden en mede gelet op de onvermijdelijke mors (waardoor na sanering een dun laagje verontreinigd materiaal op de nieuwe toplaag achterblijft) kan de verontreiniging niet voor de volle 100% worden verwijderd. Door sedimentatie van schoner materiaal zal de kwaliteit van de toplaag op termijn verbeteren. In het Kanaal door Walcheren vindt netto nauwelijks sedimentatie plaats, zodat natuurlijke afdekking met schoner sediment niet zal plaatsvinden of erg lang zal duren.

Daarnaast kan het vanwege de stabiliteit van dijken, kades en meubilair noodzakelijk zijn om civieltechnische maatregelen te treffen (zoals damwandconstructies), of om een deel van de verontreinigde laag niet te ontgraven. Indien verwijdering van de verontreiniging wordt overwogen, verdient dit aspect nadere aandacht.

Een speciaal aandachtspunt is kwel. De kweldruk in de aangrenzende polders zal toenemen door het verwijderen van de slecht doorlatende waterbodem. Mogelijke ontstaat hierdoor wateroverlast en/of toename van zoute kwel naar de polders. Ook dit aspect zal nader onderzocht moeten worden.

Het voordeel van volledige ontgraving is dat de verontreiniging zoveel mogelijk wordt verwijderd. Zoals hierboven is toegelicht is het echter technisch niet haalbaar om alle verontreiniging te verwijderen. Dit betekent dat er mogelijk na de sanering risico's blijven bestaan.

<i>Voordelen</i>	<i>Nadelen</i>
Verontreiniging zo veel mogelijk verwijderd	- Er zal gebaggerd worden met overdiepte, waardoor ook schoon materiaal wordt verwijderd - Mogelijk na sanering toch nog risico door restant verontreiniging. - Mogelijke toename kwel. - Mogelijk extra voorzieningen t.b.v. stabiliteit kades e.d. nodig.