

Overzicht van ecologische beoordelingsmethoden in relatie tot de Kaderrichtlijn Water

A.J.G. Reeze

RIZA-werkdocument 2000.036X
3 april 2000

Inhoudsopgave

1. Inleiding	p. 3
2. Criteria voor beoordelingsmethoden vanuit de Kaderrichtlijn Water	p. 3
3. Bestaande beoordelingsmethoden	p. 4
3.1 Operationele beoordelingssystemen	p. 4
3.2 Overige beoordelingssystemen (in ontwikkeling)	p. 5
4. Beoordelingsmethoden en criteria: aandachtspunten	p. 7
5. Discussie en conclusie	p. 10
6. Literatuur	p. 12

Bijlage 1 Definities

1. Inleiding

Waarschijnlijk wordt aan het eind van dit jaar door het Europees parlement de Kaderrichtlijn Water bekrachtigd. De Kaderrichtlijn heeft tot doel om de aquatische ecosystemen en waterafhankelijke terrestrische natuur voor achteruitgang te behoeden, te beschermen en te verbeteren (art. 1). Hiertoe moeten alle oppervlaktewateren binnen 10 jaar na inwerkingtreden van de richtlijn een goede toestand hebben bereikt. Het bereiken van een goede ecologische toestand, ondersteund door een goede fysisch-chemische en een goede hydromorfologische toestand, is hierbij richtinggevend. De Kaderrichtlijn schrijft vrij nauwkeurig voor hoe moet worden vastgesteld of een waterlichaam een goede ecologische toestand heeft bereikt. In dit document wordt verkend hoe deze methodiek aansluit bij de al bestaande methodieken voor de ecologische beoordeling van oppervlaktewateren in Nederland.

Allereerst zijn de criteria voor een beoordelingsmethode vanuit de Kaderrichtlijn samengevat (hoofdstuk 2). Daarna zijn bestaande beoordelingssystemen in Nederland bekeken en is de achterliggende systematiek nader bestudeerd (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 worden de bestaande beoordelingsmethoden gespiegeld aan de wensen vanuit de Kaderrichtlijn. Hierbij is de gedachte van de Kaderrichtlijn vrij nauwkeurig gevolgd. In de conclusie (hoofdstuk 5) komen de verschillende mogelijkheden aan de orde op weg naar een beoordelingsmethode voor de Kaderrichtlijn.

Voor dit document is de Kaderrichtlijn van 22 oktober 1999 gebruikt. Op het moment van verschijnen van dit werkdocument was bekend dat er nog enkele amendementen zijn aangenomen in het Europese parlement, m.n. ten aanzien van de gehanteerde termijnen (deze zijn aanzienlijk verkort).

Op dit moment worden verder ook de gevolgen van de Kaderrichtlijn voor de biologische monitoring in Rijkswateren in kaart gebracht. Voor meer informatie hierover wordt u verwezen naar RIZA-werkdocument 2000.050X (Reeze, 2000).

2. Criteria voor beoordelingsmethoden vanuit de Kaderrichtlijn Water

1. De methode toetst aan een referentie* (bijlage II, par. 1.3 en bijlage V, par. 1.4.1 ii)
2. De beoordelingsmethode doet een uitspraak over de volgende biologische kwaliteitselementen*: fytoplankton, macrofauna, vis, waterplanten en fyto-benthos (bijlage V, par. 1.4.1 i);
3. Voor elke biologische parameter kunnen de resultaten van het beoordelingssysteem worden gepresenteerd als een getalswaarde tussen 0 (slechte ecologische toestand) en 1 (referentietoestand wordt bereikt) (ecologische kwaliteitscoëfficiënt: bijlage V, par. 1.4.1 ii)
4. Op de schaal die aldus ontstaat worden getalswaarden toegekend voor vijf ecologische klassen, gaande van een zeer goede tot een slechte ecologische toestand (bijlage V, par. 1.4.1 iii)
5. De methode koppelt ecologische niveau's aan mate van antropogene verstoring (bijlage V, par. 1.2, tabel 'algemene definities voor ...')
6. Het systeem gaat uit van een indeling van oppervlaktewaterlichamen volgens fysische en chemische factoren die bepalend zijn voor de kenmerken van het oppervlaktewaterlichaam (bijlage II, systeem B)*.

* voor meer informatie over de referentie, kwaliteitselementen en de indeling van oppervlaktewaterlichamen zie bijlage 1 van dit werkdocument.

3. Bestaande beoordelingsmethoden

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de methodiek van enkele beoordelingsmethoden die relevant zijn voor toetsing in het kader van de Kaderrichtlijn. Er wordt kort ingegaan op het principe (hoe werkt het en wat komt er uit) en de procedurele status van de beoordelingsmethode.

3.1 Operationele beoordelingssystemen

AMOEBE

Gebruiker	RWS
Opdrachtgever/ ontwikkeld door	RWS/ RIZA: Hosper en ten Brink
Literatuur	ten Brink et al., 1991

De AMOEBE is een raderplot van enkele geselecteerde biologische doelvariabelen voor een watersysteem. De waarde van de doelvariabelen wordt uitgedrukt als percentage van de waarden in de referentietoestand (1930). De meeste doelvariabelen zijn planten- en diersoorten, uitgedrukt in aantallen, dichtheden, oppervlakten of voorkomen in km-hokken.

Procedurele status: Er zijn AMOEBE's ontwikkeld voor het Volkerak-Zoommeer, Haringvliet/ Hollands Diep, Biesbosch, Amsterdam-Rijnkanaal, Noordzeekanaal, Waal, Nederrijn, IJssel, Beneden-Rijn, Maas, IJsselmeer, Markermeer en de Randmeren. De AMOEBE's werden gebruikt bij de WSV-rapportages en worden gebruikt ten behoeve van watersysteemrapportages. Er bestaan ideeën om ecotopen op te nemen in de AMOEBE's.

Stowa - Ecologische beoordelingsmethoden

Gebruiker	Zuiveringsschappen en waterschappen
Opdrachtgever/ ontwikkeld door	Stowa/ LUW: Peeters en Gardeniers
Literatuur	Stowa, 1992a en 1992b

De ecologische beoordelingsmethoden van de Stowa resulteren in een weergave van het ecologisch niveau van enkele zgn. 'karakteristieken' van het watersysteem (bijvoorbeeld trofie, saprobie, habitatdiversiteit, etc.). De uitspraak voor elke karakteristiek is gebaseerd op meerdere maatstaven. De score voor de karakteristiek trofie is bijvoorbeeld gebaseerd op biotische maatstaven (fytoplankton, zoöplankton, epifytische diatomeën) en abiotische maatstaven (nutriëntenhuishouding bijvoorbeeld volgens de belastingsindex van Bots). De score van de biotische maatstaven is gebaseerd op de indicatiewaarde van verschillende soorten (voor bijvoorbeeld trofie).

Procedurele status: Alle Nederlandse regionale wateren worden beoordeeld met de Stowa-beoordelingssystemen. Er zijn systemen ontwikkeld voor stromende wateren, sloten, meren en plassen, zand-, grind- en kleigaten en kanalen. Momenteel wordt het beoordelingssysteem voor beken geactualiseerd, wordt een maatlat voor biodiversiteit/ natuurwaarde ontwikkeld en wordt gewerkt aan nieuwe beoordelingssystemen voor stadswateren en brakke wateren. Bovendien wordt gedacht aan de ontwikkeling van een nieuwe generatie Stowa-beoordelingssystemen.

Netwerkbenadering/ cenotypologie (EKKO)

Gebruiker	Provincie Overijssel
Opdrachtgever/ ontwikkeld door	Provincie Overijssel/ Verdonschot
Literatuur	Verdonschot, 1990a en 1990b

Binnen de netwerkbenadering/cenotypologie staan voorkomende gradiënten van abiotische factoren en toleranties van soorten centraal. Levensgemeenschappen komen voor in een veelheid aan gradiënten en maken zo deel uit van een continuüm. Door veranderingen van milieuomstandigheden in ruimte en tijd hangen gemeenschappen met elkaar samen in een netwerk.

Met behulp van de cenotypologie is het mogelijk een bepaalde lokatie te plaatsen in een netwerk van ecologische ontwikkelingsstadia. Het netwerk geeft de ontwikkelingen of maatregelen aan waardoor andere stadia bereikt kunnen worden. De netwerkbenadering is gebaseerd op een multivariate analyse van (macrofauna) gegevens.

Procedurele status: De cenotypologie is operationeel voor de oppervlaktewateren van de provincie Overijssel. Mogelijk werken ook andere waterbeheerders met de netwerkbenadering.

De netwerkbenadering wordt momenteel ook toegepast binnen het project 'wegen naar natuurdoeltypen'. Met behulp van de netwerkbenadering worden de verschillende ontwikkelingsstadia die een

(water)systeem kan doormaken op weg naar de referentie beschreven. Deze ontwikkelingsstadia vormen samen een netwerk/ ontwikkelingsreeks.

3.2 Overige beoordelingssystematieken (in ontwikkeling)

EKI

Gebruiker	Natuurplanbureau (NPB)
Opdrachtgever/ wordt ontwikkeld door	LNV/ NPB: Semmekrot, Ligtoet
Literatuur	ten Brink et al., 1999/ Knob en van Leerdam, 1998

De EKI is een concept om de natuurwaarde in Nederland vast te kunnen stellen. In de systematiek worden actuele gegevens over de structuur, waterkwaliteit, waterkwantiteit, en levensgemeenschappen ingetekend op een maatlat van 0 tot 100% (referentie). De EKI kent zowel abiotische als biotische maatlaten. De biotische maatlaten bestaan uit enkele geselecteerde soorten. Voorbeelden van maatlaten zijn krabbescheer, brasem, waterdiepte, sliblaag en verblijftijd.

De waarden van de maatlaten (een getal tussen 0 en 100%) kunnen op verschillende manieren worden geïntegreerd tot indicatoren (bv. alle waterplanten gezamenlijk en alle oeverplanten gezamenlijk), indices van eerste orde (bv. alle planten), tweede orde (biotisch) en uiteindelijk tot een natuurwaarde.

Procedurele status: de EKI is vooralsnog een concept. Er zijn voorbeelden van uitwerkingen beschikbaar (Knob en van Leerdam, 1998). Deze uitwerking verschilt overigens van de meest recente publicaties vanuit het NPB (wat betreft de samenstelling van de maatlaten).

Natuurdoeltypen: aquatisch supplement

Gebruiker	Provincies, Rijksoverheid (LNV/ RWS), natuurorganisaties
Opdrachtgever/ wordt ontwikkeld door	IKC-N/ Alterra, RIZA: Verdonschot, van der Molen
Literatuur	Bal et al., 1995

Een natuurdoeltype is gedefinieerd als een nagestreefde combinatie van abiotische en biotische kenmerken op een bepaalde ruimtelijke schaal (referentie). De beschrijving van de referentiesituatie is kwalitatief van aard. De realisatie van natuurdoeltypen is gerelateerd aan het voorkomen van doelsoorten. De aan- of afwezigheid van doelsoorten is representatief voor de toestand van een systeem. Het toetscriterium is het percentage van de doelsoorten van het gewenste type dat aanwezig is. De doelsoorten zijn geselecteerd op basis van itz-criteria.

Procedurele status: Voor de terrestrische natuur zijn natuurdoeltypen opgesteld (handboek natuurdoeltypen: Bal et al., 1995). Voor de aquatische natuur wordt gewerkt aan een aquatisch supplement van het handboek. Tevens wordt gewerkt aan de beschrijving van verschillende ontwikkelingsstadia van aquatische natuurdoeltypen: 'wegen naar natuurdoeltypen' (zie netwerkbenadering/ cenotypologie).

Index of Biotic Integrity (IBI)

Gebruiker	USA, enkele staten
Wordt ontwikkeld door	Karr en Chu
Literatuur	Karr and Chu, 1999 (samenvatting beschikbaar)

De IBI is gebaseerd op een set maatlaten. Deze maatlaten geven samen (voor verschillende schaalniveau's) een indruk van de 'gezondheid' van het ecosysteem. Afhankelijk van de hoeveelheid maatlaten resulteert de IBI in een enkel getal (bij 12 maatlaten ligt de waarde bijvoorbeeld tussen 12 en 60). Kenmerk van de maatlaten is dat de waarde van de biologische parameter (bijvoorbeeld relatieve abundantie van stromingsgevoelige soorten) gerelateerd zijn aan menselijke beïnvloeding.

Procedurele status: Er zijn geen IBI's beschikbaar voor Nederlandse oppervlaktewateren. Wel wordt op dit moment gewerkt aan vis-IBI's voor de Maas (RIVO i.s.m. Belgische en Franse partners in LIFE-project) en vis-IBI's voor regionale wateren (W+B in opdracht van Stowa). Mogelijk worden deze IBI's gebruikt als aanvulling op de Stowa-methoden.

Kwaliteit van ecotopen

Gebruiker	Regionale directies RWS, RIZA
Opdrachtgever/ wordt ontwikkeld door	MS 2000+/ Alterra (SC-DLO)
Literatuur	Knaapen et al., 1999

De biologische kwaliteit van ecotopen is gebaseerd op de volledigheid van kenmerkende soorten. Voor elk ecotoop is voor acht soortgroepen (planten, vis, vogels, ...) een lijst van kenmerkende soorten opgesteld. De volledigheid wordt bepaald door het aantal aangetroffen kenmerkende soorten te delen door het totaal aantal kenmerkende soorten uit de lijst. Dit levert per soortgroep een getal op tussen 0 (geen kenmerkende soorten aangetroffen) en 1 (alle kenmerkende soorten aangetroffen).

Procedurele status: De voorgestelde methode is uitgewerkt voor één proefgebied (Duursche Waarden).

GONZ (Graadmeterontwikkeling Noordzee)

Gebruiker	RWS, dir. Noordzee, LNV, RIKZ
Opdrachtgever/ wordt ontwikkeld door	RWS, dir. Noordzee en LNV/ WL: Duel
Literatuur	Duel, 1997

GONZ is een toetsingskader voor het water- en natuurbeleid van de Noordzee. De twee gemeenschappelijke beleidsthema's (biodiversiteit en ecologisch functioneren) zijn vertaald naar een aantal ecosysteemkenmerken (soorten, populaties, structuur van de levensgemeenschappen, productie, e.d.). Voor deze ecosysteemkenmerken zijn graadmeters ontworpen die ieder bestaan uit een aantal systeem-indicatoren. De systeem-indicatoren kunnen direct worden afgeleid (of berekend) uit meetgegevens. Voorbeeld: de graadmeter soortendiversiteit plankton bestaat uit de systeem-indicatoren *fytoplankton: gemiddeld aantal soorten* en *mesozoöplankton: Simpson's index*.

Enkele systeemindicatoren kunnen ook gebruikt worden als indicator voor het gebruik van de Noordzee (bijvoorbeeld visserij) en milieuthema's (bijvoorbeeld eutrofiëring).

Procedurele status: In februari verschijnt het eindrapport van GONZ waarin alle graadmeters tot in detail zijn uitgewerkt. Op dit moment bestaat onzekerheid over de toepasbaarheid van de uitgewerkte methodiek. Met name de bruikbaarheid van GONZ in relatie tot de actuele beleidsvragen is onduidelijk.

4. Beoordelingsmethoden en criteria: aandachtspunten

Belangrijke aandachtspunten bij de criteria van hoofdstuk 2:

- De omschrijving van de referentie: hoe ziet die eruit? uit welke elementen bestaat deze?
- Hoe worden ecologische niveau's vastgesteld? Hoe wordt 'goed' vastgesteld?

AMOEBE

De referentie binnen de AMOEBE bestaat uit een lijst met doelvariabelen (uitgedrukt in aantallen, kg/ha, dichtheden, oppervlakten) met daarbij de waarde van die variabelen in de referentietoestand (bv. afgeleid uit de situatie rond 1930). In de meeste AMOEBE's zijn doelvariabelen van alle vier soortgroepen aanwezig. De meetwaarden kunnen worden weergegeven als fractie van de referentiewaarde (criterium 3). Dit levert echter geen getal tussen 0 en 1, omdat de meetwaarden ook (ver) boven de referentiewaarden kunnen uitstijgen.

De AMOEBE leidt niet tot verschillende ecologische niveau's. De AMOEBE geeft eerder een beeld van de ontwikkeling van enkele relevante doelvariabelen van een watersysteem ten opzicht van de referentiesituatie. De AMOEBE is dus niet ontworpen om te beoordelen, om ecologische niveau's te onderscheiden.

Het is wel mogelijk om met een 'truc' iets dergelijks te ontwikkelen. De goede ecologische toestand zou je bijvoorbeeld als volgt kunnen definiëren: 70% van de doelvariabelen ligt minder dan 80% van de referentie af. Nadeel van een dergelijke aanpak is dat de niveau's dan niet meer gebaseerd zijn op ecologische grenzen, maar een artefact worden.

Overige aandachtspunten:

De biologische meetnetten zijn niet goed afgestemd op AMOEBE's. Dit levert grote moeilijkheden op bij het invullen van de AMOEBE's. Het grootste probleem vormen de gehanteerde eenheden: kg/ha voor vissen, aantal per vierkante meter voor macrofauna, aantal broedparen en aantal vogeldagen voor vogels, km-hokken voor zoogdieren. Deze zaken worden binnen het biologisch meetnet niet, in andere eenheden of niet op watersysteemniveau bepaald.

Verder bestaat het biologische deel van de AMOEBE uit een aantal geselecteerde variabelen, veelal doelsoorten. Uitgangspunt is dat informatie van een klein aantal doelsoorten indicatief is voor de toestand van een heel systeem. De benadering op basis van doelsoorten kent echter enkele beperkingen:

- doelvariabelen (abundanties van selecte groep soorten) vormen een twijfelachtige maat voor de ontwikkeling van de hele levensgemeenschap (Duel, 1997). Informatie op een hoger taxonomisch niveau of ecologische structuur levert betere informatie voor classificatie en vaststellen van menselijke beïnvloeding (Karr, 1999). Voorbeelden: reproductiesucces, leeftijdsopbouw, visserijsterfte, infectiepercentage's, etc.
- veranderingen in dichtheden van soorten kunnen niet expliciet worden toegeschreven aan één bepaalde invloed (Duel, 1997).
- de dichtheden (abundantie) van afzonderlijke soorten is onder natuurlijke omstandigheden zeer variabel (Karr, 1999). Karr raadt daarom aan een beoordelingssysteem bij voorkeur niet op te hangen aan de (abundantie van) enkele soorten.
- doelsoorten, soorten uit de referentie zijn vaak bedreigd of zeldzaam. Bedreigde en zeldzame soorten worden in routinematige monitoringsprogramma's zelden aangetroffen. Hierdoor is de kans groot dat bepaalde ontwikkelingen niet of pas laat worden signaleerd.
- de stuurbaarheid van afzonderlijke soorten is beperkt. Daarmee samenhangend komt de relatie met beheersmaatregelen niet duidelijk naar voren uit een systeem dat gebaseerd is op soorten.
- de keuze van doelsoorten is vaak subjectief: vraag je een andere expert, dan krijg je andere doelsoorten.

Dit aandachtspunt geldt ook voor de kwaliteit van ecotopen, natuurdoeltypen en EKI.

Stowa

In de Stowa-systemen is de referentie niet expliciet gedefinieerd of omschreven. Wel zijn voor elke soortgroep (fytoplankton, macrofauna, ...) specifieke (kenmerkende) soorten aangewezen. De referentiesituatie wordt dichter genaderd wanneer er meer kenmerkende soorten (in hogere relatieve abundanties) aanwezig zijn.

De meeste beoordelingssystemen van de Stowa zijn gebaseerd op macrofauna, fytoplankton en waterplanten. Maatlatten die gebaseerd zijn op vis ontbreken vooralsnog, met name door het ontbreken van voldoende gestandaardiseerde monsterprogramma's bij de regionale waterbeheerders. Voor elke onderscheiden maatlat zijn vijf ecologische niveau's bepaald. De ligging van de grenzen tussen deze niveau's is getalsmatig vastgelegd tussen 0 en 100% van de maatlat (rekenkundig identiek aan een getal tussen 0 en 1). Het voornaamste criterium voor de ligging van de niveau's is de verschuiving van abundanties van specifieke soorten, algemene en tolerante soorten. Omdat de maatlatten zijn ondergebracht bij een bepaalde karakteristiek (bijvoorbeeld trofie of saprobie) kan een relatie worden gelegd met antropogene verstoring (criterium 5). Het systeem wijst als het ware de verstoorde karakteristieken aan. De indeling van de oppervlaktewateren die de Stowa hanteert (criterium 6) sluit aan bij systeem B van de Kaderrichtlijn (indeling op basis van fysisch-chemische factoren).

Overige aandachtspunten:

Er zijn geen Stowa-systemen ontwikkeld voor de Rijkswateren. De bestaande systemen voor kanalen en meren bieden wel al goede aanknopingspunten (mond. med. E. Peeters) en zouden een beperkte aanpassing vragen. Voor rivieren en de zoete delta zou waarschijnlijk een nieuw systeem nodig zijn. Belangrijk punt bij de Stowa-systemen is dat de beoordeling (te) sterk af lijkt te hangen van de (relatieve) abundantie van enkele indicatorsoorten. Bij de regionale toepassing missen waterbeheerders voorts vaak de indicatiewaarde van regionaal belangrijke soorten.

Netwerkbenadering/ cenotypologie

Met de cenotypologie wordt niet zozeer getoetst aan een referentie. Een bepaalde locatie behoort op grond van biotische en abiotische kenmerken tot een bepaald (ceno)type. Door het nemen van bepaalde nader gedefinieerde maatregelen kan het cenotype veranderen naar een meer natuurlijk of waardevoller type.

Bij de toepassing van de netwerkbenadering binnen het project 'wegen naar natuurdoeltypen' bestaat de referentie uit de aquatische natuurdoeltypen die in het aquatisch supplement van het handboek natuurdoeltypen worden beschreven (zie hieronder).

De netwerkbenadering is vooralsnog alleen uitgewerkt voor de soortgroep macrofauna. De waarden voor biologische parameters kunnen niet worden gepresenteerd als getalswaarde tussen 0 en 1. Verder worden verschillende (ceno)typen vooralsnog niet gelijkgesteld aan een bepaald ecologisch niveau.

EKI

Bij de EKI hangt de aard van de referentie af van de maatlatten die worden gekozen. Hierover bestaat nog veel onduidelijkheid. In het concept van augustus 1999 (NPB) zijn de biotische maatlatten uitgewerkt met soorten (brasem, snoek, krabbescheer, e.d.) Afhankelijk van de eenheden bestaat de referentie dus uit aantallen, aantal km-hokken, ha's, kg/ha's voor deze soorten.

In een voorbeelduitwerking van Knobens (1998) worden ook andere indicatoren gebruikt als maatlat, bijvoorbeeld aantal kenmerkende beeksoorten uit een op te stellen lijst, enkele maatlatten uit het Stowa-systeem, klassen voor substraatdiversiteit, etc.

In een voorbeelduitwerking van het IBN-DLO (graadmeter natuurwaarde laagveenplassen, laaglandbeken, rivieren (Grensmaas)) worden nog andere eenheden voor de maatlatten gebruikt: mate van voorkomen van bijvoorbeeld oeverlibellen en vissoorten, %biomassa Zeelt, trefkans van waterplanten, en aantallen per vierkante meter macrofaunasoorten.

De referentie bestaat dus steeds uit een set referentiewaarden voor de gekozen maatlatten en verschilt dus per uitwerking. De maatlatten zijn geschikt voor verschillende soortgroepen en leiden tot getalswaarden tussen 0 en 1. Hoe de ligging van klassengrenzen kan worden bepaald ten behoeve van het onderscheiden van ecologische niveau's is echter nog onduidelijk.

Overige aandachtspunten

focus op doelsoorten, zie opmerkingen bij de AMOEBE

Natuurdoeltypen: aquatisch supplement

De *aquatisc* natuurdoeltypen vormen het referentiebeeld voor natuurbeheer in Nederland. De referentie (de natuurdoeltypen zelf) wordt omschreven met abiotische en biotische variabelen. Het biotische element bestaat uit een set van doelsoorten (geselecteerd op basis van itz-criteria). Het onderscheiden van ecologische niveau's valt per definitie niet binnen de reikwijdte van natuurdoeltypen. Het toetscriterium voor het bereiken van het natuurdoeltype is de aan- en afwezigheid van de geselecteerde soorten.

Overige aandachtspunten:

focus op doelsoorten, zie opmerkingen bij de AMOEBE

Vanwege de keuze van doelsoorten op basis van itz-criteria is de vraag of toetsing op basis van zeldzame en bedreigde soorten voldoende gevoelig is hier extra relevant. Eigenlijk zou de monitoring dan toegespitst moeten worden op zeldzame en bedreigde soorten. Tevens is de stuurbaarheid van itz-soorten door het beleid gering en zijn biodiversiteitsdoelstellingen aan de hand van itz-criteria beperkt toetsbaar (Duel, 1997).

IBI

Bij de IBI-methodiek wordt de referentie gedefinieerd door de waarden aan de uiteinden van de geselecteerde maatlatten. Dus waarden voor bijvoorbeeld aantal vissoorten, relatieve abundantie van filtereersers of relatieve abundantie van gevoelige soorten. Kenmerk voor de maatlatten is dat ze per definitie reageren op (een bepaalde vorm van) menselijke beïnvloeding.

Van de IBI zijn vooral voorbeelden bekend voor macrofauna en vis. De methodiek is ook geschikt voor andere soortgroepen (criterium 2). De resultaten van de maatlatten zijn in elk geval weer te geven als getalswaarde tussen 0 en 1.

Met behulp van de IBI kunnen op statistische gronden verschillende niveau's worden onderscheiden. Bij een IBI die is gebaseerd op 12 maatlatten kunnen 6 niet overlappende niveau's worden onderscheiden. De betrouwbaarheid van een bepaalde IBI-waarde is onderzocht en bedraagt plus of min 4 (IBI-) punten ($\alpha=0.05$; statistische zeggingskracht=80%). Het is echter de vraag of deze rekenkundige niveau's betekenis hebben in verband met de voorgeschreven normatieve niveau's uit de Kaderrichtlijn.

Kwaliteit ecotopen

Het bereiken van de referentietoestand wordt bij kwaliteit van ecotopen gedefinieerd als de aanwezigheid van alle kenmerkende soorten van een bepaald ecotoop(type). Deze soorten omvatten naast de vier soortgroepen van de Kaderrichtlijn ook andere soortgroepen (bv. zoogdieren, vlinders). Ecologische niveau's zouden gebaseerd kunnen worden op de mate waarin de kenmerkende soorten aanwezig zijn in het ecotoop (verhouding aanwezige kenmerkende soorten gedeeld door het totaal aantal kenmerkende soorten). Dit levert een getal op tussen 0 en 1. Voor het afbakenen van klassegrenzen/ ecologische niveau's is geen methode uitgewerkt. Verder is de bruikbaarheid van de systematiek beperkt tot de wateren waarin ecotopen gekarteerd worden (Rijkswateren).

Overige aandachtspunten

focus op doelsoorten, zie opmerkingen bij de AMOEBE

GONZ

Binnen GONZ zijn voor alle systeem-indicatoren referentiewaarden bepaald. Deze set van referentiewaarden vormen aldus gezamenlijk de referentie.

De toepassing van GONZ is beperkt tot de Noordzee. Het onderscheiden van ecologische niveau's op basis van de graadmeters is binnen GONZ niet uitgewerkt.

5. Discussie en conclusie

Conclusie op basis van voorgaande gegevens

Op dit moment voldoet geen van de gepresenteerde beoordelingsmethoden helemaal aan de criteria die voortkomen uit de Kaderrichtlijn Water (zie hoofdstuk 2).

Het voornaamste probleem bij de *operationele* beoordelingsmethoden bestaat uit het niet kunnen onderscheiden van ecologische niveau's (AMOEBE, netwerkbenadering), de vraag of de onderscheiden ecologische niveau's aansluiten bij de normatieve niveau's van de Kaderrichtlijn (Stowa), het ontbreken van enkele soortgroepen in de beoordelingsmethode (Stowa, netwerkbenadering), de bepaling van de ecologische niveau's voor de vier voorgeschreven soortgroepen en het beperkte toepassingsbereik van de methoden (AMOEBE voor Rijkswateren, Stowa voor regionale wateren en netwerkbenadering voor enkele waterbeheerders). Aan de AMOEBE kleeft tevens een praktische bezwaar: de AMOEBE kan nauwelijks worden gevuld met actuele monitoringsinformatie.

De expliciete koppeling naar menselijke beïnvloeding vormt voor alle systemen een extra aandachtspunt. Deze is belangrijk omdat zij de basis vormt voor het onderscheiden van de verschillende normatieve niveau's.

Discussie over het vervolg

Het pad op weg naar een beoordelingssysteem dat voldoet aan de wensen vanuit de Kaderrichtlijn water kan op een aantal manieren worden bewandeld:

1. Het beoordelingssysteem gaat uit van Amoebe's voor Rijkswateren en de Stowa-systemen voor regionale wateren;
2. Aanvullend op de Stowa-systemen voor regionale wateren worden vergelijkbare systemen ontwikkeld voor de Rijkswateren;
3. Er wordt een nieuwe systematiek ontwikkeld die de voordelen van bestaande systemen met elkaar combineert.

Hieronder worden kort de gevolgen van de verschillende varianten weergegeven.

1. Als de beoordelingsmethode uitgaat van Amoebe's voor Rijkswateren en Stowa-systemen voor regionale wateren,

betekent dit voor de Rijkswateren:

- de ontwikkeling graadmeters voor de vier soortgroepen (fytoplankton, macrofauna, vis en waterplanten) op basis van de AMOEBE (eventueel aangevuld met nieuwe doelsoorten)
- de ontwikkeling van een normatief stelsel op basis van de AMOEBE
- aanpassen van de monitoring t.b.v. de AMOEBE

en voor de regionale wateren:

- het onderzoeken van de relatie ecologische niveau's Stowa-systemen en normatieve niveau's Kaderrichtlijn
- het ontwikkelen van graadmeters voor vier soortgroepen op basis van Stowa
- het opnemen van vis in de beoordelingssystemen

In deze opzet verschilt de beoordelingssystematiek voor regionale wateren van die voor de Rijkswateren.

2. Als er Stowa-systemen worden ontwikkeld voor de Rijkswateren:

- vraagt dit voor meren en kanalen een beperkte aanpassing van bestaande beoordelingssystemen
- moeten voor rivieren en de zoete delta nieuwe systemen worden ontwikkeld

3. Als een nieuwe systematiek wordt ontwikkeld,

zou deze bij voorkeur de voordelen van bestaande beoordelingsmethoden met elkaar moeten combineren. Door van elke methode datgene te gebruiken wat goed is, zou bijvoorbeeld een systeem kunnen ontstaan met de presentatiemethode van de AMOEBE, enkele maatlatten van de Stowa en de IBI, referentiebeschrijvingen van de natuurdoeltypen en de aggregatiemethode van de EKI.

Hiervoor zouden eerst enkele uitgangspunten opgesteld kunnen worden, bijvoorbeeld:

- de methode toetst aan een referentielevensgemeenschap
- ecologische niveau's zijn gebaseerd op ecologische criteria
- de hele levensgemeenschap telt mee voor het verkrijgen van ecologische informatie, niet alleen het voorkomen van enkele (zeldzame) soorten
- de resultaten moeten geaggregeerd kunnen worden t.b.v.: de Kaderrichtlijn (per biologische soortgroep), het NPB (Natuurbalans en Natuurverkenningen), de biologische meetnetten MWTL, relevante beleidsthema's (biodiversiteit, eutrofiëring, microverontreinigingen, inrichting)

Indien de methode wordt gebaseerd wordt op maatlatten zouden om te beginnen enkele algemeen aanvaarde maatlatten per soortgroep op een rijtje gezet kunnen worden. De maatlatten worden afgeleid afleiden uit bijvoorbeeld bestaande Stowa-systemen, IBI-voorbeelden, e.d. Later kunnen nog allerlei maatlatten worden ingevoegd/ verwerkt. Op termijn wordt gestreefd naar maatlatten die:

- indicatief zijn voor (een bepaalde vorm van) menselijke verstoring
- gevoelig zijn voor bepaalde maatregelen (sturing)

Voor voorbeelduitwerkingen zie Knobben en van Leerdam, 1998 en Duel, 1997 (GONZ).

Terugkerende aandachtspunten

Over enkele punten bestaat op dit moment nog verwarring en/ of onduidelijkheid. Zonder er hier dieper op in te gaan, worden ze hier voor de volledigheid genoemd.

- Er bestaat verwarring over de termen graadmeter, indicator en parameter. In vervolgstappen zullen deze termen duidelijk omschreven moeten worden.
- De aanwijzing van zogenaamde heavily modified waters heeft grote gevolgen voor de na te streven 'referentie'situatie. De uitkomst van de discussie rond de aanwijzing van heavily modified waters is daarom van groot belang.
- De Kaderrichtlijn gaat uit van de stroomgebiedsbenadering wat naast afstemming onder waterbeheerders in Nederland ook afstemming met andere landen inhoudt. Bij het ontwikkelen van een beoordelingssysteem zullen daarom ook ontwikkelingen in het buitenland gevolgd moeten worden. Daarnaast zullen ook ontwikkelingen in Nederland al in een vroeg stadium richting buitenland geventileerd moeten worden.

6. Literatuur

- Bal, D. , H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen en P.J. van der Reest, 1995,
Handboek Natuurdoeltypen in Nederland, Wageningen, IKC-Natuurbeheer, rapportnr. 11.
- Brink, B. ten, A. van Strien, A. van Hinsberg, R. Reijnen, J. Wietz, S. Semmekrot, H. van Doben,
B. Higler, B. Koolstra, M. van der Peijl, W. Ligtoet en R. Alkemade, 1999,
Graadmeters voor natuurbehoud in Nederland voor natuurplanbureau producten, RIVM, IBN-
DLO en CBS, concept 22 oktober 1999
- Brink, B.J.E. ten, S.H. Hosper en F. Colijn, 1991,
A quantitative method for description and assessment of ecosystems: the AMOEBA approach,
Mar. Poll. Bull., 23, p. 265-270.
- Duel, H., 1997,
Graadmeterontwikkeling voor het water- en natuurbeleid voor de Noordzee (GONZ), Delft,
Waterloopkundig Laboratorium, ? p.
- Karr, J.R. en E.W. Chu, 1999,
Restoring life in running waters: better biological monitoring, Washington D.C., Island Press,
ISBN 1-55963-674-2.
- Knaapen, J.P., W.C. Knol, J. Runhaar en O. Roosenschoon, 1999,
Biologische kwaliteit van rivierecotopen: een methodische verkenning, Wageningen, DLO-
Staring Centrum, Rapport 649, 152 p.
- Knoben, R.A.E. en A. van Leerdam, 1998,
Ontwikkeling van natuurwaarde-indicatoren voor regionale wateren, 's-Hertogenbosch, IWACO
B.V., rapportnr. 3360780, 66 p..
- Stowa, 1992a,
*Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater; ecologisch beoordelingssysteem
voor stromende wateren op basis van macrofauna*, Utrecht, Stowa, rapportnr. 92-07.
- Stowa, 1992b,
*Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater; wetenschappelijke verantwoording
van het beoordelingssysteem voor stromende wateren*, Utrecht, Stowa, rapportnr. 92-08.
- Verdonschot, P.F.M., 1990a,
Ecological characterisation of surface waters in the province of Overijssel (The Netherlands),
Wageningen, Pudoc, proefschrift andbouwuniversiteit Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., 1990b,
Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel, Zwolle/ Leersum, Provincie
Overijssel/ Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 301 p.

Bijlage 1 Definities

Referentie/ systeemeigen biologische referentieomstandigheden (bijlage II, par. 1.3)

De referentie bestaat uit de waarden van de biologische kwaliteitselementen (zie tabel 1) bij een zeer goede ecologische toestand.

De referentie voor kunstmatige en sterk veranderde waterlichamen bestaat uit de waarden van de biologische kwaliteitselementen bij het maximaal ecologisch potentieel. N.B. Deze waarden worden om de 6 jaar getoetst.

Biologische kwaliteitselementen en biologische parameters (bijlage V, par. 1.1 en 1.3)

De Kaderrichtlijn onderscheidt biologische kwaliteitselementen (bijlage V, par. 1.1) en biologische parameters. De biologische kwaliteitselementen staan in de eerste kolom van tabel 1. De lidstaten controleren de parameters die een aanwijzing geven van de toestand van elk relevant kwaliteitselement (bijlage V, par. 1.3). De biologische parameters voor rivieren en meren staan in tabel 1.

Tabel 1 Biologische kwaliteitselementen en parameters

kwaliteitselement	parameters rivieren	parameters meren
fytoplankton	ss, ab	ss, ab, biom
macrofyten en fyto benthos	ss, ab	ss, ab
macrofauna	ss, ab	ss, ab
vissen	ss, ab, lt	ss, ab, lt

ss = samenstelling, ab = abundantie, biom = biomassa, lt = leeftijdsstructuur

Voor kunstmatige en sterk veranderde waterlichamen gelden de kwaliteitselementen van de categorie (rivier, maar, ..) die het meest overeenkomt met het waterlichaam.

Indeling van oppervlaktewateren (art. 2 en bijlage II, par. 1.1)

Stroomgebiedsdistricten

Eenheden van aangrenzende stroomgebieden met bijbehorende grond- en kustwateren (p. 17).

Stroomgebieden

Gebieden vanwaar al het water via stromen, rivieren en meren door één riviermond, estuarium of delta in zee stroomt (p. 16).

Ecoregio's

Alle oppervlaktewaterlichamen in Nederland vallen binnen ecoregio 14: centrale vlakten.

Oppervlaktewatercategorieën

Rivieren, meren, overgangswateren, kustwateren, kunstmatige en sterk veranderde oppervlaktewaterlichamen (bijlage II, par. 1.1).

Oppervlaktewatertypen

Nadere indeling van oppervlaktewatercategorieën volgens fysische en chemische factoren die bepalend zijn voor de biologische populatie (bijlage II, par. 1.1) (NL volgt systeem B).

Oppervlaktewaterlichamen

Een onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang (p. 16).

Kunstmatige oppervlaktewaterlichamen

Door menselijke activiteiten tot stand gekomen (p. 16); voor criteria zie bijlage II, par. 1.6.

Sterk veranderde oppervlaktewaterlichamen

Door fysische wijzigingen ingevolge menselijke activiteiten wezenlijk veranderd (p. 16); voor criteria zie bijlage II, par. 1.6.



ORIGINEEL
RIZA WERKBOEC 2000.035X
(enkelzijdig, 44 kantjes)

1



Waterbodem Amer

RIZA werkdocument 2000.035X

Projectnummer 6100.014.15

Dordrecht, september 2001

Auteurs: Aad Fioole en Judith Slood
(RIZA-WST)

Inhoudsopgave 2

1 Inleiding 5

1.1 Achtergrond 5

1.1.1 Nader Onderzoek 5

1.1.2 Modelinstrumentarium RegMod-RAMING 5

1.2 Probleemstelling 5

1.3 Doelstelling 5

1.4 Onderzoeksvragen 6

1.5 Leeswijzer 6

2 Analyse waterbodem Amer 7

2.1 Beschikbare gegevens Amer 7

2.2 Verwerking gegevens Amer 7

2.2.1 Ontwikkeling van de bodemhoogte 7

2.2.2 Conclusies ontwikkeling bodemhoogte 8

2.2.3 Ontwikkeling granulaire bodemsamenstelling 8

2.2.4 Conclusies ontwikkeling granulaire bodemsamenstelling 10

2.2.5 Vaststellen rekeneenheden monsters 10

2.2.6 Vaststellen hoe de monsternamen over de afzettingsperioden en rekeneenheden verdeeld is 10

2.2.7 Berekenen gemiddelde gehalten van de gidsstoffen per afzettingsperiode en rekeneenheid 11

2.2.8 Schatten ontbrekende gemiddelde gehalten van de gidsstoffen per afzettingsperiode en rekeneenheid 12

2.2.9 Ontwikkeling kwaliteit waterbodem per rekeneenheid 13

2.2.10 Conclusies samenstelling en kwaliteit waterbodem per rekeneenheid 13

3 Invoer RAMING 15

3.1 Indeling in rekeneenheden 15

3.2 Laagdikte rekeneenheden 15

3.3 Kwaliteit lagen 16

3.4 Initiële fractieverdeling 16

3.5 Diepte ontwikkeling rekeneenheden 16

3.6 Conclusies invoer rekeneenheden RAMING 16

Referenties 17

Bijlage 18

Kaart 1a t/m 1c: Bodemligging 1997, verandering bodemligging periode 1970 1997 [m] + baggervakken, verandering bodemligging periode 1970-1997 [m/j] 19

Kaart 2a t/m 2c: Bodemligging 1970, verandering bodemligging periode 1970 1996 [m] + percentage < 63 μm , verandering bodemligging periode 1970 1976 [m/j] 20

Kaart 3a t/m 3c: Bodemligging 1976, verandering bodemligging periode 1976 1981 [m] + percentage < 63 μm , verandering bodemligging periode 1976 1981 [m/j] 21

Kaart 4a t/m 4c: Bodemligging 1981, verandering bodemligging periode 1981 1985 [m] + percentage < 63 μm , verandering bodemligging periode 1981 1985 [m/j] 22

Kaart 5a t/m 5c: Bodemligging 1985, verandering bodemligging periode 1985 1990 [m] + percentage < 63 μm , verandering bodemligging periode 1985 1990 [m/j] 23

Kaart 6a t/m 6c: Bodemligging 1990, verandering bodemligging periode 1990 1995 [m] + percentage < 63 μm , verandering bodemligging periode 1990 1995 [m/j] 24

Kaart 7a t/m 7c: Bodemligging 1995, verandering bodemligging periode 1995 1997 [m] + percentage < 63 μm , verandering bodemligging periode 1995 1997 [m/j] 25

Kaart 8a t/m 8b: Vakindeling volgens RAMING 26

Tabel 1 + 2 + figuur 1 Verloop gemiddeld berekend percentage < 2 μm per periode per rekeneenheid in de tijd 27

Tabel 3 + 4 + figuur 2 Verloop gemiddeld berekend percentage organisch stof per periode per rekeneenheid in de tijd 28

Tabel 5 + 6 + figuur 3 Verloop gemiddeld berekend percentage 63 μm per periode per rekeneenheid in de tijd 29

Tabel 7 + 8 + figuur 4 Verloop gemiddeld berekend gehalte cadmium per periode per rekeneenheid in de tijd 30

Tabel 9 + 10 + figuur 5 Verloop gemiddeld berekend gehalte koper per periode per rekeneenheid in de tijd 31

Tabel 11 + 12 + figuur 6 Verloop gemiddeld berekend gehalte lood per periode per rekeneenheid in de tijd 32

Tabel 13 + 14 + figuur 7 Verloop gemiddeld berekend gehalte zink per periode per rekeneenheid in de tijd 33

Tabel 15 + 16 + figuur 8 Verloop gemiddeld berekend gehalte linaan per periode per rekeneenheid in de tijd 34

Tabel 17 + 18 + figuur 9 Verloop gemiddeld berekend gehalte benzo-(a)pyreen per periode per rekeneenheid in de tijd 35

Tabel 19 + 20 + figuur 10 Verloop gemiddeld berekend gehalte DDT
per periode per rekeneenheid in de tijd 36

Tabel 21 + 22 + figuur 11 Verloop gemiddeld berekend gehalte DDE
per periode per rekeneenheid in de tijd 37

Tabel 23 + 24 + figuur 12 Verloop gemiddeld berekend gehalte PCB153
per periode per rekeneenheid in de tijd 38

Tabel 25 + 26 + figuur 13 Verloop gemiddeld berekend gehalte PCB118
per periode per rekeneenheid in de tijd 39

Tabel 27 + figuur 14 Gemiddelde dikte van de afgezette laag per
rekeneenheid per periode 40

Tabel 28 Invoer voor RAMING: laagdikte, periode en gehalte gidsstof per
rekeneenheid 41

Tabel 29 Initiële fractieverdeling + tabel 30 Gemiddelde dieptes en std. dev.
uit GIS (lodingen) over RAMING-vakken 42

Tabel 31 Gemiddelde dieptes en std. dev. uit GIS (lodingen) over RAMING-
rekeneenheden 43

Figuur 16 Diepte waterbodem RAMING-rekeneenheden Amer 1970-1997 44

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

1.1.1 Nader Onderzoek

Uit Oriënterend Onderzoek is gebleken dat in het hele Zuidrandgebied sprake is van ernstige waterbodemonverontreiniging (Den Besten *et al.*, 1996). Omdat de vervuilde waterbodem wordt gezien als kernprobleem voor de functieontwikkeling in het gebied wordt in het Nader Onderzoek nagegaan of sanering nodig is. Een onderdeel van het Nader Onderzoek is de analyse van het risico op verspreiding van de verontreinigingen uit de waterbodem naar het oppervlaktewater. In de beoordeling van het risico op verspreiding speelt de autonome ontwikkeling van de waterbodemkwaliteit een belangrijke rol, omdat deze bepaalt of sanering zinvol is.

1.1.2 Modelinstrumentarium RegMod-RAMING

In de systematiek die in het Nader Onderzoek Zuidrand gevolgd wordt, wordt het onderzoek naar verspreiding naar oppervlaktewater uitgevoerd met behulp van het modelinstrumentarium RegMod-RAMING (Steenkamp *et al.*, 1998). Met dit instrumentarium kan voor de lange termijn de ontwikkeling van de waterbodemkwaliteit worden voorspeld.

1.2 Probleemstelling

Op dit moment wordt het Nader Onderzoek uitgevoerd voor de Amer. Daarom is er behoefte aan een beter inzicht in de morfologische processen die zich afspelen in het Haringvliet en de dikte van de verontreinigde sliblaag en de ruimtelijke variabiliteit daarin.

1.3 Doelstelling

Het doel van deze studie is het beschrijven van de waterbodem van de Amer. Het tweede doel is het toepassen van deze systeemkennis in het NaOz Amer. Wat is de ontwikkeling van de waterbodemkwaliteit in de Amer? En hoe kan deze kennis toegepast worden bij het genereren van de input en voor de verificatie van het modelinstrumentarium.

De gedetailleerdere kennis van de eigenschappen van het systeem moet ingezet worden om het modelinstrumentarium RegMod-RAMING ook voor de Amer goed af te regelen. In RAMING wordt de waterbodem ingedeeld in zogenaamde rekeneenheden. Uit de resultaten van lodingen en bemonsteringen kunnen de karakteristieken voor deze rekeneenheden, zoals o.a. sliblaagdikte en chemische kwaliteit, afgeleid worden. Deze karakteristieken vormen de input van het model RAMING. Tenslotte moeten de gegevens worden afgeleid die benodigd zijn voor de validatie van het modelinstrumentarium, zoals de ontwikkeling van de diepte van de waterbodem.

1.4 Onderzoeksvragen

1. Wat is de morfologische ontwikkeling van de Amer in de afgelopen vijftwintig jaar?
 - Wat is de gemiddelde sedimentatiesnelheid?
 - Wat is de verdeling van zand en slib over de Amer?
 - Is hier een ontwikkeling in te zien?
 - Is er een onderscheid te maken in afzettingen uit verschillende perioden?
 - Treedt er een verbetering van de kwaliteit van de toplaag op?
2. Hoe kan inzicht in de bodemontwikkeling van de Amer worden toegepast in modelstudie RegMod-RAMING?
 - Wat zijn de eigenschappen van de rekeneenheden?
 - oppervlak
 - ligging
 - (slib)laagdikte
 - verontreinigingsgehalte (gidsstoffen NaOz)
 - Is er onderscheid tussen de rekeneenheden in samenstelling en kwaliteit?
 - Wat is de ontwikkeling van de diepte van de waterbodem 1972-1997 (per rekeneenheid) waar RAMING op afgeregeld moet worden?
 - Zijn de rekeneenheden een goed uitgangspunt om de bodemopbouw en de morfologie van de Amer te beschrijven?

1.5 Leeswijzer

In het tweede hoofdstuk worden de gebruikte gegevens en de resultaten van de bemonsteringen en de methode waarmee deze gegevens verwerkt zijn beschreven. Daarnaast wordt er een analyse gegeven van het voorkomen van zand en slib in de Amer, de sedimentatie en erosie in de periode 1970-1997 en de kwaliteit van de waterbodem.

In het laatste hoofdstuk worden de conclusies uit het tweede hoofdstuk toegepast op de input voor RAMING; de eigenschappen van deze rekeneenheden worden vastgesteld. Tevens worden de gegevens gepresenteerd op basis waarvan RAMING geverifieerd moet worden. De figuren, kaarten en tabellen waarnaar in dit werkdocument verwezen wordt zijn opgenomen in de bijlage.

2 Analyse waterbodem Amer

2.1 Beschikbare gegevens Amer

Voor de beschrijving van de waterbodem van de Amer is gebruikgemaakt van de volgende informatie:

- Lodingen (1970, 1976, 1981, 1985, 1990, 1995 en 1997).
- Waterbodembemonstering; bodemsamenstelling en verontreinigingsgehalte.

Oriënterend onderzoek Waterbodem.

Nader Onderzoek Macrofaunabemonstering top laag (1995).

Nader Onderzoek Waterbodem (december 1998).

2.2 Verwerking gegevens Amer

In de volgende paragrafen is beschreven hoe de beschikbare gegevens verwerkt zijn tot kaarten, grafieken en tabellen waarin te zien is wat de ontwikkeling van de bodemhoogte is, wat voor materiaal in welke periode afgezet is en wat de ontwikkeling van de kwaliteit van de waterbodem is.

2.2.1 Ontwikkeling van de bodemhoogte

Om de ontwikkeling van de bodemhoogte te kunnen bepalen, zijn de lodinggegevens van de verschillende jaren met het programma SURFIS ruimtelijk geïnterpoleerd tot DTM's (Digitale Terrein Modellen). Hoe deze interpolatie uitgevoerd is, is in de WST-notitie 99.001 "Uitgevoerde werkzaamheden Amer" te lezen. De resultaten van deze interpolaties zijn te zien in de kaarten 1a t/m 7c.

In kaart 1a is de bodemligging van 1997 te zien. In kaart 1b is de erosie/sedimentatie in de periode 1970-1997 te zien. Zoals in deze kaart te zien is, heeft er op de meeste plaatsen in de Amer sedimentatie plaatsgevonden. Gemiddeld voor de gehele AMER is er 1,60 m materiaal afgezet. Op sommige plaatsen (in de benedenloop) is zelfs meer dan 4 m afgezet. Ook zijn er gebieden aan te wijzen waar erosie plaats heeft gevonden.

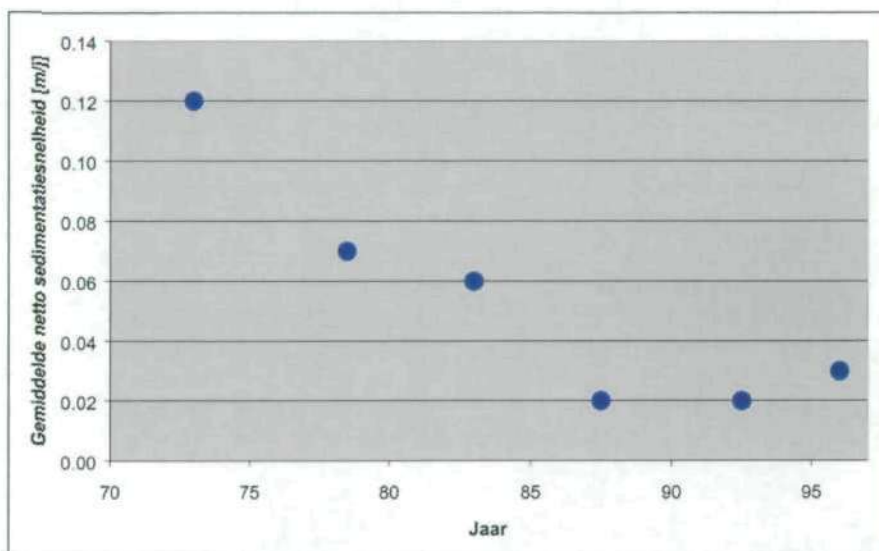
Om te onderzoeken of het werkelijk om erosie ging of dat er sprake was van baggeren, zijn aan de hand van de geïnterpoleerde dieptegegevens van opeenvolgende perioden baggerlocaties opgespoord. De gebieden die gevonden zijn, zijn ingetekend in de kaarten 1a t/m 1c.

In kaart 1c is de gemiddelde sedimentatie/erosiesnelheid per jaar uitgezet.

Voor de gehele Amer was dit 0,06 m per jaar.

Om de ontwikkeling van de bodemhoogte in de tijd goed te kunnen interpreteren, zijn ook kaarten gemaakt van de tussenliggende perioden. In de kaarten 2a t/m 7c zijn de resultaten hiervan te zien. In de a-kaarten staat telkens de bodemhoogte aan het begin van een periode. In de b-kaarten is de verandering van de bodemhoogte in m's in een periode te zien. Omdat de perioden niet allemaal even lang zijn, zijn in de c-kaarten de gemiddelde verandering van de bodemhoogte per jaar gegeven. Deze gemiddelden zijn voor de gehele Amer gemiddeld en weergegeven als functie van de tijd. In figuur 2.1 is het resultaat hiervan te zien. Duidelijk is dat de sedimentatiesnelheid afneemt van gemiddeld 12 cm per jaar in de periode direct na de afsluiting van het Haringvliet tot ongeveer 2 cm per jaar in de periode 1985-1990. Na deze periode is de gemiddelde sedimentatiesnelheid redelijk constant.

Figuur 2.1 Gemiddelde sedimentatiesnelheid in de Amer als functie van tijd.



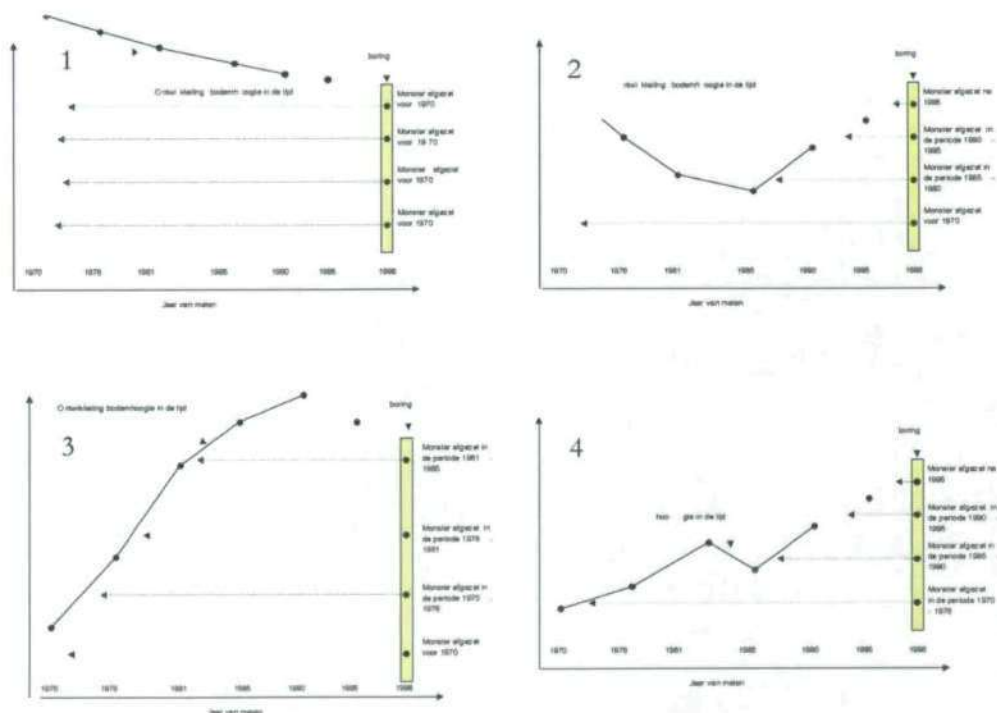
2.2.2 Conclusies ontwikkeling bodemhoogte

In de Amer heeft na de afsluiting van het Haringvliet tot 1980 sterke sedimentatie plaatsgevonden. Daarna is de sedimentatie bovenstrooms en in het middeendeel afgenomen, er lijkt een evenwicht te zijn ontstaan tussen aanvoer en sedimentatie. Nu lijkt in die gebieden lichte erosie op te treden. De locaties met de sterkste netto sedimentatie over de periode 1970-1997 liggen helemaal benedenstrooms, nabij het Hollandsch Diep, in de diepe delen waar niet gebaggerd is.

2.2.3 Ontwikkeling granulaire bodemsamenstelling

Van de boringen zijn foto's genomen en beschrijvingen gemaakt door de afdeling ecologie van de meetdienst van de directie Zuid-Holland. Dit alles is vastgelegd in het verslag "Waterbodembemonstering NaOz Amer" (1998, projectnummer 142.13.01.8). Uit de boringen zijn diverse monsters genomen. Welke monsters geanalyseerd zijn, en welke analyses uitgevoerd zijn, is in het meetverslag vermeld. De analyseresultaten zijn door de directie Zuid-Holland verwerkt tot LAWABO-bestanden. Op de foto's van de verschillende boringen is geen duidelijke laagafschieding en -opbouw te zien. Hierdoor is er geen periode van afzetting op basis van het materiaal te bepalen. Om van de genomen monsters toch een periode van afzetting te kunnen bepalen, is voor alle locaties waar een bemonstering plaats heeft gevonden de bodemhoogte uitgezet tegen het jaar van meten. Enkele voorbeelden staan in de figuren 2.2 t/m 2.5. Iedere figuur laat een voorbeeld zien van de vier typen van gebieden die mogelijk zijn.

Figuur 2.2 t/m 2.5 Ontwikkeling van de bodemhoogte in de tijd en boorstaten voor vier verschillende typen van gebieden;
1. constante erosie; 2. eerst erosie later sedimentatie;
3. eerst sedimentatie later erosie;
4. constante sedimentatie.



Voor alle monsters is de periode van afzetting bepaald op de manier zoals aangegeven in de figuren. Als er op een bepaalde bemonsteringslocatie geen dieptegegevens aanwezig waren, is de periode van afzetting geschat uit de nabijgelegen monsters waar wel de periode van bepaald kon worden.

Omdat er in de verschillende perioden te weinig monsters waren om op verantwoorde manier de gehalten $< 63 \mu\text{m}$ te interpoleren, was het niet mogelijk een gebiedsdekkende kaart te genereren. Om toch een indruk te krijgen van het soort materiaal dat er afgezet is in een bepaalde periode zijn in de kaarten 2b t/m 7b de gehalten $< 63 \mu\text{m}$ op verschillende locaties samen met de diktes van de afgezette lagen weergegeven.

2.2.4 Conclusies ontwikkeling granulaire bodemsamenstelling

Uit de kaarten met de sedimentatie per periode en het percentage 63 µm kan afgeleid worden wat voor materiaal in elke periode is gesedimenteerd of geërodeerd. Daarbij valt op dat benedenstrooms, waar in de laatste perioden nog steeds sedimentatie plaatsvindt, ook slib ligt. Bovenstrooms, waar de rivier in evenwicht lijkt, wordt meer zandig materiaal aangetroffen. Vooral in de eerste periode, maar ook nog tot 1987, hebben er ook baggeractiviteiten plaatsgevonden. Op die locaties is na "erosie" door het baggeren steeds in de daaropvolgende periode een sterkere sedimentatie te zien dan in de omgeving van die locatie. Dat is ook de methode waarmee deze baggerlocaties opgespoord zijn.

2.2.5 Vaststellen rekeneenheden monsters

De rekeneenheden waarbinnen de monsters genomen zijn, zijn bepaald door binnen ARCINFO de rekeneenheden (polygonen) om te zetten naar een grid. Nadat een puntencoverage van de bemonsteringslocaties gemaakt is, is binnen ARCINFO (met het commando latticespot) het nummer van de rekeneenheid op de bemonsteringslocatie bepaald. De rekeneenheden zijn te zien in kaart 8.

2.2.6 Vaststellen hoe de monsternamen over de afzettingsperioden en rekeneenheden verdeeld is

Omdat van ieder monster (uit de diepte) de afzettingsperiode en (uit de locatie) de rekeneenheid bepaald kunnen worden, is gekeken hoe de verdeling van het aantal genomen en geanalyseerde monsters over de diepte en rekeneenheden is. In tabel 2.1 is deze verdeling te zien. Uit de tabel blijkt dat er een redelijke verdeling over de rekeneenheden en afzettingsperioden is.

Tabel 2.1 Verdeling van genomen en geanalyseerde monsters over rekeneenheden en afzettingsperioden.

	afzettingsperiode														totaal	
	voor 1970		1970-1976		1976-1981		1981-1985		1985-1990		1990-1995		na 1995		bem.	gean.
	bem.	gean.	bem.	gean.	bem.	gean.	bem.	gean.	bem.	gean.	bem.	gean.	bem.	gean.		
551.00	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4	4	10	4
552.00	1	0	2	1	1	0	5	3	1	0	9	4	2	2	21	10
553.00	7	3	3	1	1	0	1	0	1	1	2	1	1	0	16	6
554.00	24	5	4	3	14	3	2	0	2	0	5	1	1	1	52	13
555.00	21	3	26	11	3	1	1	0	1	0	10	6	5	3	57	24
557.00	4	1	8	0	11	1	3	1	2	1	1	0	20	12	49	16
559.00	6	0	11	2	11	6	4	1	5	2	3	1	5	2	45	14
560.00	58	11	26	6	14	2	9	3	6	2	4	0	25	11	142	35
561.00	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	1	1	1	8	2
562.00	1	0	1	0	9	1	2	0	4	2	1	0	4	3	22	6
563.00	6	1	1	0	1	0	6	3	4	2	3	2	8	4	29	12
564.00	19	1	6	1	6	5	11	2	9	2	2	1	7	5	60	13
totaal	149	25	90	25	73	15	46	13	37	12	43	17	83	48	521	155

2.2.7 Berekenen gemiddelde gehalten van de gidsstoffen per afzettingsperiode en rekeneenheid

In de tabellen 1 t/m 25 (oneven nummers) zijn voor alle gidsstoffen: cadmium, koper, zink, lood, PCB153, benzo-(a)pyreen, lindaan, DDT, DDE en het percentage < 2 µm, < 63 µm en organisch stof de gemiddelde gehalten gegeven die in een bepaalde combinatie van rekeneenheid en afzettingsperiode voorkomen¹. Tabel 2.2 is een voorbeeld van zo'n tabel voor cadmium.

Tabel 2.2 Gemeten gehalten cadmium [mg/kg d.s.] per rekeneenheid en afzettingsperiode.

	afzettingsperiode							groep totaal
	voor 1970	1970-1976	1976-1981	1981-1985	1985-1990	1990-1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	1,08	1,08
552.00	-	8,10	-	8,17	-	6,10	8,40	7,38
553.00	17,13	29,00	-	-	6,10	0,90	-	14,57
554.00	8,92	3,50	18,07	-	-	7,70	0,60	9,05
555.00	16,80	14,27	43,00	-	-	1,50	4,83	11,41
557.00	1,40	-	39,00	6,00	5,20	-	9,19	10,12
559.00	-	20,60	20,03	11,00	4,70	9,80	8,90	14,96
560.00	5,48	22,70	14,00	14,67	4,80	-	8,21	10,53
561.00	-	-	-	-	-	9,90	7,90	8,90
562.00	-	-	9,60	-	5,85	-	3,77	5,43
563.00	0,20	-	-	13,73	134,85	9,00	4,90	8,89
564.00	5,70	0,50	1,80	21,50	9,70	0,90	7,00	8,18
groep totaal	8,56	15,30	19,72	13,05	7,43	4,74	6,84	10,07

¹ Als een gehalte onder de detectiegrens werd gemeten is steeds de helft van de detectiegrens aangehouden.

2.2.8 Schatten ontbrekende gemiddelde gehalten van de gidsstoffen per afzettingsperiode en rekeneenheid

Omdat er nog een aantal cellen (combinaties van afzettingsperiode en rekeneenheid) leeg zijn in de tabellen 1 t/m 25, is er een methode bedacht om de gemiddelde gehalten in de lege cellen te schatten.

De methode die gebruikt is, is de volgende. Verondersteld is dat het gemiddelde van een bepaalde stof van alle rekeneenheden bij een bepaalde periode van afzetting representatief is voor die periode. De rekeneenheden zijn daarbij opgevat als een steekproef voor de gehele Amer. Vervolgens is verondersteld dat de gemiddelde ontwikkeling in de kwaliteit geldig is voor het hele onderzoeksgebied. Dit betekent dat in iedere rekeneenheid dezelfde ontwikkeling van het gemiddelde gehalte optreedt, maar dat in de ene rekeneenheid het gehalte in een bepaalde periode veel groter kan zijn dan dezelfde periode in een andere rekeneenheid. Door nu voor iedere rekeneenheid een gewogen lineaire regressie door de oorsprong uit te voeren tussen de gemiddelde gehalten van de rekeneenheid en het gemiddelde verloop, kunnen ontbrekende gehalten aangevuld en gemeten (gemiddelde) gehalten vervangen worden. Als gewicht bij deze berekening is het aantal waarnemingen in een bepaalde combinatie van rekeneenheid en periode van afzetting gebruikt. Het vervangen van gemiddelde gehalten is gedaan omdat deze berekende (gemiddelde) gehalten waarschijnlijk een veel betere schatting geven van het gemiddelde gehalte van een bepaalde rekeneenheid dan het gemiddelde van de gemeten gehalten. Het (gemeten) gemiddelde gehalte is vaak slechts gebaseerd op één waarneming en erg afhankelijk van de plaats van waarneming. Het resultaat van deze berekeningen is te zien in de tabellen 2 t/m 26 (even nummers). Een voorbeeld van zo'n tabel is hierna gegeven (tabel 2.3), voor alle perioden en rekeneenheden zijn de berekende gehalten weergegeven, waarbij ook de lege plekken uit de vorige tabel zijn gevuld.

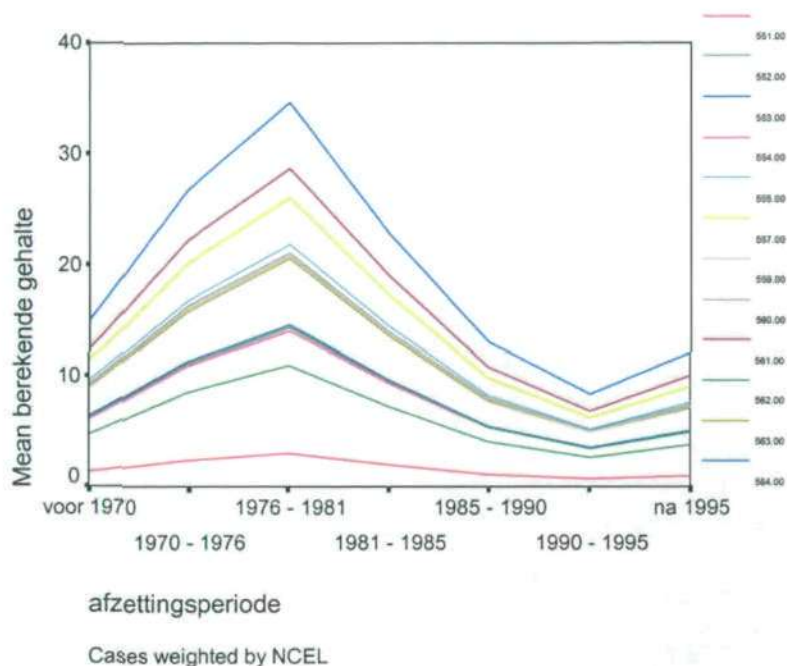
Tabel 2.3 Berekende gehalten cadmium [mg/kg d.s.] per rekeneenheid en afzettingsperiode.

	afzettingsperiode							groep totaal
	voor 1970	1970-1976	1976-1981	1981-1985	1985-1990	1990-1995	na 1995	
551.00	1,34	2,40	3,10	2,05	1,17	0,74	1,08	1,51
552.00	6,21	11,11	14,32	9,48	5,39	3,44	4,97	6,86
553.00	15,03	26,86	34,62	22,92	13,04	8,32	12,01	18,10
554.00	6,14	10,97	14,13	9,36	5,32	3,40	4,90	8,60
555.00	9,46	16,91	21,80	14,43	8,21	5,24	7,56	12,04
557.00	11,32	20,24	26,08	17,27	9,82	6,27	9,05	11,09
559.00	9,05	16,18	20,86	13,81	7,85	5,01	7,24	14,37
560.00	9,16	16,38	21,11	13,97	7,95	5,08	7,32	10,69
561.00	12,48	22,30	28,74	19,03	10,82	6,91	9,97	15,75
562.00	4,73	8,46	10,90	7,22	4,10	2,62	3,78	5,35
563.00	8,91	15,92	20,52	13,58	7,73	4,93	7,12	9,99
564.00	6,35	11,35	14,62	9,68	5,51	3,52	5,07	7,04
groep totaal	8,85	15,61	19,22	12,45	7,06	4,62	6,79	10,24

2.2.9 Ontwikkeling kwaliteit waterbodembodem per rekeneenheid

Van de waarden in de tabellen 2 t/m 26 zijn grafische voorstellingen gemaakt. In de figuren 1 t/m 13 zijn de berekende gemiddelde gehalten in de verschillende rekeneenheden van de gidsstoffen uitgezet als functie van tijd. In onderstaande figuur (figuur 2.6) is een voorbeeld van zo'n grafiek gegeven.

Figuur 2.6 Verloop van het berekende gehalte cadmium [mg/kg d.s.] in de tijd per rekeneenheid.



In deze figuur is te zien dat er een groot verschil is in gehalte tussen de verschillende rekeneenheden. Tevens is te zien dat er een duidelijke ontwikkeling is van de gehalten in de tijd. Er is een toename van de gehalten aan verontreinigingen tot ongeveer 1981, daarna nemen de gehalten af. Dit patroon wordt voor alle stoffen gevonden, maar de piek ligt soms een periode eerder of duurt langer.

2.2.10 Conclusies samenstelling en kwaliteit waterbodembodem per rekeneenheid

Materiaal

Voor 1970 lag overal in de Amer zandig materiaal. Na de afsluiting van het Haringvliet bestaat door sedimentatie van slib de toplaag uit veel meer fijn materiaal ($< 2 \mu\text{m}$ en $< 63 \mu\text{m}$). Mogelijk onder invloed van hoge afvoeren bevat de toplaag in de periode van 1985 tot 1995 weer wat minder fijn materiaal. Na 1995 lijkt het fijne materiaal in de toplaag weer toe te nemen. Ook het gehalte organisch stof volgt een vergelijkbaar verloop in de tijd. Hoewel het verloop voor de rekeneenheden gelijk is zijn er wel verschillen tussen rekeneenheden. De percentages fijn materiaal in de periode voor 1970 zijn laag en lopen niet zover uiteen. In rekeneenheid 551, de bovenstroomse noordoever, is weinig sedimentatie opgetreden en is daardoor vrij zandig gebleven (minder dan 35% $< 63 \mu\text{m}$). In rekeneenheid 562, een diep deel van de benedenstroomse geul, is echter veel slib gesedimenteerd tot 1985 waardoor in die periode tot 80% $< 63 \mu\text{m}$ en bijna 30% $< 2 \mu\text{m}$ is aangetroffen. De samenstelling van de overige rekeneenheden ligt tussen deze twee uitersten.

Zware metalen

De belasting aan zware metalen in de Maas was het grootst in de periode tot 1981. Dit wordt weerspiegeld in de gehalten in de waterbodem door de hoge gehalten tot en met die periode. In de daaropvolgende perioden worden minder hoge gehalten aangetroffen. In rekeneenheid 551, waar haast geen sedimentatie is opgetreden, is ook geen sterke verandering van de gehalten zware metalen in de tijd waargenomen. In die rekeneenheden waar in de eerste periode sterke sedimentatie (553, 561 en 557) is opgetreden worden ook de hogere gehalten aangetroffen.

Organische microverontreinigingen

Voor de organische microverontreinigingen wordt dezelfde ontwikkeling van de gehalten in de tijd gevonden als voor de zware metalen. Van linaan echter zijn nergens gehalten groter dan de detectielimiet aangetroffen. Voor DDE, DDT en PCB153 worden weer in rekeneenheid 553 de hoogste gehalten gemeten en berekend. Benzo(a)pyreen heeft de hoogste gehalten in rekeneenheid 564 in de periode 1970-1976, dit valt niet te verklaren uit een sterke sedimentatie omdat in deze rekeneenheid in die periode nauwelijks wat gesedimenteerd is. In rekeneenheid 551 zijn weer de lagere gehalten gemeten.

3 Invoer RAMING

3.1 Indeling in rekeneenheden

In het model RAMING wordt de waterbodem geschematiseerd in de vorm van rekeneenheden. De indeling is gebaseerd op de veranderingenkaart (1972-1989) uit de geomorfologische kartering van de Amer uit 1992 (Berghem *et al.* 1992). Over het algemeen zijn de vakken van DELWAQ in RAMING onderverdeeld in geulen en platen en in noordoeveren en zuidoeveren.

3.2 Laagdikte rekeneenheden

Voor elke rekeneenheid is uit de DTM's voor de verschillende jaren de gemiddelde diepte berekend. Hieruit is vervolgens voor elke periode per rekeneenheid de dikte van de afgezette laag berekend. De laagdikte voor een bepaalde periode is gecorrigeerd als er in de daaropvolgende periode(n) erosie is opgetreden. Niet in elke periode is dus materiaal afgezet. Alleen die lagen waarvoor in onderstaande tabel (tabel 3.1) een laagdikte is opgegeven worden ingevoerd in RAMING. In figuur 14 is de laagopbouw van de rekeneenheden grafisch weergegeven.

Tabel 3.1 Gemiddelde laagdikte per rekeneenheid en afzettingsperiode.

laagdikte [m]	1970-1976	1976-1980	1981-1985	1985-1990	1990-1995	1995-1997
551	-	0,40	-	-	0,07	0,19
552	2,23	-	-	-	0,44	0,06
553	1,52	0,10	-	0,11	0,10	-
554	-	0,23	-	-	0,01	-
555	1,09	-	0,16	-	0,08	-
556	-	0,31	0,14	-	0,40	0,33
557	1,12	0,83	0,24	0,08	0,16	0,08
559	1,06	0,66	0,53	1,41	0,11	0,17
560	0,68	0,26	-	0,04	0,15	0,13
561	-	-	0,53	0,31	0,31	0,29
562	1,31	1,59	0,82	0,44	0,13	0,29
563	1,35	0,94	0,92	0,42	0,54	0,16
564	0,07	-	0,60	0,25	0,02	0,18

3.3 Kwaliteit lagen

In hoofdstuk 2 is de methode geschetst waarmee voor elke rekeneenheid voor elke periode een gehalte voor elke stof is berekend. Deze methode is gebaseerd op de diepte en dus de periode van afzetting van individuele monsters. In RAMING wordt de kwaliteit van de lagen echter per rekeneenheid ingevoerd. Daarom wordt in RAMING alleen de kwaliteit en de laagdikte van die lagen ingevoerd die gemiddeld over een rekeneenheid worden aangetroffen. In tabel 28 is voor elke rekeneenheid de invoer voor RAMING weergegeven.

In de kleine rekeneenheid aan de noordoever van het middendeel van de Amer (556) zijn geen monsters genomen zodat daarvoor geen gehalten zijn berekend in hoofdstuk 2. Voor alle lagen kan hier de kwaliteit van de aangrenzende geul 560 ingevoerd worden. Ook voor de laag uit de periode 1985-1981, die in rekeneenheid 560 ontbreekt (zie figuur 14), is de in die laag berekende kwaliteit ingevoerd.

In RAMING worden alleen met PCB153 berekeningen uitgevoerd en niet met PCB118. Voor PCB118 wordt een beschouwing gehouden op basis van de gemeten en berekende gehalten uit hoofdstuk 2 (tabel 26) en de eigenschappen van deze stof in vergelijking met PCB153. De berekende gehalten PCB118 worden dus niet in RAMING ingevoerd.

3.4 Initiële fractieverdeling

Om de gehalten aan verontreinigingen te kunnen normeren wordt in RAMING voor de top laag een fractieverdeling opgegeven. Deze wordt afgeleid van het percentage slib (fractie < 63 µm, bijlage tabel 6) in de meest recent afgezette periode tot 1990, het jaar waarin de RAMING-berekeningen voor de Amer starten. De verdeling van de slibfractie over de fijne en de grove fractie wordt later afgeleid uit RegMod. De fractieverdeling voor de verschillende rekeneenheden is weergegeven in tabel 29.

3.5 Diepte ontwikkeling rekeneenheden

Uit de DTM's van de verschillende jaren kan de gemiddelde diepteontwikkeling per vak en per rekeneenheid berekend worden (tabel 30-31, figuur 15-16). Deze wordt gebruikt om de simulatie van de bodemligging in RAMING op af te regelen.

3.6 Conclusies invoer rekeneenheden RAMING

De rekeneenheden die in RAMING gedefinieerd zijn op basis van de veranderingenkaart 1972-1989 zijn een goed uitgangspunt om de bodemopbouw in de Amer te beschrijven. Er wordt namelijk gemiddeld een verschil gevonden in de sedimentatiesnelheid tussen de rekeneenheden. Ook de gehalten aan verontreinigingen verschillen per rekeneenheid, hoewel is aangenomen dat de ontwikkeling van de gehalten in de tijd gelijk is in de hele Amer.

Referenties

Berghem, J.W. van, M.A. Damoiseaux, P.F. van Dreumel, 1992.
Geomorfologische kartering van Haringvliet , Hollandsch Diep, Nieuwe
Merwede en Amer. Rijkswaterstaat, directie Zuid-Holland.

Besten, P.J. den, G.A.J. Mol, C.A. Schmidt en J.C. van Hees, 1996.
Eindnota Nader Onderzoek waterbodem Hollandsch Diep en Dordtsche
Biesbosch. Rijkswaterstaat, RIZA en directie Zuid-Holland.

Steenkamp, B.P.C., J.J.G. Zwolsman en G.A.J. Mol, 1998.
Abiotisch Effectonderzoek Nader Onderzoek waterbodem Hollandsch Diep
en Dordtsche Biesbosch. Rijkswaterstaat, RIZA en directie Zuid-Holland.

Kaart 1a t/m 1c: Bodemligging 1997, verandering bodemligging periode 1970-1997 [m] + baggervakken, verandering bodemligging periode 1970-1997 [m/j].

Kaart 2a t/m 2c: Bodemligging 1970, verandering bodemligging periode 1970-1996 [m] + percentage < 63 µm, verandering bodemligging periode 1970-1976 [m/j].

Kaart 3a t/m 3c: Bodemligging 1976, verandering bodemligging periode 1976-1981 [m] + percentage < 63 µm, verandering bodemligging periode 1976-1981 [m/j].

Kaart 4a t/m 4c: Bodemligging 1981, verandering bodemligging periode 1981-1985 [m] + percentage < 63 µm, verandering bodemligging periode 1981-1985 [m/j].

Kaart 5a t/m 5c: Bodemligging 1985, verandering bodemligging periode 1985-1990 [m] + percentage < 63 µm, verandering bodemligging periode 1985-1990 [m/j].

Kaart 6a t/m 6c: Bodemligging 1990, verandering bodemligging periode 1990-1995 [m] + percentage < 63 µm, verandering bodemligging periode 1990-1995 [m/j].

Kaart 7a t/m 7c: Bodemligging 1995, verandering bodemligging periode 1995-1997 [m] + percentage < 63 µm, verandering bodemligging periode 1995-1997 [m/j].

Kaart 8a t/m 8b: Vakindeling volgens RAMING.

Tabel 1 + 2 + figuur 1 Verloop gemiddeld berekend percentage < 2 µm per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 3 + 4 + figuur 2 Verloop gemiddeld berekend percentage organisch stof per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 5 + 6 + figuur 3 Verloop gemiddeld berekend percentage 63 µm per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 7 + 8 + figuur 4 Verloop gemiddeld berekend gehalte cadmium per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 9 + 10 + figuur 5 Verloop gemiddeld berekend gehalte koper per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 11 + 12 + figuur 6 Verloop gemiddeld berekend gehalte lood per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 13 + 14 + figuur 7 Verloop gemiddeld berekend gehalte zink per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 15 + 16 + figuur 8 Verloop gemiddeld berekend gehalte lindaan per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 17 + 18 + figuur 9 Verloop gemiddeld berekend gehalte (benzo(a)pyreen. per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 19 + 20 + figuur 10 Verloop gemiddeld berekend gehalte DDT per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 21 + 22 + figuur 11 Verloop gemiddeld berekend gehalte DDE per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 23 + 24 + figuur 12 Verloop gemiddeld berekend gehalte PCB153 per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 25 + 26 + figuur 13 Verloop gemiddeld berekend gehalte PCB118 per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 27 + figuur 14 Gemiddelde dikte van de afgezette laag per rekeneenheid per periode.

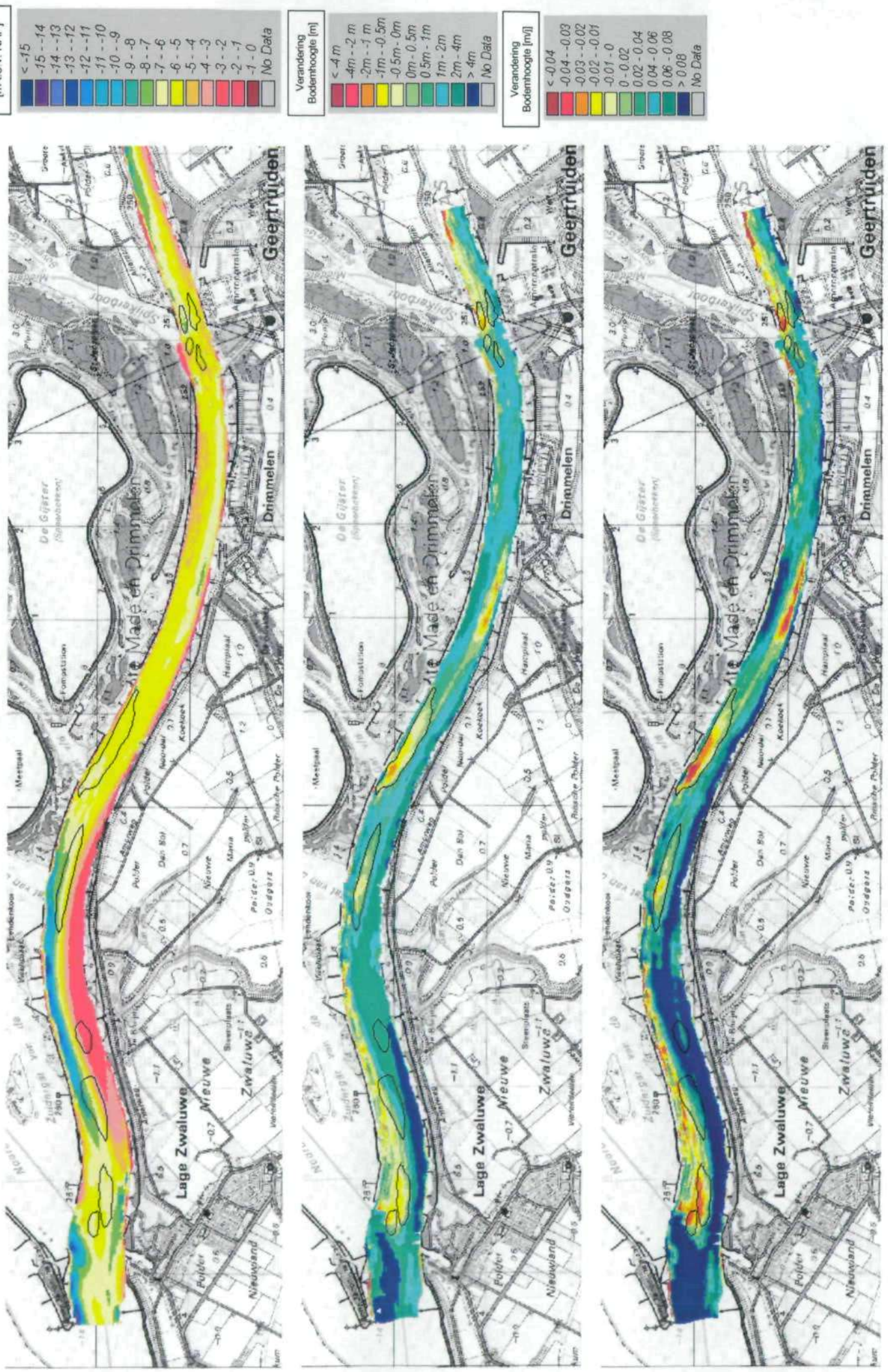
Tabel 28 Invoer voor RAMING: laagdikte, periode en gehalte gidsstof per rekeneenheid.

Tabel 29 Initiële fractieverdeling + tabel 30 Gemiddelde dieptes en std. dev. uit GIS (lodingen) over RAMING-vakken.

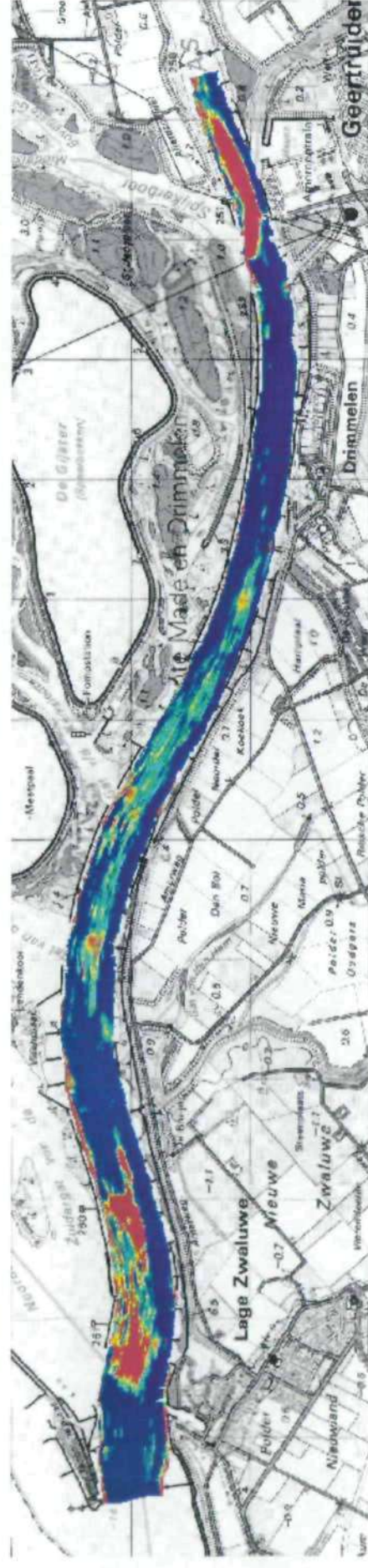
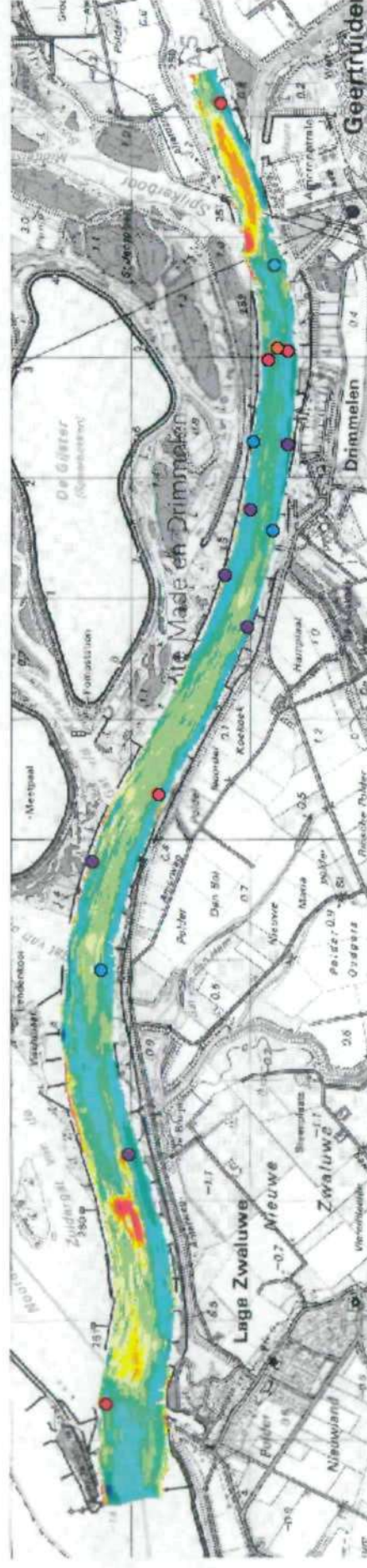
Tabel 31 Gemiddelde dieptes en std. dev. uit GIS (lodingen) over RAMING-rekeneenheden.

Figuur 16 Diepte waterbodem RAMING-rekeneenheden Amer 1970-1997.

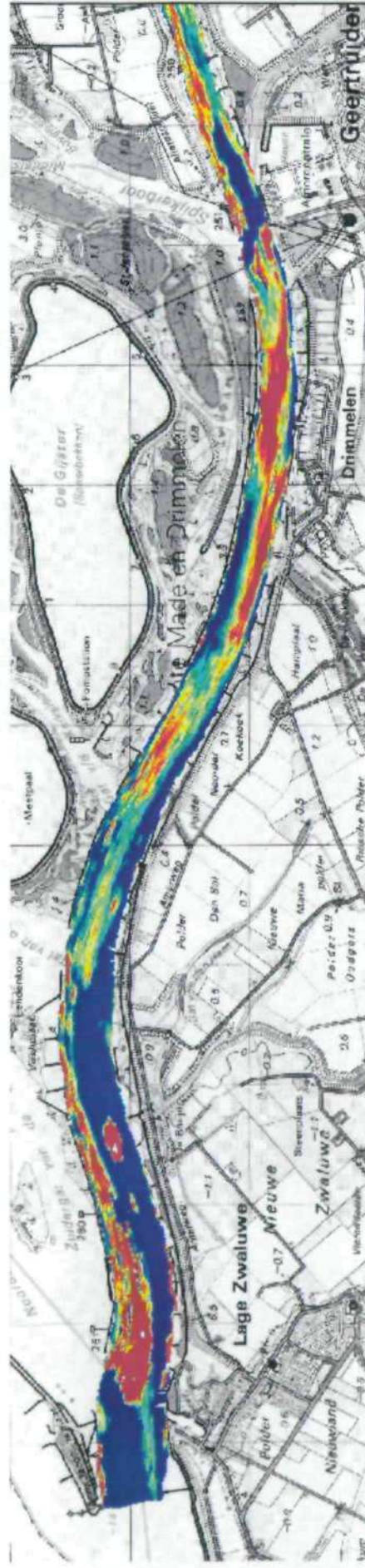
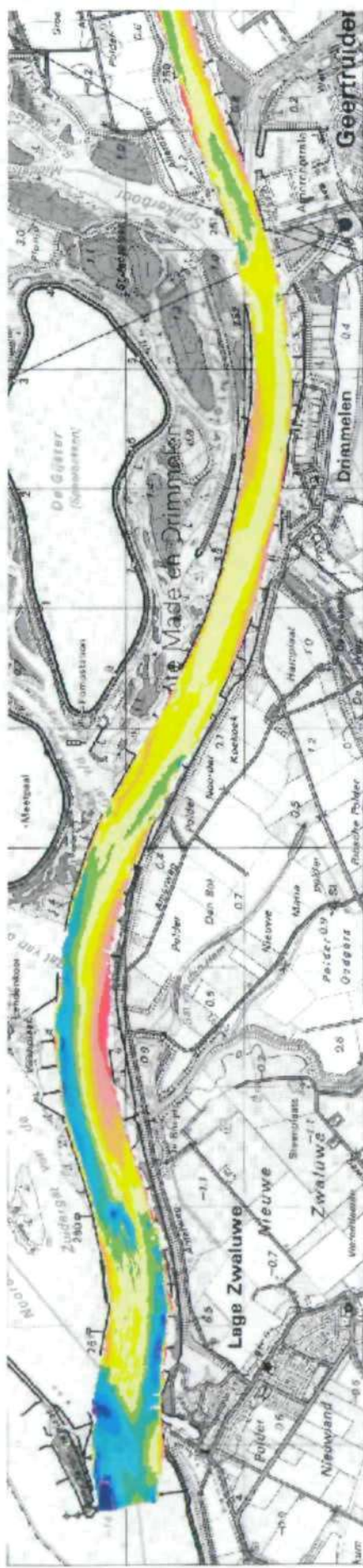
Kaart 1a t/m 1c: Bodemligging 1997, verandering bodemligging periode 1970-1997 [m] + baggervakken, verandering bodemligging periode 1970-1997 [m/j].



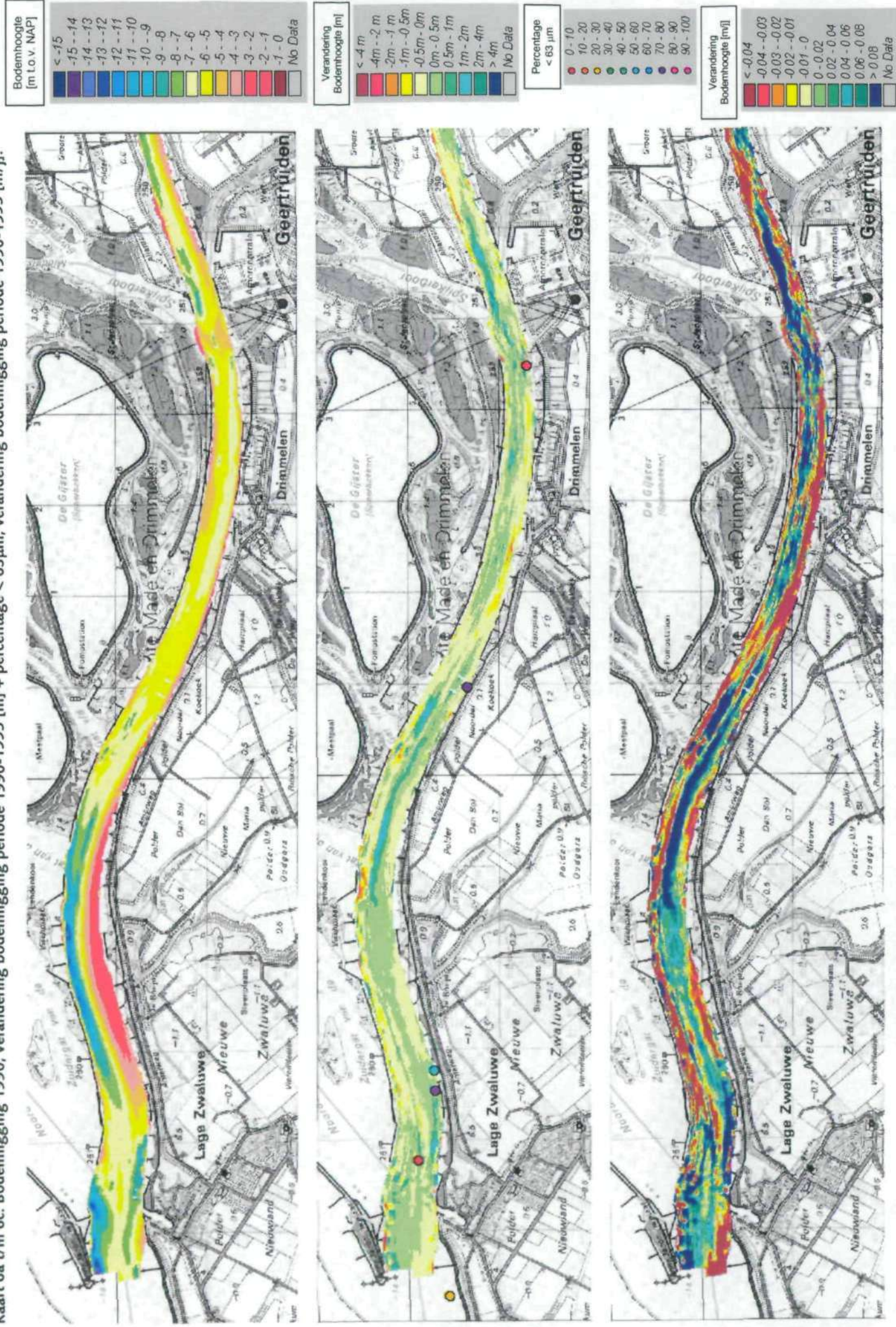
Kaart 2 a t/m 2 c: Bodemligging 1970, verandering bodemligging periode 1970-1976 [m] + percentage $< 63 \mu\text{m}$, verandering bodemligging periode 1970-1976 [m/].



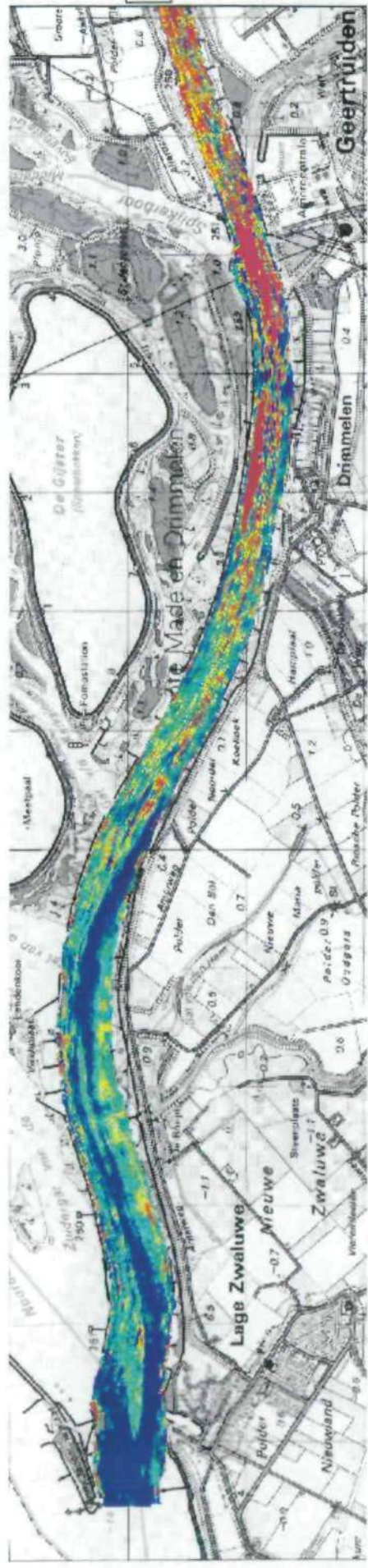
Kaart 3a t/m 3c: Bodemligging 1976, verandering bodemligging periode 1976-1981[m] + percentage < 63µm, verandering bodemligging periode 1976-1981 [m/j].



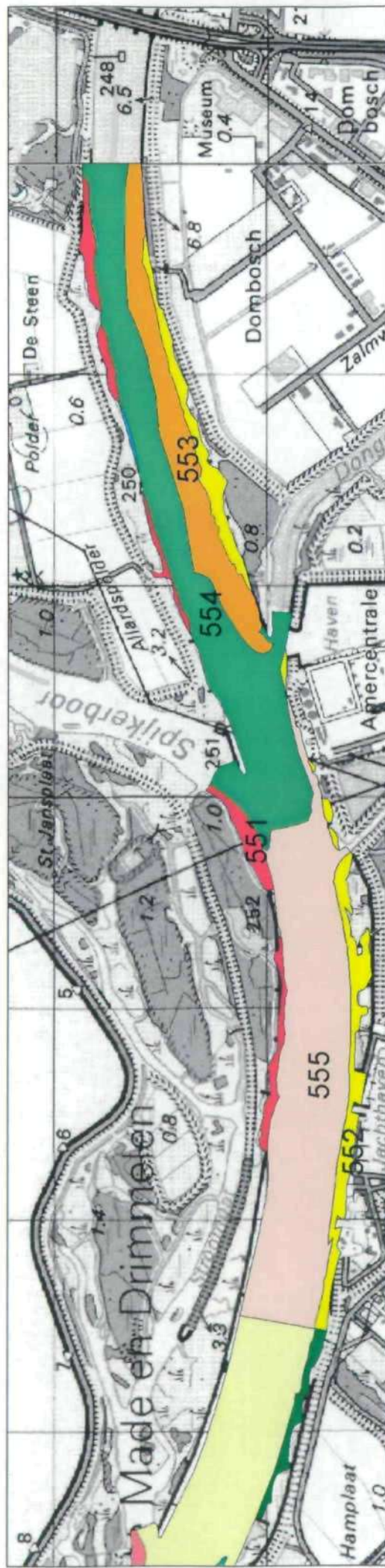
Kaart 6a t/m 6c: Bodemligging 1990-1995 [m] + verandering bodemligging periode 1990-1995 [m/j].



Kaart 7a t/m 7c: Bodemligging 1995, verandering bodemligging periode 1995-1997 [m] + percentage < 63µm, verandering bodemligging periode 1995-1997 [m/j].



Kaart 8a t/m 8b: Vakindeling volgens RAMING.

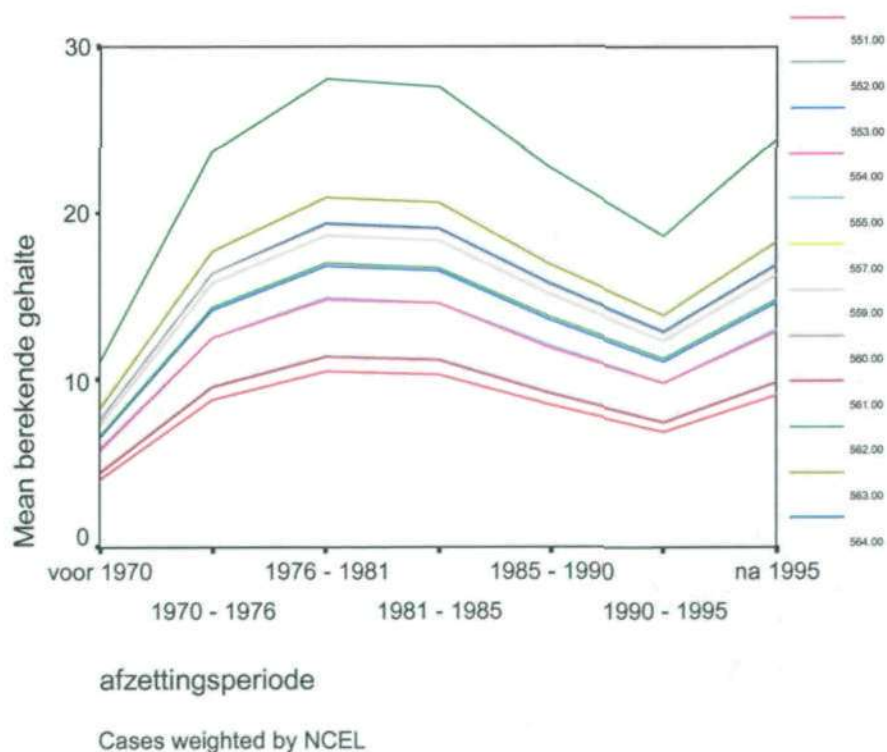


Tabel 1: Gemiddeld gemeten percentage < 2 µm per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	9.18	9.18
552.00	-	20.00	-	14.47	-	14.23	11.50	14.33
553.00	8.03	23.00	-	-	10.00	1.90	-	9.83
554.00	6.95	12.17	14.00	-	-	23.00	4.50	10.83
555.00	8.15	12.11	27.00	-	-	5.14	16.40	11.03
557.00	1.85	-	24.00	8.80	14.00	-	14.83	14.17
559.00	-	15.35	18.29	20.00	11.25	27.00	15.35	17.19
560.00	5.90	22.70	20.00	23.67	5.98	-	14.39	13.78
561.00	-	-	-	-	-	16.00	3.50	9.75
562.00	-	-	25.00	-	25.50	-	24.00	24.67
563.00	.85	-	-	14.73	11.83	23.00	23.05	17.24
564.00	26.00	.25	2.50	21.50	21.00	1.50	21.06	16.97
Group Total	7.08	15.19	18.02	17.72	14.59	11.95	15.69	14.12

Tabel 2: Gemiddeld berekend percentage < 2 µm per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	4.14	8.88	10.53	10.36	8.53	6.99	9.18	8.61
552.00	6.69	14.36	17.03	16.75	13.79	11.29	14.83	13.61
553.00	6.61	14.20	16.84	16.56	13.64	11.17	14.67	11.88
554.00	5.84	12.54	14.87	14.62	12.04	9.86	12.95	10.73
555.00	5.87	12.60	14.95	14.70	12.10	9.91	13.02	11.41
557.00	6.60	14.18	16.81	16.54	13.61	11.15	14.64	14.15
559.00	7.35	15.78	18.71	18.41	15.16	12.41	16.30	16.33
560.00	7.61	16.34	19.38	19.06	15.69	12.85	16.88	14.10
561.00	4.48	9.61	11.40	11.21	9.23	7.56	9.93	9.06
562.00	11.05	23.71	28.12	27.66	22.77	18.65	24.50	22.82
563.00	8.24	17.69	20.98	20.64	16.99	13.91	18.27	17.41
564.00	7.65	16.42	19.47	19.15	15.77	12.91	16.96	16.24
Group Total	6.89	14.16	17.59	17.77	15.04	11.24	15.68	13.88



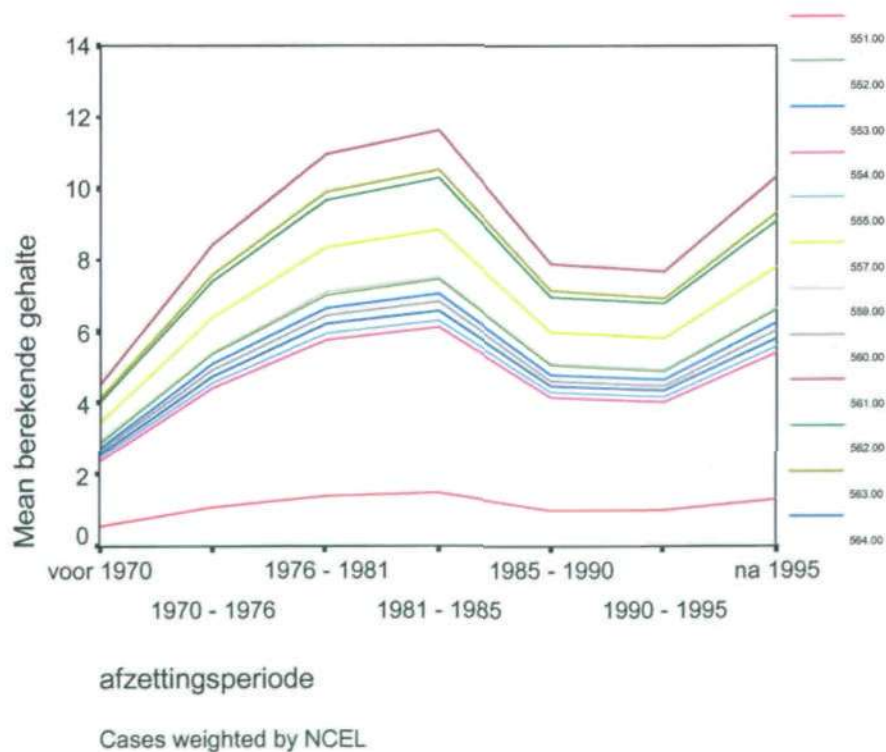
Figuur 1: Verloop gemiddeld berekend percentage < 2 µm per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 3: Gemiddeld gemeten percentage organisch stof per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	1.35	1.35
552.00	-	9.80	-	5.73	-	5.18	7.30	6.23
553.00	3.30	8.30	-	-	4.50	.50	-	3.87
554.00	3.62	4.67	5.53	-	-	7.30	.50	4.35
555.00	3.67	5.00	12.00	-	-	2.03	4.83	4.36
557.00	.50	-	9.60	10.00	6.80	-	7.68	7.44
559.00	-	4.00	7.10	9.60	3.55	9.20	6.25	6.36
560.00	2.15	6.45	6.95	7.83	.50	-	5.76	4.69
561.00	-	-	-	-	-	8.80	9.50	9.15
562.00	-	-	9.90	-	9.60	-	7.73	8.72
563.00	.50	-	-	7.03	4.75	12.00	11.73	8.50
564.00	9.00	.50	.50	7.65	6.25	.50	6.72	5.53
Group Total	2.90	5.37	7.01	7.44	5.05	4.89	6.59	5.61

Tabel 4: Gemiddeld berekend percentage organisch stof per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	.59	1.10	1.44	1.52	1.03	1.00	1.35	1.21
552.00	2.91	5.38	7.02	7.45	5.06	4.90	6.60	5.81
553.00	2.76	5.11	6.66	7.07	4.80	4.65	6.27	4.76
554.00	2.39	4.43	5.78	6.13	4.16	4.03	5.43	4.16
555.00	2.47	4.57	5.96	6.33	4.30	4.17	5.61	4.47
557.00	3.46	6.39	8.34	8.85	6.01	5.83	7.84	7.39
559.00	2.94	5.44	7.09	7.53	5.11	4.95	6.67	6.16
560.00	2.66	4.93	6.43	6.83	4.63	4.49	6.05	4.79
561.00	4.55	8.43	10.99	11.67	7.92	7.68	10.33	8.80
562.00	4.02	7.44	9.71	10.31	7.00	6.78	9.13	7.97
563.00	4.11	7.61	9.92	10.53	7.15	6.93	9.33	8.48
564.00	2.57	4.76	6.20	6.59	4.47	4.33	5.84	5.32
Group Total	2.74	5.01	6.95	7.74	5.29	4.87	6.64	5.57



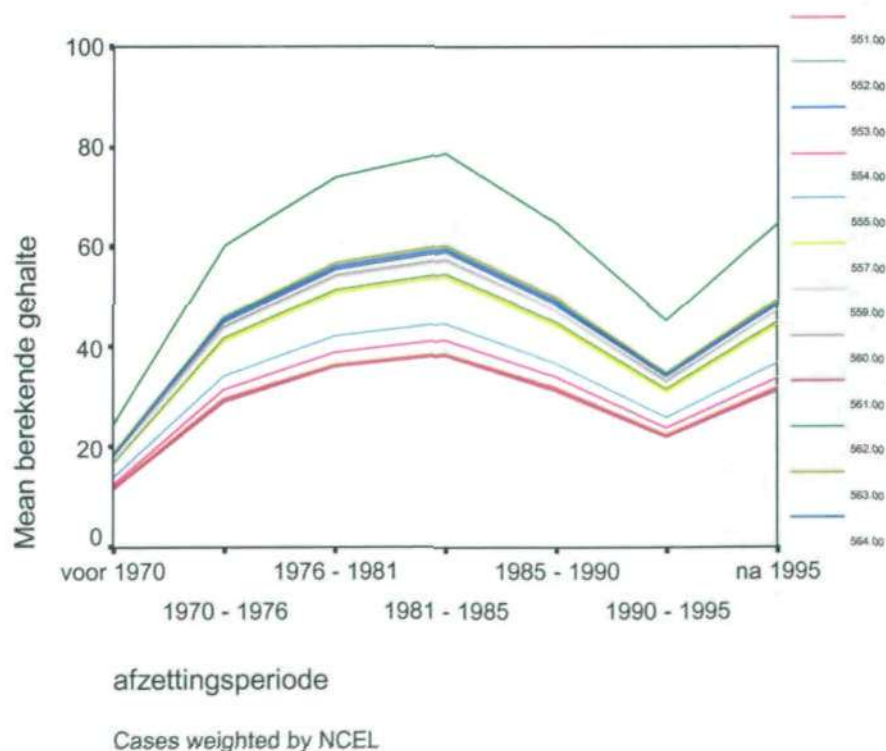
Figuur 2: Verloop gemiddeld berekend percentage organisch stof per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 5: Gemiddeld gemeten percentage < 63 µm stof per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	31.93	31.93
552.00	-	72.00	-	42.87	-	39.13	42.00	44.11
553.00	22.70	77.00	-	-	34.00	7.50	-	31.10
554.00	11.92	28.67	42.33	-	-	57.00	10.00	26.12
555.00	27.47	33.20	74.00	-	-	11.60	43.67	30.09
557.00	3.70	-	74.00	37.00	52.00	-	43.67	43.17
559.00	-	40.45	51.08	61.00	41.35	74.00	49.50	50.29
560.00	13.71	61.12	61.00	65.67	13.95	-	42.11	37.93
561.00	-	-	-	-	-	47.00	14.00	30.50
562.00	-	-	66.00	-	71.50	-	63.33	66.50
563.00	.85	-	-	49.67	38.65	62.00	57.00	48.26
564.00	58.00	1.60	5.00	70.00	62.50	3.40	58.80	48.23
Group Total	16.94	41.97	51.63	54.82	45.16	31.71	45.10	40.04

Tabel 6: Gemiddeld berekend percentage < 63 µm stof per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	11.99	29.71	36.55	38.80	31.96	22.44	31.93	29.92
552.00	16.90	41.88	51.51	54.69	45.05	31.63	45.00	41.23
553.00	18.41	45.61	56.11	59.57	49.08	34.46	49.01	38.79
554.00	12.82	31.76	39.06	41.47	34.17	23.99	34.12	27.35
555.00	13.85	34.33	42.23	44.83	36.93	25.93	36.89	31.13
557.00	16.67	41.31	50.81	53.95	44.44	31.20	44.39	42.83
559.00	17.71	43.87	53.97	57.30	47.20	33.14	47.14	47.23
560.00	17.77	44.03	54.16	57.50	47.37	33.26	47.31	38.58
561.00	11.82	29.30	36.04	38.26	31.52	22.13	31.48	28.65
562.00	24.31	60.23	74.09	78.66	64.80	45.50	64.72	60.65
563.00	18.64	46.19	56.81	60.31	49.69	34.89	49.63	47.87
564.00	18.25	45.23	55.64	59.07	48.66	34.17	48.60	47.06
Group Total	16.42	38.81	50.46	55.18	46.39	30.10	45.43	39.58



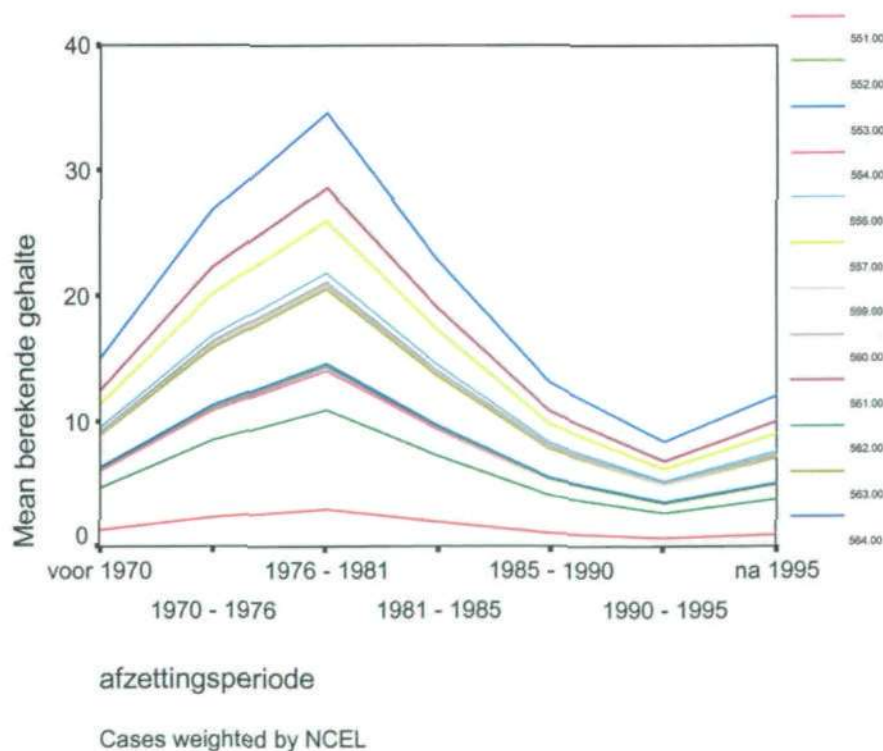
Figuur 3: Verloop gemiddeld berekend percentage 63 µm per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 7: Gemiddeld gemeten gehalte cadmium per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	1.08	1.08
552.00	-	8.10	-	8.17	-	6.10	8.40	7.38
553.00	17.13	29.00	-	-	6.10	.90	-	14.57
554.00	8.92	3.50	18.07	-	-	7.70	.60	9.05
555.00	16.80	14.27	43.00	-	-	1.50	4.83	11.41
557.00	1.40	-	39.00	6.00	5.20	-	9.19	10.12
559.00	-	20.60	20.03	11.00	4.70	9.80	8.90	14.96
560.00	5.48	22.70	14.00	14.67	4.80	-	8.21	10.53
561.00	-	-	-	-	-	9.90	7.90	8.90
562.00	-	-	9.60	-	5.85	-	3.77	5.43
563.00	.20	-	-	13.73	13.85	9.00	4.90	8.89
564.00	5.70	.50	1.80	21.50	9.70	.90	7.00	8.18
Group Total	8.56	15.30	19.72	13.05	7.43	4.74	6.84	10.07

Tabel 8: Gemiddeld berekend gehalte cadmium per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	1.34	2.40	3.10	2.05	1.17	.74	1.08	1.51
552.00	6.21	11.11	14.32	9.48	5.39	3.44	4.97	6.86
553.00	15.03	26.86	34.62	22.92	13.04	8.32	12.01	18.10
554.00	6.14	10.97	14.13	9.36	5.32	3.40	4.90	8.60
555.00	9.46	16.91	21.80	14.43	8.21	5.24	7.56	12.04
557.00	11.32	20.24	26.08	17.27	9.82	6.27	9.05	11.09
559.00	9.05	16.18	20.86	13.81	7.85	5.01	7.24	14.37
560.00	9.16	16.38	21.11	13.97	7.95	5.08	7.32	10.69
561.00	12.48	22.30	28.74	19.03	10.82	6.91	9.97	15.75
562.00	4.73	8.46	10.90	7.22	4.10	2.62	3.78	5.35
563.00	8.91	15.92	20.52	13.58	7.73	4.93	7.12	9.99
564.00	6.35	11.35	14.62	9.68	5.51	3.52	5.07	7.04
Group Total	8.85	15.61	19.22	12.45	7.06	4.62	6.79	10.24



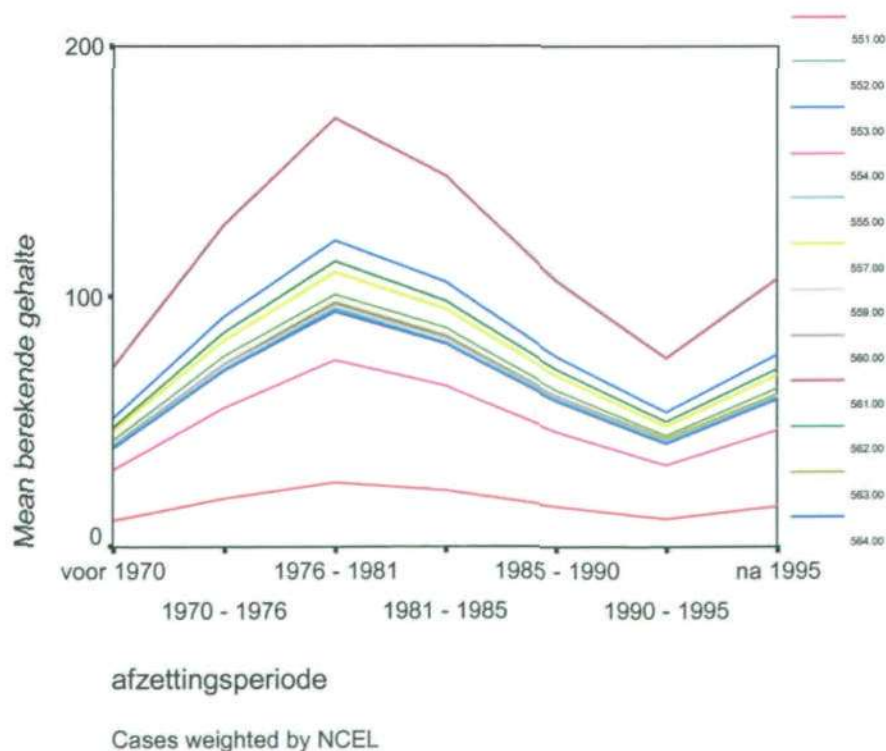
Figuur 4: Verloop gemiddeld berekend gehalte cadmium per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 9: Gemiddeld gemeten gehalte koper per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	16.38	16.38
552.00	-	100.00	-	67.17	-	46.63	88.00	66.40
553.00	61.67	120.00	-	-	53.00	9.50	-	61.25
554.00	49.90	34.50	79.83	-	-	77.00	5.90	51.95
555.00	67.03	65.80	200.00	-	-	13.00	50.33	56.41
557.00	10.00	-	180.00	51.00	46.00	-	68.38	69.22
559.00	-	86.00	92.75	80.00	37.05	99.00	63.40	79.17
560.00	26.58	96.95	82.50	89.00	36.25	-	60.76	58.49
561.00	-	-	-	-	-	93.00	95.00	94.00
562.00	-	-	89.00	-	100.00	-	65.33	80.83
563.00	2.50	-	-	80.83	56.25	86.50	58.00	63.54
564.00	70.00	6.10	14.00	120.50	80.00	7.00	70.60	65.47
Group Total	40.42	72.28	96.27	83.31	59.84	42.53	60.21	62.42

Tabel 10: Gemiddeld berekend gehalte koper per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	10.99	19.66	26.18	22.66	16.27	11.57	16.38	17.28
552.00	42.43	75.87	101.05	87.44	62.81	44.64	63.20	65.34
553.00	51.39	91.90	122.40	105.92	76.08	54.07	76.55	75.68
554.00	31.34	56.04	74.63	64.59	46.39	32.97	46.68	49.29
555.00	39.87	71.31	94.97	82.18	59.03	41.95	59.40	60.39
557.00	46.15	82.54	109.92	95.13	68.33	48.56	68.75	70.87
559.00	40.30	72.07	95.98	83.06	59.66	42.40	60.03	75.01
560.00	40.68	72.74	96.88	83.84	60.22	42.80	60.59	59.97
561.00	71.97	128.70	171.40	148.33	106.55	75.72	107.20	115.70
562.00	47.87	85.61	114.01	98.66	70.87	50.37	71.31	75.22
563.00	40.95	73.23	97.53	84.40	60.63	43.09	61.00	65.45
564.00	39.51	70.66	94.11	81.44	58.50	41.57	58.86	63.08
Group Total	40.60	72.04	96.25	85.81	62.07	43.64	60.50	63.82



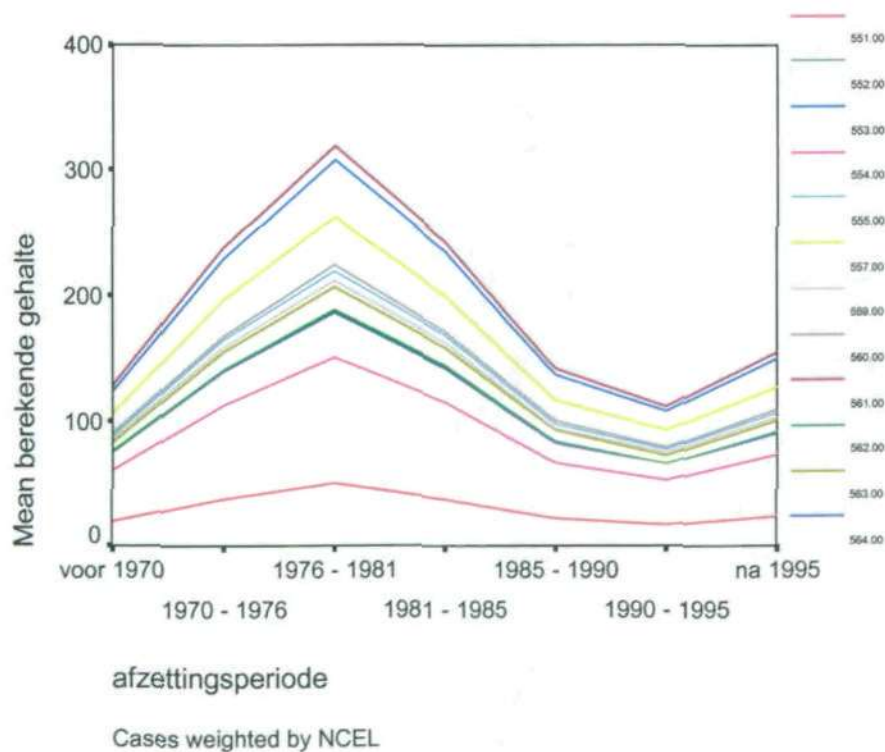
Figuur 5: Verloop gemiddeld berekend gehalte koper per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 11: Gemiddeld gemeten gehalte lood per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	150.00	-	105.50	-	85.38	24.38	24.38
552.00	-	127.67	-	-	95.00	19.00	150.00	110.80
553.00	67.90	59.50	188.83	-	-	110.00	14.00	92.96
554.00	184.33	143.86	410.00	-	-	28.42	84.00	123.67
557.00	24.00	-	420.00	120.00	69.00	-	120.13	129.66
559.00	-	200.00	204.00	150.00	56.50	140.00	107.50	160.14
560.00	62.50	218.08	170.00	180.00	68.25	-	110.73	120.87
561.00	-	-	-	-	-	160.00	120.00	140.00
562.00	-	-	150.00	-	135.00	-	85.67	112.83
563.00	6.50	-	-	155.50	107.00	145.00	86.50	110.25
564.00	100.00	6.50	35.00	245.00	110.00	19.00	122.00	113.88
Group Total	83.74	156.64	209.70	160.23	93.13	73.53	101.48	119.20

Tabel 12: Gemiddeld berekend gehalte lood per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	20.11	37.62	50.37	38.49	22.37	17.66	24.38	28.41
552.00	75.58	141.37	189.26	144.61	84.05	66.36	91.59	105.59
553.00	123.17	230.40	308.45	235.68	136.98	108.15	149.27	170.94
554.00	60.35	112.88	151.11	115.47	67.11	52.99	73.13	93.49
555.00	87.95	164.52	220.25	168.29	97.81	77.23	106.58	128.58
557.00	105.03	196.46	263.01	200.97	116.80	92.22	127.28	138.99
559.00	84.63	158.31	211.93	161.93	94.12	74.31	102.56	153.49
560.00	89.65	167.70	224.51	171.55	99.70	78.72	108.65	123.04
561.00	127.66	238.80	319.69	244.28	141.97	112.10	154.71	191.32
562.00	75.08	140.45	188.02	143.66	83.50	65.93	90.99	105.31
563.00	82.80	154.88	207.34	158.43	92.08	72.70	100.34	117.94
564.00	74.55	139.44	186.68	142.64	82.90	65.46	90.34	105.30
Group Total	85.56	158.35	205.35	158.83	92.45	73.42	102.68	121.43



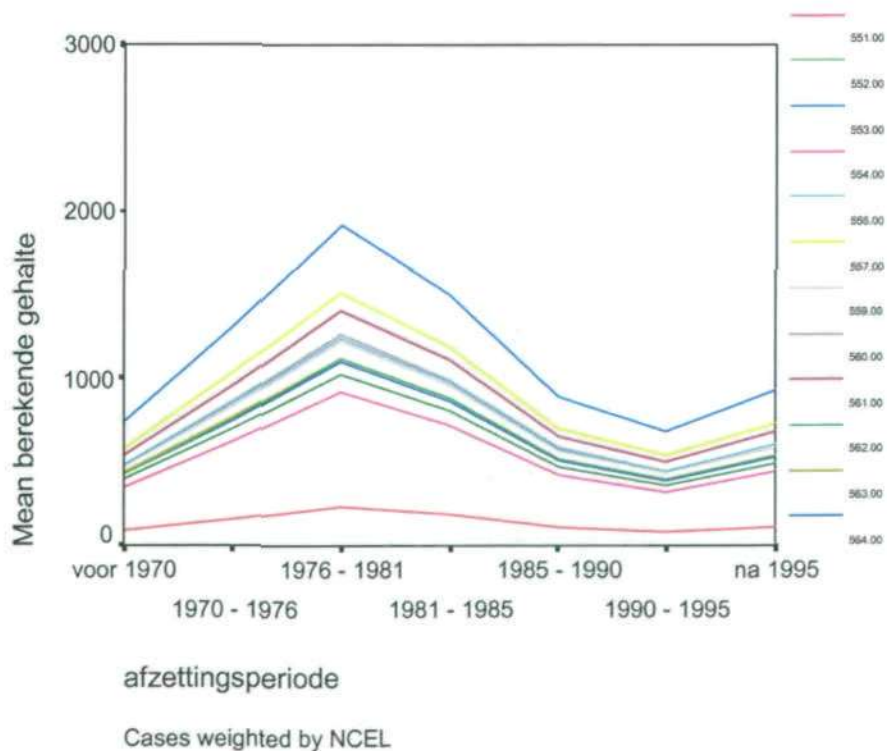
Figuur 6: Verloop gemiddeld berekend gehalte lood per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 13: Gemiddeld gemeten gehalte zink per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	115.23	115.23
552.00	-	740.00	-	741.80	-	508.50	740.00	647.97
553.00	834.67	1700.00	-	-	510.00	130.00	-	807.33
554.00	436.80	376.33	1057.67	-	-	690.00	120.00	561.23
555.00	819.33	764.27	2300.00	-	-	152.00	516.67	651.13
557.00	170.00	-	2200.00	590.00	540.00	-	740.75	774.31
559.00	-	965.00	1192.67	950.00	400.00	770.00	655.00	922.57
560.00	329.53	1093.33	1065.00	1066.67	382.50	-	640.09	666.31
561.00	-	-	-	-	-	770.00	490.00	630.00
562.00	-	-	870.00	-	690.00	-	473.33	611.67
563.00	7.60	-	-	869.93	594.50	890.00	438.25	611.62
564.00	640.00	53.00	200.00	1350.00	765.00	170.00	700.00	676.38
Group Total	463.54	820.76	1201.93	944.27	559.50	426.82	583.62	673.52

Tabel 14: Gemiddeld berekend gehalte zink per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	91.52	162.04	237.30	186.43	110.46	84.27	115.23	133.29
552.00	432.60	765.98	1121.72	881.25	522.16	398.34	544.67	628.38
553.00	740.45	1311.08	1919.96	1508.37	893.74	681.81	932.28	1052.07
554.00	356.59	631.39	924.62	726.40	430.41	328.35	448.97	559.01
555.00	482.83	854.93	1251.97	983.58	582.79	444.59	607.92	698.56
557.00	584.80	1035.47	1516.36	1191.29	705.87	538.48	736.30	800.44
559.00	472.01	835.77	1223.91	961.54	569.73	434.63	594.29	880.75
560.00	487.39	863.00	1263.79	992.86	588.29	448.79	613.66	678.36
561.00	544.96	964.94	1413.07	1110.14	657.78	501.80	686.14	839.83
562.00	396.68	702.38	1028.58	808.08	478.80	365.26	499.45	575.69
563.00	434.65	769.61	1127.03	885.42	524.63	400.22	547.25	644.73
564.00	426.72	755.57	1106.47	869.27	515.06	392.92	537.27	625.90
Group Total	473.27	820.50	1168.37	920.68	544.49	420.84	583.46	679.34



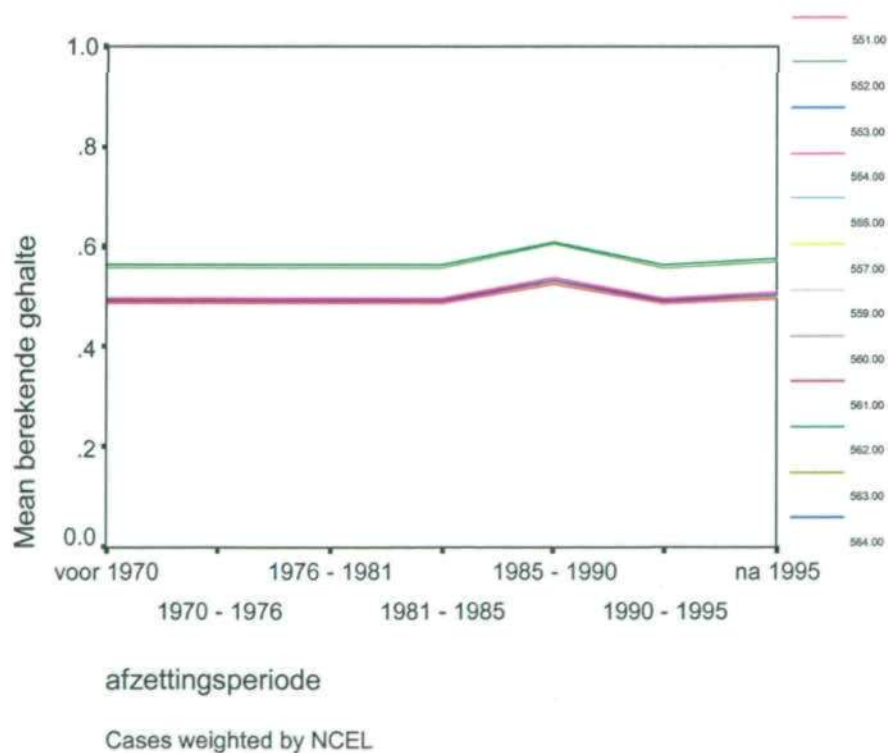
Figuur 7: Verloop gemiddeld berekend gehalte zink per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 15: Gemiddeld gemeten gehalte lindaan per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	.50	.50
552.00	-	.50	-	.50	-	.50	.80	.56
553.00	.50	.50	-	-	.50	.50	-	.50
554.00	.50	.50	.50	-	-	.50	.50	.50
555.00	.50	.50	.50	-	-	.50	.50	.50
557.00	.50	-	.50	.50	.50	-	.50	.50
559.00	-	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50
560.00	.50	.50	.50	.50	.50	-	.50	.50
561.00	-	-	-	-	-	.50	.50	.50
562.00	-	-	.50	-	.75	-	.50	.58
563.00	.50	-	-	.50	.50	.50	.50	.50
564.00	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50
Group Total	.50	.50	.50	.50	.54	.50	.51	.51

Tabel 16: Gemiddeld berekend gehalte lindaan per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.50	.50
552.00	.56	.56	.56	.56	.60	.56	.57	.56
553.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.51	.50
554.00	.50	.50	.50	.50	.54	.50	.51	.50
555.00	.50	.50	.50	.50	.54	.50	.51	.50
557.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.50	.50
559.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.50	.50
560.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.51	.50
561.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.51	.50
562.00	.56	.56	.56	.56	.61	.56	.58	.58
563.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.50	.50
564.00	.49	.49	.49	.49	.53	.49	.50	.50
Group Total	.50	.50	.50	.51	.55	.51	.51	.51



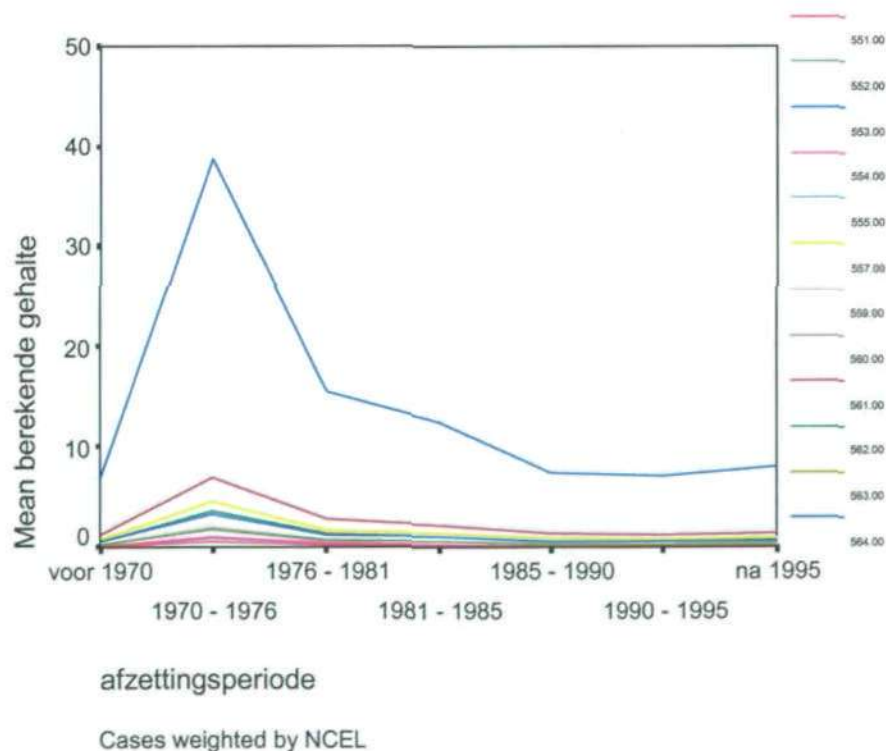
Figuur 8: Verloop gemiddeld berekend gehalte lindaan per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 17: Gemiddeld gemeten gehalte benzo-(a)pyreen per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	.13	.13
552.00	-	1.20	-	.76	-	.76	.82	.82
553.00	1.12	3.10	-	-	.54	.09	-	1.18
554.00	.40	.50	1.94	-	-	.40	.03	.75
555.00	1.28	.88	2.30	-	-	.15	.55	.77
557.00	.23	-	1.80	1.50	1.60	-	.93	1.02
559.00	-	1.52	1.07	1.10	.59	1.80	.93	1.10
560.00	.51	1.29	1.80	1.06	.07	-	.84	.84
561.00	-	-	-	-	-	2.10	.77	1.44
562.00	-	-	1.40	-	.81	-	.73	.87
563.00	.03	-	-	1.11	.61	1.05	.62	.76
564.00	.86	64.00	.32	1.95	1.05	.98	.95	5.92
Group Total	.64	3.61	1.44	1.18	.70	.67	.76	1.29

Tabel 18: Gemiddeld berekend gehalte benzo-(a)pyreen per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	.11	.63	.25	.21	.12	.12	.13	.20
552.00	.33	1.84	.74	.60	.36	.34	.39	.56
553.00	.58	3.27	1.31	1.07	.63	.61	.69	1.03
554.00	.20	1.15	.46	.37	.22	.21	.24	.46
555.00	.18	1.02	.41	.33	.20	.19	.21	.56
557.00	.80	4.53	1.81	1.47	.88	.84	.95	1.21
559.00	.37	2.12	.85	.69	.41	.39	.44	.83
560.00	.31	1.75	.70	.57	.34	.32	.37	.61
561.00	1.24	7.02	2.81	2.29	1.36	1.31	1.47	2.50
562.00	.64	3.63	1.45	1.18	.70	.68	.76	1.13
563.00	.59	3.34	1.34	1.09	.65	.62	.70	.99
564.00	6.83	38.73	15.50	12.61	7.52	7.21	8.13	11.47
Group Total	.59	3.08	1.67	2.08	1.35	.74	1.35	1.55



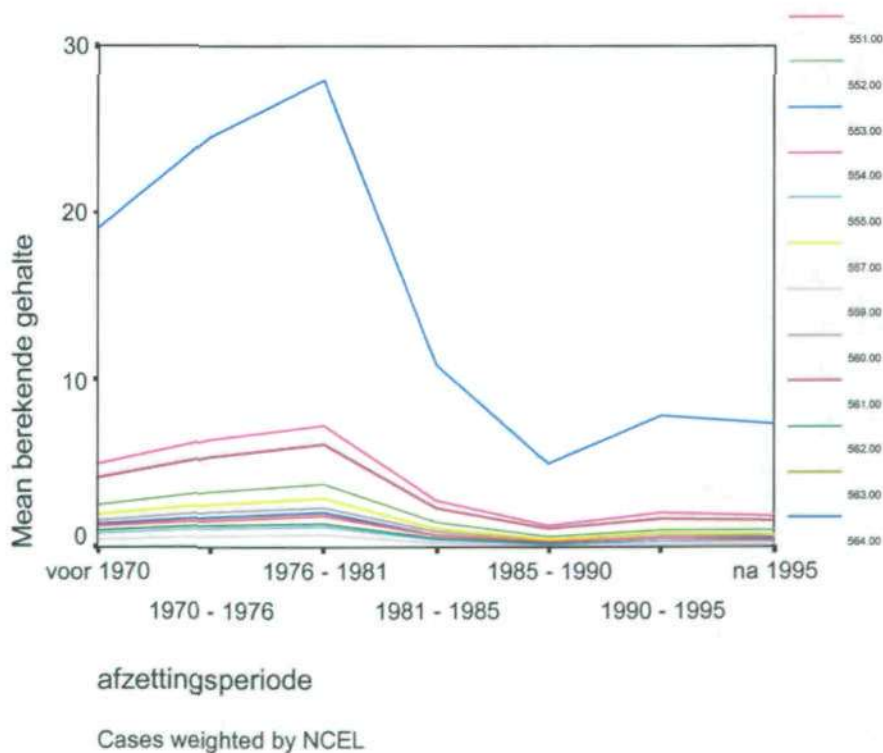
Figuur 9: Verloop gemiddeld berekend gehalte benzo-(a)pyreen per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 19: Gemiddeld gemeten gehalte DDT per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	.50	.50
552.00	-	3.40	-	1.37	-	1.20	1.00	1.43
553.00	16.00	35.00	-	-	.50	.50	-	14.00
554.00	1.54	.50	16.83	-	-	.50	.50	4.67
555.00	.50	1.25	.50	-	-	.50	.50	.84
557.00	.50	-	.50	3.60	.50	-	1.54	1.48
559.00	-	.50	.50	.50	.50	5.10	.50	.83
560.00	.50	4.58	.50	.50	.50	-	.50	1.20
561.00	-	-	-	-	-	2.80	.50	1.65
562.00	-	-	.50	-	1.55	-	1.03	1.12
563.00	.50	-	-	.50	.50	.50	1.88	.96
564.00	.50	.50	.50	4.00	.50	.50	1.14	1.28
Group Total	2.57	3.30	3.77	1.48	.68	1.07	1.00	1.91

Tabel 20: Gemiddeld berekend gehalte DDT per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	1.29	1.66	1.89	.74	.34	.54	.50	.85
552.00	2.61	3.36	3.83	1.50	.69	1.09	1.01	1.64
553.00	19.06	24.53	27.96	10.96	5.01	7.95	7.39	15.66
554.00	5.02	6.46	7.37	2.89	1.32	2.09	1.95	4.99
555.00	.87	1.12	1.28	.50	.23	.36	.34	.78
557.00	1.98	2.55	2.91	1.14	.52	.83	.77	1.06
559.00	.51	.66	.75	.29	.13	.21	.20	.50
560.00	1.63	2.09	2.39	.94	.43	.68	.63	1.29
561.00	4.20	5.40	6.16	2.41	1.10	1.75	1.63	3.24
562.00	1.00	1.29	1.47	.58	.26	.42	.39	.65
563.00	1.61	2.07	2.36	.92	.42	.67	.62	.96
564.00	1.40	1.80	2.06	.81	.37	.58	.54	.84
Group Total	3.91	2.94	4.06	1.64	.73	1.09	.79	2.11



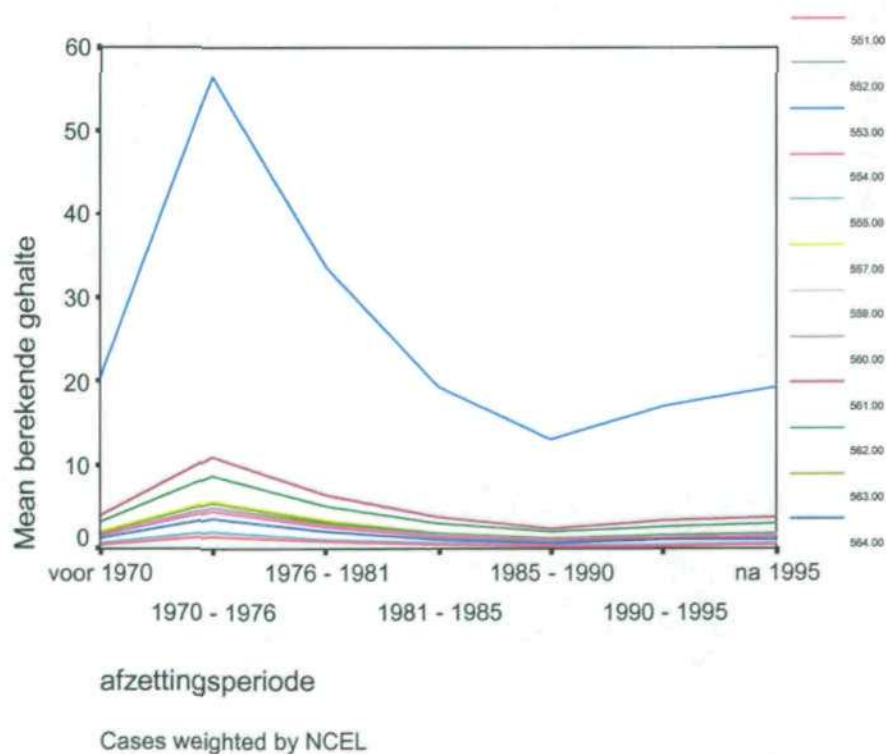
Figuur 10: Verloop gemiddeld berekend gehalte DDT per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 21: Gemiddeld gemeten gehalte DDE per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	.	.	.	.	.	.	.50	.50
552.00	.	1.60	.	1.63	.	2.08	7.15	2.91
553.00	3.23	83.00	.	.	1.40	.50	.	15.77
554.00	1.02	.80	9.07	.	.	5.20	.50	3.11
555.00	5.33	1.27	5.10	.	.	.80	1.67	1.87
557.00	1.10	.	.50	4.80	.50	.	2.32	2.17
559.00	.	.85	1.47	.50	.50	2.60	.50	1.11
560.00	1.32	6.08	1.50	.50	.50	.	1.16	1.98
561.00	.	.	.	.	.	3.80	3.40	3.60
562.00	.	.	4.80	.	3.10	.	2.77	3.22
563.00	.50	.	.	1.67	1.40	.95	2.25	1.60
564.00	3.50	.50	.50	4.15	1.35	1.70	1.68	1.97
Group Total	2.02	5.59	3.33	1.92	1.30	1.69	1.93	2.59

Tabel 22: Gemiddeld berekend gehalte DDE per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	.52	1.45	.86	.50	.34	.44	.50	.61
552.00	1.97	5.47	3.26	1.88	1.27	1.66	1.89	2.16
553.00	20.42	56.61	33.70	19.48	13.17	17.16	19.52	24.55
554.00	1.62	4.50	2.68	1.55	1.05	1.37	1.55	2.35
555.00	.74	2.05	1.22	.71	.48	.62	.71	1.27
557.00	2.09	5.78	3.44	1.99	1.34	1.75	1.99	2.24
559.00	.65	1.81	1.08	.62	.42	.55	.62	.93
560.00	1.77	4.91	2.92	1.69	1.14	1.49	1.69	2.29
561.00	3.98	11.03	6.56	3.79	2.56	3.34	3.80	5.01
562.00	3.15	8.74	5.20	3.01	2.03	2.65	3.01	3.59
563.00	1.79	4.97	2.96	1.71	1.16	1.51	1.71	1.93
564.00	1.28	3.56	2.12	1.23	.83	1.08	1.23	1.41
Group Total	3.55	5.56	3.98	2.63	1.85	2.06	2.01	3.10



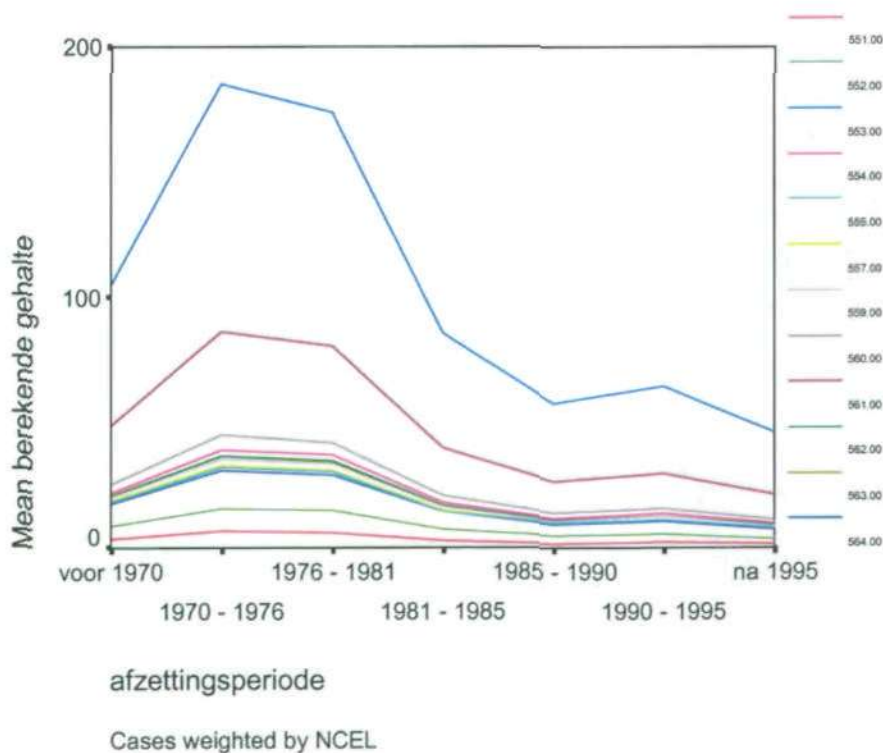
Figuur 11: Verloop gemiddeld berekend gehalte DDE per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 23: Gemiddeld gemeten gehalte PCB153 per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	1.78	1.78
552.00	-	17.00	-	5.17	-	1.88	18.75	7.75
553.00	65.17	290.00	-	-	8.20	.50	-	82.37
554.00	4.86	10.83	82.03	-	-	47.00	3.80	27.21
555.00	64.00	22.25	30.00	-	-	23.37	17.47	27.48
557.00	9.90	-	32.00	5.20	19.00	-	10.37	11.91
559.00	-	39.50	32.87	10.00	5.15	15.00	10.75	23.79
560.00	13.32	65.52	22.50	18.67	12.25	-	8.40	21.64
561.00	-	-	-	-	-	14.00	44.00	29.00
562.00	-	-	32.00	-	14.00	-	10.67	15.33
563.00	.50	-	-	25.17	14.10	12.05	8.25	13.44
564.00	29.00	1.60	13.00	46.00	20.00	2.60	12.54	18.53
Group Total	23.91	42.32	39.69	19.55	13.18	14.76	10.64	22.10

Tabel 24: Gemiddeld berekend gehalte PCB153 per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	3.99	7.06	6.62	3.26	2.20	2.46	1.78	3.27
552.00	9.08	16.07	15.07	7.42	5.01	5.60	4.04	7.54
553.00	104.67	185.27	173.74	85.60	57.72	64.61	46.59	103.06
554.00	22.42	39.68	37.21	18.33	12.36	13.84	9.98	26.48
555.00	18.21	32.24	30.23	14.90	10.04	11.24	8.11	21.39
557.00	18.73	33.16	31.10	15.32	10.33	11.56	8.34	12.24
559.00	20.11	35.60	33.39	16.45	11.09	12.42	8.95	24.04
560.00	25.37	44.91	42.11	20.75	13.99	15.66	11.29	23.97
561.00	48.73	86.27	80.90	39.86	26.87	30.08	21.69	47.77
562.00	20.92	37.03	34.73	17.11	11.54	12.91	9.31	17.37
563.00	20.77	36.76	34.48	16.99	11.45	12.82	9.24	16.32
564.00	17.66	31.26	29.31	14.44	9.74	10.90	7.86	13.60
Group Total	30.66	41.57	41.62	19.75	14.13	13.81	9.47	23.49



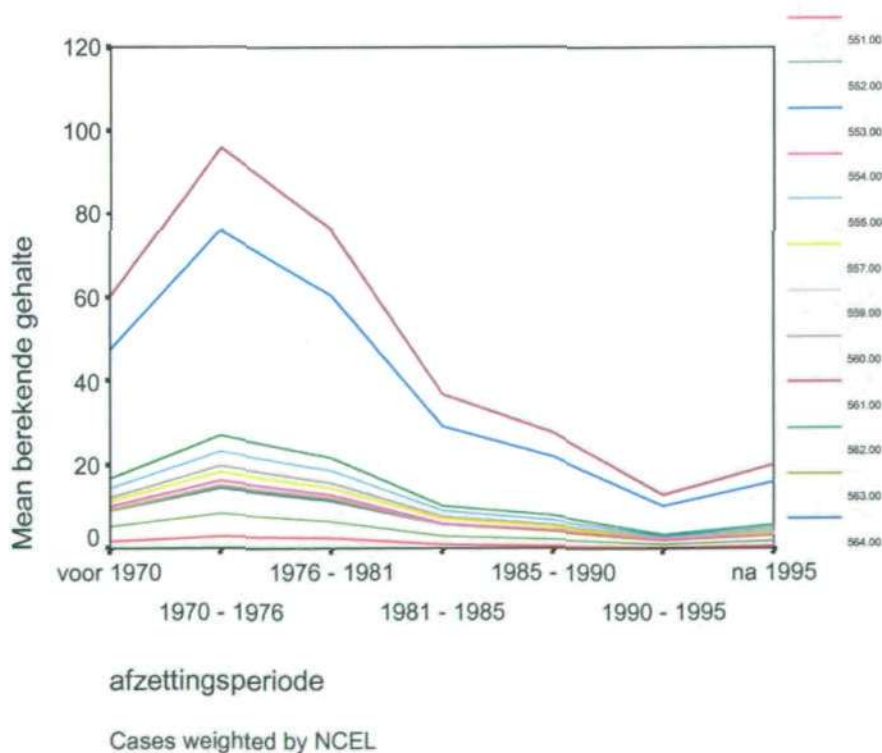
Figuur 12: Verloop gemiddeld berekend gehalte PCB153 per periode per rekeneenheid in de tijd.

Tabel 25: Gemiddeld gemeten gehalte PCB118 per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	-	-	-	-	-	-	.65	.65
552.00	-	5.20	-	2.73	-	.98	10.70	3.87
553.00	33.23	110.00	-	-	3.80	.50	-	35.67
554.00	2.30	3.30	39.50	-	-	5.90	1.10	11.30
555.00	40.33	19.16	17.00	-	-	2.58	4.80	15.78
557.00	5.90	-	20.00	3.00	3.20	-	4.43	5.33
559.00	-	20.05	9.92	7.60	2.70	5.90	3.75	9.00
560.00	7.35	27.05	8.20	10.03	8.75	-	2.76	9.65
561.00	-	-	-	-	-	5.00	25.00	15.00
562.00	-	-	21.00	-	7.45	-	6.70	9.33
563.00	.50	-	-	9.40	4.95	5.05	3.20	5.12
564.00	18.00	.50	5.00	15.50	10.20	2.10	5.50	8.04
Group Total	13.50	21.55	17.16	8.32	6.26	2.88	4.50	10.21

Tabel 26: Gemiddeld berekend gehalte PCB118 per periode per rekeneenheid.

	afzettingsperiode							Group Total
	voor 1970	1970 - 1976	1976 - 1981	1981 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	na 1995	
551.00	1.95	3.11	2.48	1.20	.90	.42	.65	1.27
552.00	5.21	8.32	6.62	3.21	2.42	1.11	1.74	3.09
553.00	47.72	76.18	60.65	29.39	22.12	10.17	15.91	39.73
554.00	10.17	16.24	12.93	6.27	4.72	2.17	3.39	10.33
555.00	14.65	23.39	18.62	9.02	6.79	3.12	4.88	14.19
557.00	11.53	18.41	14.66	7.10	5.35	2.46	3.84	5.87
559.00	9.49	15.15	12.06	5.85	4.40	2.02	3.16	9.01
560.00	12.31	19.65	15.64	7.58	5.70	2.62	4.10	10.18
561.00	60.05	95.87	76.33	36.99	27.84	12.80	20.02	47.13
562.00	16.94	27.05	21.53	10.43	7.85	3.61	5.65	11.22
563.00	9.31	14.86	11.83	5.73	4.31	1.98	3.10	5.58
564.00	9.11	14.54	11.57	5.61	4.22	1.94	3.04	5.54
Group Total	16.56	23.75	18.34	8.79	7.24	3.11	4.13	11.47

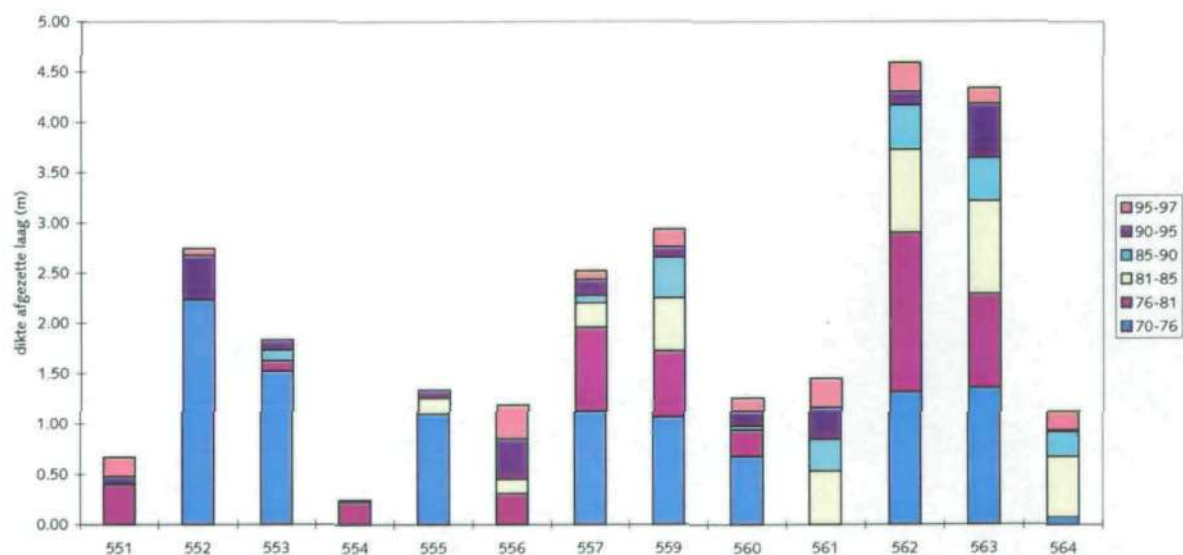


Figuur 13: Verloop gemiddeld berekend gehalte PCB118 per periode per rekeneenheid in de tijd.

Invoer RAMING

Tabel 27: Gemiddelde dikte van de afgezette laag per rekeneenheid en per periode.

laagdikte (m)	70-76	76-81	81-85	85-90	90-95	95-97
551		0.40			0.07	0.19
552	2.23				0.44	0.06
553	1.52	0.10		0.11	0.10	
554		0.23			0.01	
555	1.09		0.16		0.08	
556		0.31	0.14		0.40	0.33
557	1.12	0.83	0.24	0.08	0.16	0.08
559	1.06	0.66	0.53	0.41	0.11	0.17
560	0.68	0.26		0.04	0.15	0.13
561			0.53	0.31	0.31	0.29
562	1.31	1.59	0.82	0.44	0.13	0.29
563	1.35	0.94	0.92	0.42	0.54	0.16
564	0.07		0.60	0.25	0.02	0.18



Figuur 14: Gemiddelde dikte van de afgezette laag per rekeneenheid en per periode.

Tabel 28: Invoer voor RAMING : laagdikte, periode en gehalte gidsstof per rekeneenheid.

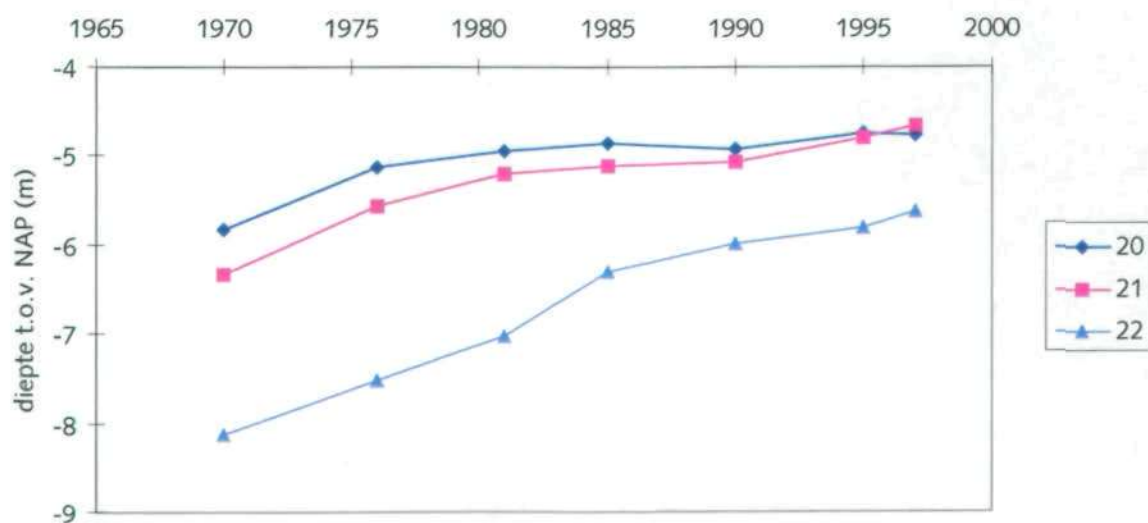
lokatie	dikte	periode	BaP ug/kg	Cd mg/kg	Cu mg/kg	DDE ug/kg	DDT ug/kg	HCH ug/kg	Pb mg/kg	PCB153 ug/kg	Zn mg/kg
551	50	voor 70	111	1.34	10.99	0.52	1.29	0.49	20.11	3.99	91.52
551	0.40	76-81	253	3.10	26.18	0.86	1.89	0.49	50.37	6.62	237.30
551	0.07	90-95	118	0.74	11.57	0.44	0.54	0.49	17.66	2.46	84.27
551	0.19	95-97	133	1.08	16.38	0.50	0.50	0.50	24.38	1.78	115.23
552	50	voor 70	325	6.21	42.43	1.97	2.61	0.56	75.58	9.08	432.60
552	2.23	70-76	1845	11.11	75.87	5.47	3.36	0.56	141.37	16.07	765.98
552	0.44	90-95	343	3.44	44.64	1.66	1.09	0.56	66.36	5.60	398.34
552	0.06	95-97	387	4.97	63.20	1.89	1.01	0.57	91.59	4.04	544.67
553	50	voor 70	577	15.03	51.39	20.42	19.06	0.49	123.17	104.67	740.45
553	1.52	70-76	3271	26.86	91.90	56.61	24.53	0.49	230.40	185.27	1311.08
553	0.10	76-81	1309	34.62	122.40	33.70	27.96	0.49	308.45	173.74	1919.96
553	0.11	85-90	635	13.04	76.08	13.17	5.01	0.53	136.98	57.72	893.74
553	0.10	90-95	609	8.32	54.07	17.16	7.95	0.49	108.15	64.61	681.81
554	50	voor 70	202	6.14	31.34	1.62	5.02	0.50	60.35	22.42	356.59
554	0.23	76-81	459	14.13	74.63	2.68	7.37	0.50	151.11	37.21	924.62
554	0.01	90-95	213	3.40	32.97	1.37	2.09	0.50	52.99	13.84	328.35
555	50	voor 70	179	9.46	39.87	0.74	0.87	0.50	87.95	18.21	482.83
555	1.09	70-76	1017	16.91	71.31	2.05	1.12	0.50	164.52	32.24	854.93
555	0.16	81-85	331	14.43	82.18	0.71	0.50	0.50	168.29	14.90	983.58
555	0.08	90-95	189	5.24	41.95	0.62	0.36	0.50	77.23	11.24	444.59
556	50	voor 70	308	9.16	40.68	1.77	1.63	0.49	89.65	25.37	487.39
556	0.31	76-81	699	21.11	96.88	2.92	2.39	0.49	224.51	42.11	1263.79
556	0.14	81-85	568	13.97	83.84	1.69	0.94	0.49	171.55	20.75	992.86
556	0.40	90-95	325	5.08	42.80	1.49	0.68	0.49	78.72	15.66	448.79
556	0.33	95-97	366	7.32	60.59	1.69	0.63	0.51	108.65	11.29	613.66
557	50	voor 70	798	11.32	46.15	2.09	1.98	0.49	105.03	18.73	584.80
557	1.12	70-76	4527	20.24	82.54	5.78	2.55	0.49	196.46	33.16	1035.47
557	0.83	76-81	1811	26.08	109.92	3.44	2.91	0.49	263.01	31.10	1516.36
557	0.24	81-85	1474	17.27	95.13	1.99	1.14	0.49	200.97	15.32	1191.29
557	0.08	85-90	878	9.82	68.33	1.34	0.52	0.53	116.80	10.33	705.87
557	0.16	90-95	842	6.27	48.56	1.75	0.83	0.49	92.22	11.56	538.48
557	0.08	95-97	950	9.05	68.75	1.99	0.77	0.50	127.28	8.34	736.30
559	50	voor 70	374	9.05	40.30	0.65	0.51	0.49	84.63	20.11	472.01
559	1.06	70-76	2119	16.18	72.07	1.81	0.66	0.49	158.31	35.60	835.77
559	0.66	76-81	848	20.86	95.98	1.08	0.75	0.49	211.93	33.39	1223.91
559	0.53	81-85	690	13.81	83.06	0.62	0.29	0.49	161.93	16.45	961.54
559	0.41	85-90	411	7.85	59.66	0.42	0.13	0.53	94.12	11.09	569.73
559	0.11	90-95	394	5.01	42.40	0.55	0.21	0.49	74.31	12.42	434.63
559	0.17	95-97	445	7.24	60.03	0.62	0.20	0.50	102.56	8.95	594.29
560	50	voor 70	308	9.16	40.68	1.77	1.63	0.49	89.65	25.37	487.39
560	0.68	70-76	1746	16.38	72.74	4.91	2.09	0.49	167.70	44.91	863.00
560	0.26	76-81	699	21.11	96.88	2.92	2.39	0.49	224.51	42.11	1263.79
560	0.04	85-90	339	7.95	60.22	1.14	0.43	0.53	99.70	13.99	588.29
560	0.15	90-95	325	5.08	42.80	1.49	0.68	0.49	78.72	15.66	448.79
560	0.13	95-97	366	7.32	60.59	1.69	0.63	0.51	108.65	11.29	613.66
561	50	voor 70	1238	12.48	71.97	3.98	4.20	0.49	127.66	48.73	544.96
561	0.53	81-85	2286	19.03	148.33	3.79	2.41	0.49	244.28	39.86	1110.14
561	0.31	85-90	1362	10.82	106.55	2.56	1.10	0.53	141.97	26.87	657.78
561	0.31	90-95	1307	6.91	75.72	3.34	1.75	0.49	112.10	30.08	501.80
561	0.29	95-97	1473	9.97	107.20	3.80	1.63	0.51	154.71	21.69	686.14
562	50	voor 70	640	4.73	47.87	3.15	1.00	0.56	75.08	20.92	396.68
562	1.31	70-76	3630	8.46	85.61	8.74	1.29	0.56	140.45	37.03	702.38
562	1.59	76-81	1452	10.90	114.01	5.20	1.47	0.56	188.02	34.73	1028.58
562	0.82	81-85	1182	7.22	98.66	3.01	0.58	0.56	143.66	17.11	808.08
562	0.44	85-90	704	4.10	70.87	2.03	0.26	0.61	83.50	11.54	478.80
562	0.13	90-95	676	2.62	50.37	2.65	0.42	0.56	65.93	12.91	365.26
562	0.29	95-97	762	3.78	71.31	3.01	0.39	0.58	90.99	9.31	499.45
563	50	voor 70	589	8.91	40.95	1.79	1.61	0.49	82.80	20.77	434.65
563	1.35	70-76	3339	15.92	73.23	4.97	2.07	0.49	154.88	36.76	769.61
563	0.94	76-81	1336	20.52	97.53	2.96	2.36	0.49	207.34	34.48	1127.03
563	0.92	81-85	1087	13.58	84.40	1.71	0.92	0.49	158.43	16.99	885.42
563	0.42	85-90	648	7.73	60.63	1.16	0.42	0.53	92.08	11.45	524.63
563	0.54	90-95	621	4.93	43.09	1.51	0.67	0.49	72.70	12.82	400.22
563	0.16	95-97	701	7.12	61.00	1.71	0.62	0.50	100.34	9.24	547.25
564	50	voor 70	6829	6.35	39.51	1.28	1.40	0.49	74.55	17.66	426.72
564	0.07	70-76	38732	11.35	70.66	3.56	1.80	0.49	139.44	31.26	755.57
564	0.60	81-85	12612	9.68	81.44	1.23	0.81	0.49	142.64	14.44	869.27
564	0.25	85-90	7516	5.51	58.50	0.83	0.37	0.53	82.90	9.74	515.06
564	0.02	90-95	7208	3.52	41.57	1.08	0.58	0.49	65.46	10.90	392.92
564	0.18	95-97	8128	5.07	58.86	1.23	0.54	0.50	90.34	7.86	537.27

Tabel 29: Initiële fractieverdeling.

	% slib	% zand
551	37	63
552	42	58
553	49	51
554	39	61
555	45	55
556	54	46
557	47	53
559	47	53
560	32	68
561	65	35
562	50	50
563	49	51
564	46	54

Tabel 30: Gemiddelde dieptes en std. dev uit GIS (lodingen) over RAMING-vakken.

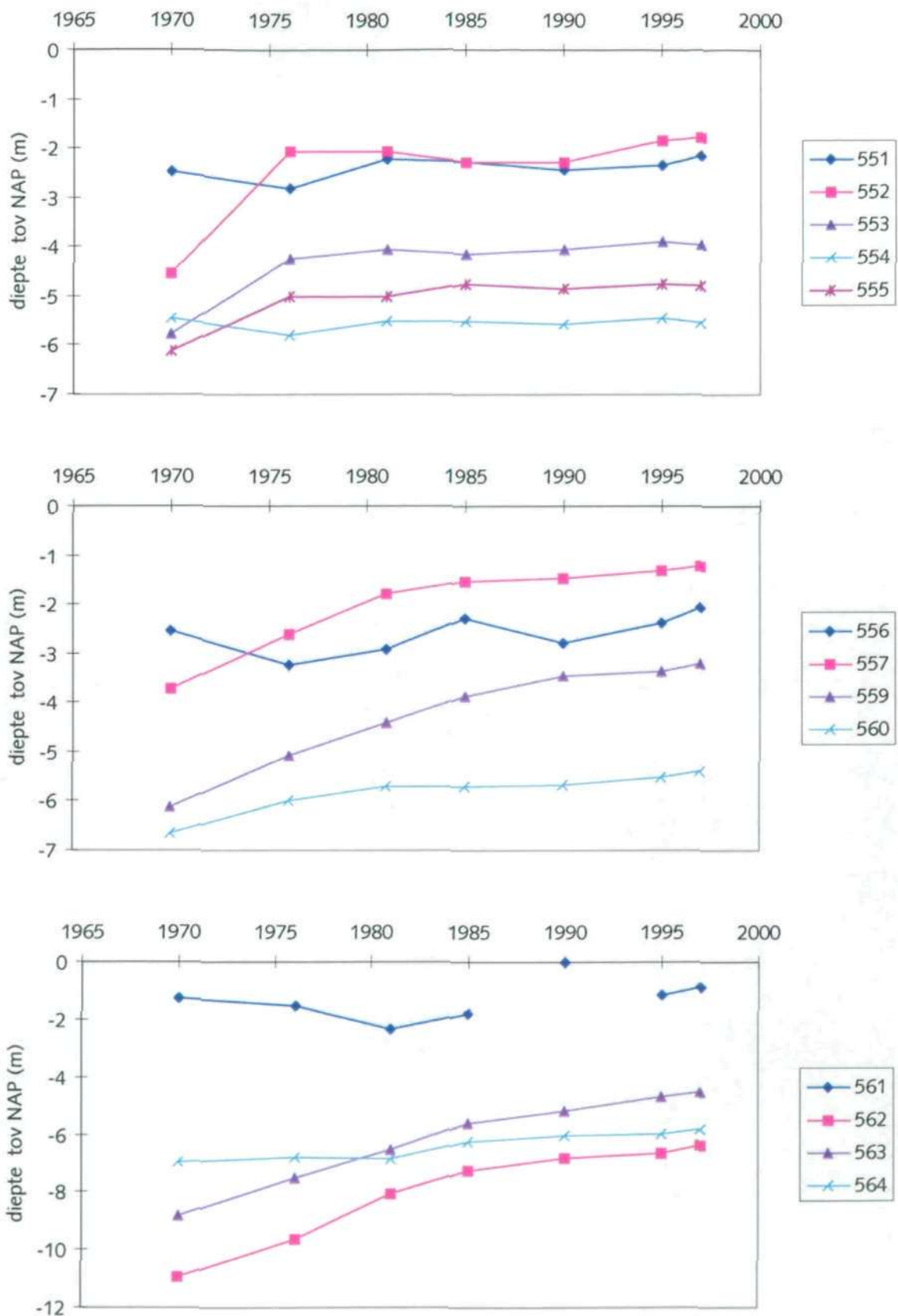
diepte (m -NAP)	1970	1976	1981	1985	1990	1995	1997
20	-5.8313	-5.1216	-4.9409	-4.8546	-4.9127	-4.7369	-4.7663
21	-6.3125	-5.5653	-5.1858	-5.0948	-5.0677	-4.7937	-4.6518
22	-8.1131	-7.5035	-7.016	-6.2988	-5.9789	-5.8108	-5.6114
std.dev.							
20	1.0124	1.1773	1.2324	1.172	1.1953	1.3271	1.3526
21	1.9327	1.833	2.0246	2.1338	2.2049	2.3008	2.3048
22	2.7529	2.3038	2.0103	1.8722	1.8325	1.9621	1.9256
opp.(m ²)							
20	1,205,000	1,620,800	1,661,800	1,647,400	1,639,800	1,709,900	1,723,000
21	2,261,800	2,231,400	2,262,500	2,248,500	2,201,600	2,330,000	2,340,400
22	1,405,900	1,402,200	1,421,500	1,389,400	1,391,400	1,465,700	1,466,200



Figuur 15: Diepte waterbodem RAMING vakken Amer 1970-1997.

Tabel 31: Gemiddelde dieptes en std. dev uit GIS (lodingen) over RAMING –rekeneenheden.

diepte (m -NAP)	1970	1976	1981	1985	1990	1995	1997
551	-2.46	-2.83	-2.20	-2.27	-2.43	-2.35	-2.16
552	-4.52	-2.07	-2.07	-2.28	-2.29	-1.84	-1.78
553	-5.78	-4.26	-4.07	-4.15	-4.04	-3.91	-3.94
554	-5.46	-5.79	-5.50	-5.51	-5.57	-5.46	-5.55
555	-6.11	-5.01	-5.01	-4.75	-4.85	-4.75	-4.77
556	-2.53	-3.24	-2.93	-2.26	-2.78	-2.39	-2.05
557	-3.72	-2.60	-1.77	-1.52	-1.45	-1.29	-1.20
559	-6.12	-5.06	-4.40	-3.87	-3.47	-3.36	-3.19
560	-6.65	-5.97	-5.70	-5.71	-5.67	-5.52	-5.39
561	-1.23	-1.52	-2.31	-1.78	0.00	-1.15	-0.87
562	-10.94	-9.63	-8.04	-7.21	-6.77	-6.64	-6.35
563	-8.82	-7.47	-6.53	-5.61	-5.18	-4.64	-4.49
564	-6.93	-6.81	-6.86	-6.26	-6.01	-5.99	-5.81
std.dev.							
551	0.71	1.17	1.17	1.14	1.12	1.36	1.33
552	0.96	1.01	0.99	0.80	0.81	0.80	0.85
553	0.52	0.94	0.95	0.72	0.83	0.92	0.93
554	0.90	1.14	1.14	1.16	1.21	1.28	1.29
555	0.93	0.79	0.89	0.82	0.78	0.90	0.82
556	1.08	1.22	1.09	1.14	0.78	1.08	0.87
557	1.09	0.67	0.41	0.38	0.49	0.31	0.32
559	1.25	1.09	1.57	1.41	1.43	1.38	1.40
560	1.87	1.70	1.79	1.86	1.96	2.03	2.03
561	0.04	0.22	0.13	0.06	0.00	0.24	0.19
562	2.49	2.00	1.77	1.43	1.35	1.35	1.31
563	2.19	2.23	2.24	2.22	2.16	2.22	2.17
564	2.19	1.96	1.88	1.74	1.72	1.81	1.80
opp. (m ³)							
551	14300	18400	34800	37200	34600	61000	63800
552	9700	20600	25400	16200	14600	27900	32700
553	97000	256400	264900	248700	253300	263700	266200
554	358900	613400	624400	624300	624100	634800	636200
555	725100	740500	740800	746700	738900	750700	752200
556	8000	7900	10000	16800	7000	21000	22700
557	190000	180400	182100	175700	145400	218400	220700
559	323900	303400	319600	319900	314200	329100	333500
560	1739800	1739600	1750700	1736000	1734900	1761400	1763400
561	300	600	200	200	0	2800	3100
562	277100	275700	277100	260800	260800	287500	287700
563	293400	305200	304600	291100	290100	324600	324400
564	835100	820700	839600	837300	840500	850800	851000



Figuur 16: Diepte waterbodem RAMING rekeneenheden Amer 1970-1997.