



De visstand in het Rotterdamse havengebied en mogelijke effecten van koelwaterlozingen

Rapport RIKZ/2000.053

R.L.P. Lanters, M.J.C. Rozemeijer, R.H. Hadderingh¹ en M.J. Heesen

November 2000

¹ KEMA, Arnhem

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1. Inleiding	8
1.1. Kader en aanleiding	8
1.2. Doel van het onderzoek	8
1.3. Aanpak	8
1.4. Leeswijzer	9
1.5. Dankwoord	10
2. Materiaal en methode	12
2.1. Beschrijving van het studiegebied	12
2.2. De visstandbemonsteringen	13
2.3. Verwerking van de gegevens	15
2.4. Vergelijking van de vangstgegevens met andere databestanden	15
2.5. Visgemeenschappen en vissengildes	15
3. Omvang en samenstelling van de visstand	18
3.1. Algemene beschrijving van de visstand	18
3.2. Lengte/leeftijdsamenstelling van de vangsten	18
3.3. Conditie van de vissen	19
3.4. Verschil in visstand tussen zomer en najaar	20
3.5. Vergelijking van de vangstgegevens met andere databronnen	21
3.6. Ecologische rol van de Rotterdamse havens voor de visgemeenschap	22
4. De invloed van koelwater	24
4.1. Analyse	24
4.2. Soortensamenstelling en biomassa	24
4.3. Watertemperatuur	25
4.4. Zuurstofhuishouding	26
5. Een theoretisch stuurmodel	28
5.1. Doel van het sturingsmodel	28
5.2. Stratificatie	28
5.3. Effecten op structuur visgemeenschap	29
5.4. Stuurbare aspecten van de lozing	30
5.5. Warme zomers	31
6. Discussie	32
6.1. Opwarming	32
6.2. Samenstelling visstand	32
6.3. Zijn additionele maatregelen noodzakelijk?	32

7. Conclusies en aanbevelingen	34
7.1. Conclusies	34
7.2. Aanbevelingen	35
8. Referenties	38
Bijlagen	

Voorwoord

Als waterkwaliteitsbeheerder van het Rotterdamse havengebied is RWS/Directie Zuid-Holland verantwoordelijk voor de uitgifte van vergunningen in het kader van de WVO. Ook de thermische belasting van oppervlaktewateren valt binnen deze regelgeving. Sinds 1975 zijn er richtlijnen ontwikkeld waaraan koelwaterlozingen moeten voldoen en op basis waarvan vergunningen worden verleend. De doelstelling achter deze richtlijnen is om de aanwezige aquatische levensgemeenschappen zoveel mogelijk te vrijwaren van mogelijk negatieve effecten van koelwaterlozingen. Voor het Rotterdamse havengebied was informatie over de aanwezige levensgemeenschappen schaars en wij vonden het als beheerder van belang om daar meer inzicht in te krijgen. Vandaar dat we het RIKZ opdracht hebben gegeven om de visstand in enkele havenbekkens beter in kaart te brengen. Deze activiteit past binnen ons streven om de ecologische potenties van het schijnbaar puur industriële Rotterdamse havengebied zoveel mogelijk te benutten. Naast de economische functie is dit unieke stuk Nederland namelijk ook een belangrijk woon- en leefgebied.

Het resultaat van de bemonsteringen is bemoedigend. Het unieke karakter van de Nieuwe Waterweg als verbinding tussen zee en rivieren komt tot uitdrukking in de samenstelling van de aanwezige visstand. Aangezien hier sprake is van een kleinschalig project hebben de resultaten en conclusies van deze studie een wat meer algemeen karakter en vormen deze wellicht aanleiding voor nadere studie. De gegenereerde informatie en gedachtevorming over de kwaliteit van het havengebied en de mogelijke invloed van koelwaterlozingen op de visstand zullen worden gebruikt in de ontwikkeling van een beheersplan en in het bijbehorend besluitvormingsproces.

dhr. drs. P.H. Borgerding
Projectleider Koelwater, afd. Wvo-vergunningenbeleid RWS/Directie
Zuid-Holland

Samenvatting

In 1999 is in opdracht van RWS/Directie Zuid-Holland de samenstelling van de visstand in vier Rotterdamse havens onderzocht. Doel van dit onderzoek is om een beeld te krijgen van de samenstelling van de visstand in het Rotterdamse havengebied en om de mogelijke effecten van koelwaterlozingen in havenbekkens te achterhalen. Derhalve is in twee havens met koelwaterlozingen en in twee havens zonder koelwaterlozingen gevist. Omdat de samenstelling van de visstand seizoensafhankelijk is zijn de visstandbemonsteringen zowel op het einde van de zomer (augustus) als aan het begin van de winterperiode (november) uitgevoerd.

Uit de bemonsteringen blijkt dat het Rotterdamse havengebied een zeer diverse visstand herbergt. Door de ligging van de havens op de overgang van zoet naar zout zijn zoetwater- en zoutwatersoorten ruim vertegenwoordigd in de vangsten. Dominante soorten zijn voor zoet blankvoorn, brasem en snoekbaars en voor zout haring en sprat. De Nieuwe Waterweg is een van de weinige open verbindingen tussen rivieren en de zee wat het relatief hoge aantal migrerende vissoorten in de havens verklaart. Naast de algemeen voorkomende spiering en driedoornige stekelbaars is bijvoorbeeld de vangst van een grote marene opmerkelijk. Er zijn eveneens enkele vertegenwoordigers uit het estuariene vissengilde aangetroffen alhoewel de vertegenwoordiging uit deze groep, waarschijnlijk als gevolg van de scherpe overgang van zoet naar zout, beperkt is. Bot en dikkopje zijn de meest voorkomende estuariene soorten.

Op basis van metingen aan de watertemperaturen is geconstateerd dat tijdens de bemonsteringsperiode de maximale opwarming van de havens met koelwaterlozingen 4 tot 6 °C bedroeg. De visstandbemonsteringen geven geen indicatie voor direct negatieve effecten van de lozingen op de visstand. In de zoetere Keilehaven waarin koelwater wordt geloosd was de visbiomassa zelfs het hoogst en waren de zoetwatersoorten ruim vertegenwoordigd. In de andere lozingshaven, de Chemiehaven, week de visstand meer af van de referentiehavens. De biomassa is in de zomerperiode behoorlijk laag maar daartegenover staat dat de Chemiehaven een hoge soortenrijkdom heeft. Dit verschil wordt veroorzaakt door diverse factoren. De Chemiehaven is de meest zoute haven waardoor veel zoutwatersoorten voorkomen. De lage zuurstofconcentraties aan de bodem in de zomer (tweelagen systeem) kunnen van invloed kan zijn geweest op de biomassa en de haven is het meest veraf gelegen van de hoofdstroom van de Nieuwe Waterweg waardoor de uitwisseling van vis minder direct is. Vanwege deze verschillen in omstandigheden bleek het niet mogelijk een verband te leggen tussen visstand en koelwaterlozingen. Hoogstens kunnen de lage zuurstofconcentratie in de zomer mede in de hand zijn gewerkt door de koelwaterlozingen. Ook zijn in de Chemiehaven relatief veel zeebaarsen gevangen. Een zuidelijke soort waarvan bekend is dat deze in meer gematigde regionen graag in de nabijheid van warmtebronnen verblijft.

De bemonsteringsresultaten geven in combinatie met de doelstelling van de richtlijnen voor koelwaterlozingen geen directe aanleiding voor extra maatregelen op ecologische gronden. Deze conclusie is echter alleen gebaseerd op de waarnemingsperiode en geeft geen indicatie voor de invloed van lozingen als de watertemperaturen extreem hoog zijn en er voor de koeling ook extra veel koelwater moet worden ingenomen. Wel wordt in deze rapportage middels een theoretisch stuurmodel aangegeven

op welke wijze de negatieve effecten van koelwaterlozingen op het leefmilieu zoveel mogelijk beperkt kunnen worden. Deze opties richten zich met name op technische aspecten zoals ligging van de inname- en lozingspunten en frequentie van lozing. Via een ander lozingsregime kunnen thermische barrières worden verminderd en kan bijvoorbeeld de steilheid van de gradiënt tussen zoet/zout in de verticaal (Chemiehaven) worden verminderd.

De resultaten van het kleinschalige onderzoek hebben aangetoond dat het Rotterdamse havengebied ondanks haar industriële functie en onnatuurlijke karakter van de havenbekkens een zeer diverse visgemeenschap herbergt. De havens spelen een rol als opgroeigebied voor jonge vis, als winterverblijf voor grotere vissen en als tijdelijke verblijfplaats voor migrerende soorten. Het unieke karakter wordt vooral veroorzaakt door de open verbinding tussen zoet en zout. Het gebied heeft, in combinatie met de zorg voor een voldoende kwaliteit van water en bodem, voldoende potentie om haar rol als onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur te vervullen. Dit laatste is in combinatie met de primair economische functie van het havengebied een reële optie.

1. Inleiding

1.1. Kader en aanleiding

Directie Zuid-Holland is verantwoordelijk voor de vergunningverlening aan bedrijven die koelwater willen lozen in het Rotterdamse havengebied. De toetsing voor een lozingsvergunning vindt plaats in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO, Staatsblad 1969, 536). De richtlijnen op basis waarvan een vergunning wordt verleend staan in BIJLAGE 1. Deze richtlijnen proberen negatieve invloeden van koelwater op de aanwezige levensgemeenschappen te minimaliseren door randvoorwaarden te stellen aan de maximale opwarming van het water en het waarborgen van een gezonde zuurstofhuishouding (Vermij, 1996).

In het Rotterdamse havengebied lozen veel bedrijven koelwater. Inname- en lozingspunten liggen in een aantal gevallen in elkaars nabijheid. Verschillende bedrijven beschikken bovendien over relatief oude koelwatersystemen; d.w.z. systemen ontworpen in de tijd dat de richtlijnen nog niet waren vastgesteld. Dergelijke systemen zijn ontworpen om een temperatuurstijging groter dan 7 °C in de zomer te voorkomen.

Vooraf in havenbekkens kunnen veel bedrijven, zeker in warme zomers, daardoor niet altijd voldoen aan de in de vergunning gestelde eisen. Met name is een lozingstemperatuur van 30 °C dan niet haalbaar. Maatregelen om dit probleem op te lossen zijn vaak ingrijpend en zeer kostbaar. Dergelijke maatregelen zijn daarom in redelijkheid moeilijk van bedrijven te eisen.

RWS Directie Zuid-Holland heeft het RIKZ daarom gevraagd een nadere studie te verrichten naar de mogelijke effecten van koelwaterlozingen op de samenstelling van de visgemeenschap in deze havenbekkens. Uitgangspunt hierbij is dat de eisen die in de richtlijnen zijn opgenomen bedoeld zijn om de levensvoorwaarden voor onder andere vissen te waarborgen maar op het moment van vraagstelling was er weinig bekend over de aanwezige visgemeenschap in deze havens en de gevolgen van koelwaterlozingen op die gemeenschap.

1.2. Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om

- De samenstelling van de visgemeenschap in de betreffende Rotterdamse havens te beschrijven en aan te geven welke ecologische rol deze havens spelen voor vissen;
- De mogelijke effecten van koelwaterlozingen op de visstand in beeld brengen;
- De ontwikkeling van een theoretisch raamwerk met mogelijke sturingsmechanismen om de ongewenste effecten van koelwaterlozingen terug te dringen;
- De bevindingen van deze studie te vertalen naar aanbevelingen voor de vergunningverlening

1.3. Aanpak

Aangezien er nauwelijks gegevens bestaan over de visstand in het Rotterdamse havengebied wordt de basis van deze studie gevormd door een gerichte inventarisatie van de visstand in de betreffende havens. De KEMA heeft in opdracht van het RIKZ deze visstandbemonsteringen voorbereid, uitgevoerd en de resultaten daarvan gerapporteerd

(Hadderingh *et al.*, 2000). Omdat de samenstelling van de visstand door het jaar heen kan variëren is er in twee verschillende seizoenen gemonsterd. Een maal op het einde van de zomerperiode (augustus) en een aan het begin van de winterperiode (eind november). De visstandbemonsteringen zijn uitgevoerd in de havens waar koelwater wordt geloosd en in twee referentiehavens. De samenstelling van de visstand tussen de havens met en zonder koelwaterlozing wordt vergeleken om effecten van koelwater te detecteren. Teneinde een correcte vergelijking te kunnen maken tussen de referentiehavens en de koelwaterhavens dient rekening te worden gehouden met andere factoren die tussen de havens kunnen verschillen. Daarom wordt er bij de interpretatie van de vangstgegevens eveneens aandacht besteed aan de bathymetrie (vorm), ligging, zoutgehalte en de kwaliteit van water en bodem.

De vangstgegevens zijn op soort verwerkt en de aantallen en lengte-opbouw van de visgemeenschap is geanalyseerd. Op basis van de vangstkenmerken van het gebruikte vistuig is een schatting gemaakt van de aanwezige visbiomassa in de verschillende havenbekkens. Aangezien er sprake is van een beperkt aantal waarnemingen vormen de vangsten hooguit een goede indicatie voor de visgemeenschap die van de havens als leefgebied in een bepaalde levensfase gebruik maken. Om een beter beeld te krijgen van de waarde van de vangstgegevens van dit onderzoek worden deze vergeleken met de resultaten van andere bemonsteringen die van de Nieuwe Waterweg en het benedenrivierengebied beschikbaar zijn.

De ecologische rol van de Rotterdamse havens wordt beschreven op basis van de samenstelling van de visstand die in de twee seizoenen is aangetroffen. Er wordt speciaal aandacht besteed aan een vergelijking van het voorkomen van estuariene soorten (soorten die karakteristiek zijn voor zoet-zout overgangen) in vergelijking met andere estuariene gebieden in Nederland.

Buiten de direct meetbare effecten op de visstand wordt vanuit een theoretisch raamwerk gekeken naar de verschillende interacties tussen de wijze van koelwaterlozingen en de visgemeenschap. Een dergelijke analyse levert inzicht op in de mogelijke stuurmiddelen die de bedrijven en vergunningverlener tot beschikking staan om de mogelijk negatieve effecten van koelwaterlozingen zoveel mogelijk te beperken. Hiervoor wordt in deze rapportage een theoretisch kader aangeboden.

1.4. Leeswijzer

Een beschrijving van de studie-opzet, de gebruikte bemonsterings- en meetmethoden staat in hoofdstuk 2. In ditzelfde hoofdstuk wordt eveneens een beschrijving van de havens gegeven. Daarnaast wordt vermeld welke bronnen zijn gebruikt voor de historische gegevens over de visstand.

Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de samenstelling van de visstand in de verschillende havens die in dit onderzoek zijn bemonsterd. Er wordt aandacht besteed aan de soortensamenstelling, lengte/leeftijdsopbouw en conditie van de aangetroffen vissen. Op basis van de beschrijving van de visstand in de havens wordt een vergelijking gemaakt tussen havens met en zonder koelwaterlozingen. Eveneens worden de aangetroffen soorten ingedeeld in ecologische groepen om de ecologische rol van de havens voor de visgemeenschap in beeld te brengen. Een zeer gedetailleerde beschrijving van de vangsten in de Rotterdamse havens staat in het onderliggende rapport dat door de KEMA is opgesteld (Hadderingh *et al.*, 2000).

In hoofdstuk 4 worden de vangsten vergeleken met resultaten van bemonsteringsprogramma's uit het verleden die in min of meer dezelfde regio hebben plaatsgevonden. Daarnaast wordt aangegeven welke rol het Rotterdamse havengebied speelt in de overgang van zoet naar zout in vergelijking met de twee andere open estuaria in Nederland, te weten de Westerschelde en het Eems-Dollard estuarium.

Hoofdstuk 5 schetst het theoretisch kader voor stappen in het proces van koelwaterlozing die door de bedrijven, waterbeheerder en vergunningverlener kunnen worden gebruikt om de mogelijke effecten op de visstand te minimaliseren. Deze beschrijving richt zich vooral op het mitigeren van de effecten van de lozing van het koelwater en besteedt slechts kort aandacht aan de mogelijke invloed van de inzuiging van vis via de koelwaterinlaten.

In hoofdstuk 6 volgt de discussie met de interpretatie van de resultaten van het onderzoek in het licht van de richtlijnen voor vergunningverlening en het theoretisch kader dat in hoofdstuk 5 is gepositioneerd. Hoofdstuk 7 sluit af met conclusies en mogelijke aanbevelingen voor toekomstig onderzoek.

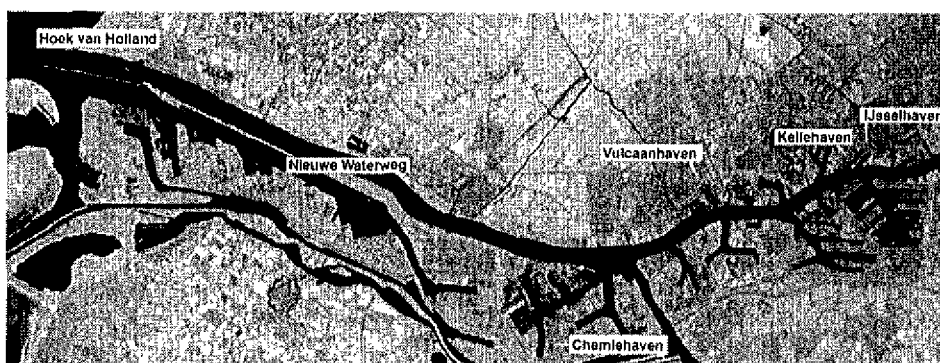
1.5. Dankwoord

Visstandinventarisaties in drukke gebieden zoals de Rotterdamse havens vergen een goede voorbereiding en een waakzaam oog voor de veiligheid van bemanning en opstappers. De inventarisaties hebben alleen kunnen plaatsvinden door de deskundigheid en ervaring van Jouke van Kampen (en compaan) van het Aqua Terra bv. De visserij werd technisch alleen mogelijk gemaakt door medewerking van de rijkswaterstaatschepen en de bemanning van de Corvus RWS in augustus en Schulpegat RWS in november. Voor de visserij in de Chemiehaven gelden bijzondere eisen waaraan de schepen moeten voldoen. Het onderzoek heeft daar kunnen plaatsvinden omdat beroepsvisser De Man bereid was om met zijn vaartuig aan het onderzoek mee te werken. Het Gemeentelijk Havenbedrijf heeft informatie geleverd over de kwaliteit van de waterbodems. De twee bedrijven AKZO-Nobel en de Centrale Galileïstraat hebben alle benodigde informatie verstrekt over hun koelwatersystemen.

2. Materiaal en methode

2.1. Beschrijving van het studiegebied

De Nieuwe Waterweg is een van de weinige open verbindingen in Nederland tussen zoet en zout water. Het gebied wordt gekenmerkt door veel scheepvaart en industriële activiteiten die samengaan met de economische ontwikkelingen in het Rotterdamse havengebied. De globale locatie van de vier bemonsterde havens is aangegeven in Figuur 2.1. De vier havens liggen relatief dicht bij woon- en werkstad Rotterdam en bevinden zich merendeels in het zoetere gedeelte van de Nieuwe waterweg. Gedetailleerde kaartjes met de havens staan in BIJLAGE 2. In stroomafwaartse richting (naar de zeemonding toe) zijn het achtereenvolgens de IJsselhaven, Keilehaven en Vulcaanhaven gelegen aan de Nieuwe Maas en de Chemiehaven, een zijtak van de Botlek gelegen aan de Nieuwe Waterweg. In de Keilehaven en Chemiehaven wordt koelwater geloosd terwijl respectievelijk de IJsselhaven en de Vulcaanhaven als referentiehavens zonder koelwaterlozing dienen.



Figuur 2.1 Overzicht van het havengebied aan de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas met de locatie van de 4 bemonsterde havens.

De afstand van de havens tot de monding van de Nieuwe Waterweg bij Hoek van Holland ligt tussen 20 km voor de Chemiehaven en 27 km voor de IJsselhaven (zie Tabel 2.1). Alle vier de havens kunnen op basis van hun zoutgehalte worden geclassificeerd als brakwatersystemen (Redeke, 1948) waarbij de Keilehaven het meest zoet is en de Chemiehaven het meest zout (Tabel 2.2 en BIJLAGE 3). De scheiding tussen de zoetwater- (boven) en zoutwaterlaag (benden) is in de verticaal duidelijk aanwezig bij de Chemiehaven en de Vulcaanhaven. De afmetingen en diepte van de havens verschillen nogal zoals blijkt uit Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Dimensies, afstand van de monding van de havens tot Hoek van Holland en koelwater-situatie van de vier bemonsterde havens

Haven	Afstand tot Hoek van Holland (km)	Koelwater van	Lengte (m)	Breedte (m)	Diepte (m)
IJsselhaven	27	geen	450	100	10 - 11
Keilehaven	26,5	5.7 m ³ /s	750	50	4 - 6
Vulcaanhaven	22	geen	750	250	9 - 12
Chemiehaven	20	4.2 m ³ /s	1000	250	13 - 14

Koelwaterlozingen vinden plaats in de Keilehaven en de Chemiehaven. In de Keilehaven wordt door de EZH centrale Galileistraat een hoeveelheid koelwater geloosd van $5,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, met een opwarming tussen 7 en 15 °C en een maximum temperatuur van 30 °C. Het lozingspunt van het koelwater ligt ongeveer halverwege de haven. In de Chemiehaven wordt door Akzo-Nobel een hoeveelheid koelwater geloosd van $4,17 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, met een opwarming van $4,7$ °C en een maximum temperatuur van eveneens 30 °C. Het lozingspunt ligt achterin de haven.

Tabel 2.2 Fysisch/chemische karakteristieken van de havens die zijn onderzocht

Haven	Periode	Temperatuur (°C)	Zuurstof (mg/l)	Saliniteit (‰)	Zichtdiepte (cm)
IJsselhaven	aug	20.6-20.8	7.1-8.9	0.4-0.7	95
	nov	8.7-9.6	10.1-10.5	0.9-8.8	88
Keilehaven	aug	21.8-26.8	6.6-7.6	0.6-0.6	70
	nov	8.7-11.3	10.2-10.7	0.9-1.3	90
Vulcaanhaven	aug	20.4-20.6	7.1-7.9	0.5-1.6	95
	nov	9.2-10.6	10.2-10.8	1.4-19.0	84
Chemiehaven	aug	20.0-24.5	2.9-7.5	2.7-19.9	95
	nov	11.4-14.4	8.4-10.4	2.9-18.1	125

In augustus lagen de gemeten watertemperaturen tussen 20.0 °C (Chemiehaven) en 26.8 °C (Keilehaven). In november bedroeg de range 8.7 °C (IJsselhaven) tot 14.4 °C (Chemiehaven).

De havens zonder koelwaterlozing, de IJsselhaven en de Vulcaanhaven, blijken zowel in augustus als in november een uniforme verdeling te hebben van de watertemperatuur, zowel in de lengterichting van de haven alsook in het verticale profiel. De watertemperatuur heeft in beide havens vrijwel hetzelfde niveau.

Aangezien Rotterdam het eindpunt van de uitstroom van een groot deel van het Rijnwater is slaat er veel slib neer in de havenbekkens. Deze worden dan ook regelmatig gebaggerd om op diepte te blijven. Met het neerslaan van de slibdeeltjes hopen zich ook verontreinigde stoffen op in de waterbodem. De baggerspecie wordt conform de normen in de ENW (1994) ingedeeld in verontreinigingsklassen. De havens in het onderzochte gebied vallen in klasse 2 en klasse 3, d.w.z. verontreinigd en sterk verontreinigde waterbodems (informatie van Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam). Deze classificatie wordt vooral bepaald door de hoge gehalte aan de zware metalen koper, kwik, zink en cadmium en door PAK's en PCB.

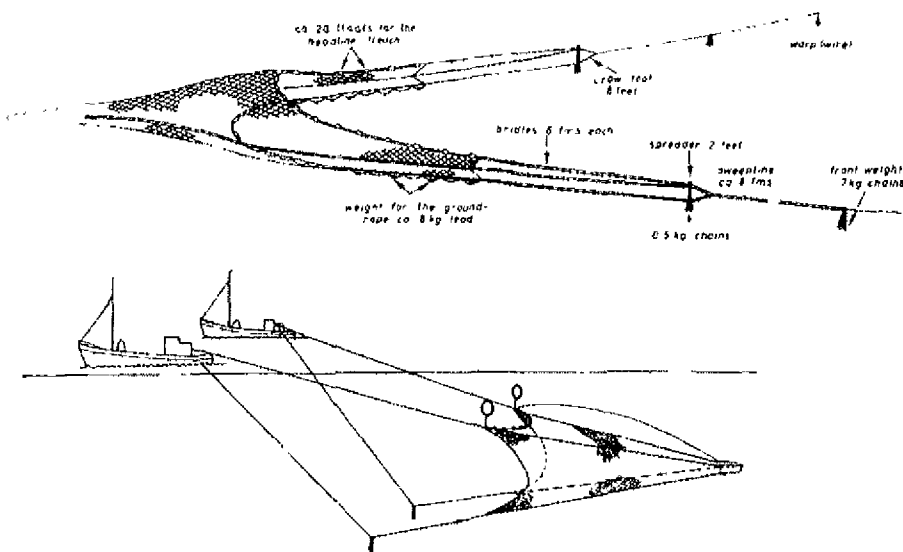
Tabel 2.3 Indeling van de kwaliteit van de waterbodems conform ENW (1994) en baggeractiviteit.

Haven	Kwaliteit waterbodem (specie-klasse)	Baggerhoeveelheid (m^3/jaar)
IJsselhaven	3	15.000
Keilehaven	3	4.000
Vulcaanhaven	2-3	32.000
Chemiehaven	3	16.000

2.2. De visstandbemonsteringen

Voor het bemonsteren van de visstand is gebruikt gemaakt van 2 verschillende netten: de stortkuil voor bodemvissen en de atoomkuil voor

pelagische vis (vissen die in de waterkolom voorkomen). De stortkuil heeft een vissende breedte van 10 m, is 1.5 m hoog en heeft een maaswijdte van 60 mm hele maas, voorin afnemend tot 14 mm hele maas in de zak. De atoomkuil, vist over een breedte van 5 m, is 5 m hoog. De maaswijdte voorin is 40 mm hele maas en neemt af tot 10 mm hele maas in de zak (Figuur 2.2).



Figuur 2.2 De beide vistuigen die in de havens zijn gebruikt voor de bemonsteringen. De bovenste is de stortkuil en de onderste de atoomkuil. Beide netten worden in span door 2 boten getrokken.

Met de atoomkuil is doorgaans aan het oppervlak (0-5 m) en halverwege de waterkolom (6-11 m) gevist. Met de stortkuil wordt op en vlak boven de bodem bevestigd. In de Keilehaven die niet dieper is dan 6 m, is met de stortkuil de bodem en met de atoomkuil alleen de waterkolom van 0 - 5 m bevestigd. Er is naar gestreefd om de gehele lengte van de havens met deze netten te bemonsteren. De bevestigde lengte is geregistreerd door middel van een stroomsnelheidsmeter in combinatie met een stopwatch. De netten zijn gesleept door twee vaartuigen.

Tabel 2.4 Verdeling van de trekken over de havens.

	Atoomkuil		Stortkuil	
	augustus	november	augustus	november
IJsselhaven	1	1	2	2
Keilehaven	2	1	2	1
Vulcaanhaven	3	4	3	2
Chemiehaven	3	3	3	3

In brede havens zijn meer trekken genomen dan in de kleinere havens en bij geringe vangstgrootte is het aantal trekken zodanig verhoogd tot een redelijk aantal vissen werd gevangen. In totaal zijn er 36 trekken gedaan.

In alle havens zijn eveneens metingen verricht aan watertemperatuur, zuurstofgehalte, geleidbaarheid en zichtdiepte. In de havens met koelwaterlozingen zijn meerdere metingen verricht omdat er eventueel een gradiënt in deze parameters aanwezig kan zijn.

2.3. Verwerking van de gegevens

De vissen zijn op soort gedetermineerd met behulp van Nijssen en de Groot (1987). Alle vissen zijn aan boord gemeten, alleen bij grote vangsten is een submonster gemeten. Vastgesteld zijn de totaallengte in cm en het stuksgewicht in grammen. Van alle vissoorten is per monsterdatum en haven een lengtefrequentieverdeling gemaakt. De conditie van de vis is vastgesteld door de individuele gewichten te delen door een normgewicht (Baarda en Kampen, 1988).

Ieder type net dat wordt gebruikt voor het bemonsteren van de visstand heeft een zekere selectiviteit. Niet alle lengteklassen worden met een even grote kans gevangen. Om de vangstgegevens te kunnen omzetten naar schattingen van de totale hoeveelheid aanwezige visbiomassa wordt gebruik gemaakt van omrekeningstabellen. In Tabel 2.5 staan de rendementen waarmee de diverse lengteklassen in een van beide vistuigen wordt gevangen (Backs en Grimm, 1991). Uit de stuksgewichten is per haven en per bemonsteringsdatum een lengte-gewichtrelatie opgesteld. Met behulp van deze lengte-gewicht relatie is de vangst, na correctie voor het rendement en het bevestig oppervlak omgerekend naar visbiomassa per ha. Hiervoor zijn de bestanden van vis op de bodem en de pelagische vis (0-5 en 6-11 m) gesommeerd.

Tabel 2.5 De rendementen van de in dit onderzoek gebruikte vistuigen voor verschillende lengteklassen (naar Backs en Grimm, 1991).

Lengteklasse	stortkuil	atoomkuil
0+	80 %	100 %
> 0+ - 14	80 %	80 %
15 - 24	80 %	80 %
25 - 39	60 %	60 %
> 40	60 %	30 %

2.4. Vergelijking van de vangstgegevens met andere databestanden

De weinige informatie die bekend is over de visstand in het Rotterdamse havengebied is afkomstig van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO). Het RIVO heeft in samenwerking met het RIZA, in het verleden een aantal bemonsteringen in de hoofdgeul van de Nieuwe Waterweg uitgevoerd. Daarnaast hebben op verzoek van RIVO en RIZA beroepsvissers in het benedenrivierengebied gedurende een aantal jaren de vangsten in hun fuiken geregistreerd. Deze databronnen worden gebruikt als een potentiële lijst van vissoorten die in het gebied kunnen voorkomen.

2.5. Visgemeenschappen en vissengildes

Om de ecologische rol van de Rotterdamse havens voor de visgemeenschap te kunnen inschatten is gekeken naar de aanwezigheid van verschillende groepen vissen. Enerzijds kan op basis van de lengtesamenstelling worden ingeschat in welke mate de havens een rol spelen als opgroeigebied voor jonge vis (kinderkamer) en anderzijds kunnen de vissoorten die zijn aangetroffen worden ingedeeld in ecologische groepen op basis van hun verspreidingsgedrag en voorkeur voor substraat, bodemtype, zoutgehalte en stroomsnelheid.

Zoetwatervissen en diadrome vissoorten (die trekken van zoet naar zout en vice versa) worden op basis van een voorkeur voor paaisubstraat, stroming en migratiegedrag in ecologische groepen ingedeeld (Quak, 1994). Deze indeling onderscheidt de volgende hoofdgroepen:

- eurytoop (algemene vissoorten in vrijwel alle watertypen)
- rheofiel partieel (voortplanting in stromend water)

- rheofiel zoet zout (stroomminnende vissoorten die migreren tussen rivier en zee).

Zoutwatervissen worden ingedeeld in vissengildes. Hierbij wordt met name gekeken naar het gebruik van verschillende habitats (open zee, kustwater, estuaria of zoet water) waarvan een mariene soort gedurende zijn levenscyclus gebruik maakt. Bij de indeling in gildes voor het kustwater worden de volgende groepen (Welleman *et al*, 1999) onderscheiden:

- estuariene residenten
- mariene juveniele migranten
- diadrome vissen
- mariene bezoekers
- mariene seizoensmigranten

Aangezien de bemonsteringen in de Rotterdamse havens zijn uitgevoerd op de overgang van zoet naar zout is er een overlap tussen beide classificatie-systemen. Derhalve wordt voor de typering van de visstand in de Rotterdamse havens een combinatie van beide systemen aangehouden. Onderscheiden worden:

- (obligate) zoetwatervissen
- diadrome vissen
- estuariene residenten
- mariene soorten

Op basis van de relatief geringe steekproef in de Rotterdamse havens geeft deze onderverdeling een voldoende niveau van ecologische typering. Uit Tabel 3.1 wordt duidelijk hoe de aangetroffen soorten over deze vier hoofdgroepen zijn verdeeld.

3. Omvang en samenstelling van de visstand

3.1. Algemene beschrijving van de visstand

In totaal zijn er in de 36 trekken ruim 22.000 vissen gevangen. De soorten die in de hoogste aantallen zijn gevangen zijn sprot, dikkopje, brasem en snoekbaars. Deze 4 soorten bepaalden samen meer dan 90% van de vangstaantallen. Van de soorten rivierprik, grote marene, diklipharder, kabeljauw en zeenaald zijn minder dan 5 individuen gevangen. In totaal zijn er 28 vissoorten en één hybride (kruising tussen soorten) gevonden (Tabel 3.1).

De meeste soorten die zijn gevangen komen algemeen of regelmatig voor in de benedenrivieren. Grote marene en roofblei zijn opmerkelijke soorten die in lage aantallen in Nederland voorkomen.

Alle vier de havens bevatten een mix van zoetwatervissen, diadrome soorten, estuariene soorten en zeevissen. De meeste mariene soorten zijn in de Vulcaan- en Chemiehaven gevangen en een enkeling in de IJsselhaven en Keilehaven. In deze twee laatste havens domineerden de zoetwatersoorten. De Chemiehaven en Vulcaanhaven waar de meeste zeevissoorten voorkomen hebben ook de hoogste soortenrijkdom (respectievelijk 21 en 22 soorten). Het meest soortenarm was de IJsselhaven met 14 soorten, waarvan 2 zeevissoorten. De Keilehaven, waar in totaal 18 soorten zijn gevangen, heeft de hoogste diversiteit aan zoetwatervissen (10 soorten) en er zijn slechts 2 zeevissoorten (haring en sprot) gevangen. Er zijn in totaal 4 estuariene soorten en 6 diadrome vissoorten aangetroffen in de havens (Tabel 3.1).

3.2. Lengte/leeftijdsamenstelling van de vangsten

Veel soorten komen in een relatief brede lengte/leeftijdssrange voor maar worden gedomineerd door juveniele, 0 + tot 1+ oude dieren (d.w.z. geboren in 1998 of 1999). Van vrijwel alle soorten zijn naast juvenielen ook een of meerdere volwassen exemplaren gevangen. Alleen voor steenbolk, bot, wijting en blankvoorn bestond een groot deel van de vangsten uit volwassen of oudere exemplaren. Van paling en rivierprik zijn alleen volwassen exemplaren gevangen.

Voor de kleinere soorten zoals sprot, pos, spiering, dikkopje, stekelbaars en glasgrondel geldt dat ze niet erg oud worden (ca 2 jaar) en reeds bij kleine lengtes geslachtsrijp zijn. De spreiding in lengte en leeftijdsvoorkomen blijft voor deze soorten dus zeer beperkt.

Tabel 3.1 Soortensamenstelling en totale vangstaantallen van de bemonsteringen in augustus en november.

Vissoort	IJssel- haven	Keile- haven	Vulcaan- haven	Chemie -haven	Totaal
zoetwater					
Blankvoorn	8	143	13	4	168
Brasem	599	2467	648	156	3870
Kolblei	2	8	4		14
Roofblei	1	19	2		22
Hybride		8			8
Snoekbaars	177	158	807	111	1253
Baars		1	37	9	47
Pos		7			7
Alver		12	6		18
Winde	6	6	19	12	43
<i>aantal soorten</i>	6	10	8	5	10
diadroom					
Aal	1	1	5	1	8
Spiering	8	11	110	24	153
Dried. Stekelb.		1	75		76
Rivierprik	1			3	4
Grote marene			1	1	2
Fint	6	5	1	3	15
<i>aantal soorten</i>	4	4	5	5	6
estuariën					
Bot	43	2	424	56	525
Dikkopje	318	34	3131	2031	5514
Zeenaald				1	1
Glasgrondel				29	29
<i>aantal soorten</i>	2	2	2	4	4
marien					
Haring	96	7	177	205	485
Sprot	2342		576	6964	9882
Diklipharder		2			2
Wijting			13	17	30
Steenbolk			16	45	61
Kabeljauw			1	2	3
Tong			14	4	18
Ansjovis				171	171
Zeebaars				10	10
<i>aantal soorten</i>	2	2	6	8	9
Totale vangst	3608	2892	6080	9859	22439
Totaal soorten	14	18	21	22	28

3.3. Conditie van de vissen

Van een aantal zoetwatervissoorten is de conditie vastgesteld door de individuele gewichten te delen door het normgewicht, behorende bij een bepaalde lengte. Alleen de condities van blankvoorn, brasem, snoekbaars en baars zijn bepaald omdat van deze soorten normgewichten bekend zijn. In alle havens is de conditie van de vier vissoorten meestal gelijk of hoger dan het normgewicht. Verschillen tussen de havens zijn verwaarloosbaar. De goede conditie duidt er op dat het voedselaanbod voor deze soorten voldoende groot is. Opvallend is wel dat volwassen snoekbaarzen in de Keilehaven en de IJsselhaven een lagere conditie hebben dan de norm. Voor deze grotere exemplaren (vanaf 30 cm) zou sprake kunnen zijn van een voedseltekort.

De conditie van de overige vissoorten kon niet worden vastgesteld, maar de vis zag er gezond uit: stevige vis en geen beschadigingen of parasieten.

3.4. Verschil in visstand tussen zomer en najaar

Het grote verschil tussen de visstand in de havens gedurende zomerperiode (augustus) en in het najaar (november) uit zich met name in de dichtheden waarin de vissen voorkomen. Zowel aantallen als biomassa zijn in het najaar hoger dan in de zomer.

Met behulp van lengte-gewicht relaties, het rendement van de vistuigen en het bevestigde oppervlak zijn de vangsten van de meest dominante soorten omgerekend naar de visdichtheid, die wordt uitgedrukt in kg/ha (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Schatting van de visbiomassa in kg/ha in de vier havens voor de periode augustus en november

	IJsselhaven	Keilehaven	Vulcaanhaven	Chemiehaven
augustus				
Brasem	7.7	22.9	5.7	1.1
Snoekbaars	2.4	6.3	9.3	1.8
Blankvoorn	0.2	5.3	0.1	0.3
Sprot				9.2
Overig	0.3	3.4	1.8	1.1
totaal	10.6	37.9	16.9	13.5
november				
Brasem	7.9	45.2	10.2	0.6
Snoekbaars	18.4	29.1	13.8	3.8
Blankvoorn		70.9	0.2	
Sprot	38.3		3.5	2.7
Bot	4.9	< 0.05	13.1	1.9
Steenbolk				3.3
Wijting				3.0
Overig	8.4	11	17.7	4
totaal	77.9	156.2	58.5	19.3

In de zomerperiode zijn de visbiomassa's laag. Visdichtheden tussen 10 en 40 kg/ha zijn relatief laag voor het voedselrijke Nederlandse binnenwater (Grimm et al, 1992; Ligtoet & Grimm, 1995). In het najaar, het begin van het winterseizoen, nemen de visdichtheden in alle vier de havens toe. Dit wordt vooral veroorzaakt door de sterke toename van een aantal zoetwatersoorten zoals blankvoorn, brasem en snoekbaars. Aangezien deze soorten niet goed gedijen in de zoutere Chemiehaven is hier sprake van een veel minder explosieve toename van de biomassa als gevolg van de wintertrek. Overigens blijft in de Chemiehaven ook de toename aan zeevissoorten in november achter bij die in de andere drie havens.

Duidelijke verschillen in lengtesamenstelling tussen augustus en november zijn gevonden bij blankvoorn, snoekbaars, haring, sprot en dikkopje. In november blijkt de blankvoorn in de Keilehaven uit grote volwassen individuen te bestaan. Dit wijst op een wintertrek naar de havens. De toename van 0+ bot in november duidt op intrek vanuit de Noordzee.

De gemiddelde lengte van 0+ Snoekbaars (geboren in 1999) neemt sterk toe tussen augustus en november in de Chemie- en Vulcaanhaven (van 11 naar 21 cm). Deze toename in de Keilehaven is veel geringer (van 10 naar 13 cm). Alhoewel effecten van emigratie en immigratie van snoekbaarzen niet valt uit te sluiten is de lengte-toename hoogstwaarschijnlijk het gevolg van de groei van snoekbaars. De sterke groei in de Chemie- en de

Vulcaanhaven hangt waarschijnlijk samen met de aanwezigheid van veel geschikte prooiorganismen zoals het dikkopje en steurgarnalen. Haring, sprat en dikkopje vertonen een geringe groei tussen augustus en november. Deze drie vissoorten vertonen een sterke overeenkomst in de lengtefrequentieverdeling in de IJssel-, Vulcaan- en Chemiehaven en behoren tot een en dezelfde jaarklas en populatie.

3.5. Vergelijking van de vangstgegevens met andere databronnen

In het Rotterdamse havengebied zijn door het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) in de periode 1993-1998 bemonsteringen uitgevoerd. De locaties waar dit gebeurd is zijn:

- Oude Maas
- Nieuwe Maas
- Nieuwe Waterweg

De gebruikte vistuigen zijn de 3 meter boomkor en fuiken. Met de boomkor heeft in de Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg in 1994 een éénmalige bemonstering plaatsgevonden en in de Oude Maas in 1994 en 1996 (Wiegerinck *et al.*, 1996; 1997). De fuikengegevens zijn een sommatie van de periode 1993-1998 (Stam *et al.*, 1999a). Met de boomkor is vooral in het midden van de rivier gevist en af en toe langs de kanten. De fuiken zijn langs de oever geplaatst voor de visserij op aal en hebben een maaswijdte van 18-20 mm gestrekte maas.

Tijdens de bevissing van de havens zijn met de stortkuil en atoomkuil dezelfde zoetwater vissoorten gevangen als met de kor. Wel zijn in dit koelwateronderzoek meer diadrome soorten zoals driedoornige stekelbaars, fint en grote mariene gevangen. Het aantal mariene soorten is vergelijkbaar, en betreft vrijwel dezelfde soorten. In de korvangsten van het RIVO is de relatieve abundantie van brasem duidelijk overheersend, terwijl de relatieve abundantie van snoekbaars, blankvoorn en bot in de havens groter is dan in korvangsten van het RIVO.

Uit het onderzoek van het RIVO werd al geconcludeerd dat de Rotterdamse havens een rol spelen voor jonge snoekbaars en blankvoorn. Voor snoekbaars is het een opgroeigebied voor snoekbaars en voor blankvoorn een (winter)verblijfplaats. De soorten bot, spiering en kolblei zitten met hun verspreiding meer in de richting van de hoofdstroom. Voor de mariene soorten geldt dat voor glasgrondel en steenbolk.

Een vergelijking van de vangsten in de havens met vangsten uit fuiken die door het RIVO verzameld zijn bij beroepsvissers, geeft een ander beeld. In totaal zijn met de fuiken in de periode tussen 1993 en 1998 62 vissoorten gevangen, waarvan 39 mariene vissoorten. Ook zijn met de fuiken meer diadrome soorten gevangen zoals elft, zalm, zeeforel en steur en minder algemeen voorkomende zoetwatersoorten als beek- en regenboogforel en kopvoorn. Een verklaring hiervoor is dat met de fuiken een veel grotere visserij-inspanning is geleverd doordat de vangsten gedurende enige jaren wekelijks geregistreerd zijn door de beroepsvissers. Hierdoor is de kans dat minder algemeen voorkomende vissoorten worden gevangen groter. *Algemeen voorkomende zoetwater vissoorten zijn door de beroepsvissers niet geregistreerd.* In de RIVO-fuikenvangsten zijn kabeljauw, wijting en zeebaars de sterkst vertegenwoordigde mariene soorten (zie BIJLAGE 4).

Gesteld kan worden dat met de relatief geringe visserij inspanning die in dit onderzoek is geleverd een opmerkelijk hoog aantal vissoorten is gevangen (28 exclusief de hybride). Dit geeft aan dat de visgemeenschap in de havens door een hoge soortenrijkdom worden gekarakteriseerd. De relatieve abundantie waarin de soorten zijn gevangen verschilt echter wel sterk met de andere vistuigen.

Aangezien de Nieuwe Waterweg samen met de Westerschelde en de Eems-Dollard de enige open gebleven verbindingen tussen zoet en zout zijn langs de Nederlandse kust is specifieke aandacht voor het voorkomen van estuariene en diadrome vissoorten op zijn plaats. Er is enige verwarring over de exacte indeling van de visfauna in estuariene soorten, mariene soorten en diadrome soorten. Op basis van Hovenkamp & Van der Veer (1993), De Boer & Wolff (1996), Jager (1999) en Welleman *et al* (1999) is een totaalijst opgesteld met soorten die in sinds 1960 in Nederland zijn waargenomen. Dit betreft 20 estuariene soorten en 10 diadrome vissoorten. In totaal zijn er in de Rotterdamse havens 4 estuariene soorten en 6 diadrome vissoorten gevangen. Vooral de diadrome soorten zijn dus sterk vertegenwoordigd. Het sterk zoete karakter van de meeste havens, de steile gradiënt van zoet naar zout en het relatief geringe oppervlak van de brakwaterzone (in vergelijking met andere gebieden zoals Westerschelde en Eems-Dollard) maakt dit gebied waarschijnlijk minder gemakkelijk leefbaar voor veel estuariene soorten. Alhoewel uit de bemonsteringen in het benedenrivierengebied (laatste kolom Tabel 3.3) blijkt dat ze in potentie wel aanwezig kunnen zijn.

3.6. Ecologische rol van de Rotterdamse havens voor de visgemeenschap

Op basis van de beperkte inventarisatie van de visstand in de havenbekkens kan worden geconcludeerd dat er zeker sprake is van een diverse visgemeenschap. Het hele gebied van havens, Nieuwe Waterweg en Oude en Nieuw Maas heeft een hoge potentie voor een diverse visstand. De Rotterdamse havens vervullen verschillende

functies in de levenscyclus van vissoorten. Het dient als opgroei gebied voor vertegenwoordigers uit alle groepen vissen, als fourage gebied voor sommige volwassen individuen en speelt zeker een rol als overwinteringsgebied voor zoetwatersoorten. Ook jonge bot maakt gebruik van de havens om te overwinteren. Of individuen hun gehele levenscyclus in de havens volbrengen is niet bekend. Voor de kleinere soorten is dit waarschijnlijk wel het geval. Echt grote exemplaren van soorten als snoekbaars en brasem zijn niet aangetroffen wat betekent dat deze soorten beperkt gebruik maken van de havens gedurende hun levenscyclus.

De aanwezigheid van specifieke ecologische groepen zoals de estuariene soorten en de diadrome vissoorten geven de havens een bijzondere status. Ondanks de kwaliteit van water en bodem in het havengebied bepaalt met name de uitstralende werking van de open zoet-zout verbinding door de Nieuwe Waterweg de samenstelling van de visstand.

Tabel 3.3 Aanwezigheidstabel van estuariene en diadrome soorten in de Nederlandse kustwateren (ED: Eems-Dollard, WZ: Waddenzee; OS: Oosterschelde; WS: Westerschelde; Hav: Havens; BRG: Benedenrivierengebied)

Estuarien	ED	WZ	OS	WS	Hav	BRG
Harnasmannetje	+	+	+	+		+
glasgrondel	+	+	+	+	+	+
koornaarvis		+	+	+		
kleine koornaarvis		+				
gehoornde slijmvis		+				
5-dradige meun	+	+	+	+		+
zwartooglipvis			+	+		+
zwarte grondel			+			+
slakdolf	+	+	+	+		+
slijmvis		+	+			+
zeedonderpad	+	+	+	+		+
wormzeenaald			+			
botervis	+	+	+	+	+	+
dikkopje	+	+	+	+	+	+
brakwatergrondel	+	+	+	+		
vorskwab	+	+	+			+
zeestekelbaars	+	+	+			
grote zeenaald	+	+	+	+		+
kleine zeenaald	+	+	+	+	+	+
putaal	+	+	+	+		+
diadroom	ED	WZ	OS	WS	Ha	BRG
steur		+				+
elft	+	+	+			
fint	+	+	+	+	+	
aal	+	+	+	+	+	+
driedoornige stekelbaars	+	+	+	+	+	+
rivierprik	+	+	+	+	+	+
grote marene					+	
spiering	+	+	+		+	+
zalm		+	+			
zeeforel		+	+			
zeeprik		+	+			

4. De invloed van koelwater

4.1. Analyse

In het voorgaande hoofdstuk is een algemene beschrijving van de visgemeenschap in het Rotterdamse havengebied gegeven. In dit hoofdstuk wordt nagegaan of de waargenomen verschillen tussen havens gerelateerd kunnen worden aan de koelwaterlozingen. Om dit te bereiken is in de proefopzet gekozen om met referentie-havens te werken waar geen koelwater wordt geloosd. De lozing van koelwater vertaalt zich in een verwarming van het ontvangende water en een wellicht daarmee gepaard gaande mogelijke verlaging van het zuurstofgehalte. Zoals uit de beschrijving van de havens in hoofdstuk 2.1 blijkt bestaan er buiten deze effecten van koelwaterlozingen ook andere verschillen tussen de havens. Vooral diepte, zoutgehalte en kwaliteit van de waterbodems kunnen van invloed zijn op de visstand die in een dergelijk watertype aanwezig kan zijn.

Als er verschillen in de visstand worden waargenomen tussen koelwaterhavens en referentiehavens kunnen op basis van kennis uit de literatuur en expert-judgement alleen hypothesen worden geformuleerd over het mogelijke effect van de koelwaterlozingen. Bij de interpretatie van de vangstgegevens dient ook rekening te worden gehouden met de geringe omvang van de bemonsteringen. Deze laten geen vergaande statistische analyses toe.

4.2. Soortensamenstelling en biomassa

Om een vergelijking te kunnen maken van de soortensamenstelling tussen de Keilehaven en de daarnaast gelegen IJsselhaven wordt alleen gebruik gemaakt van zoetwatersoorten en diadrome vissoorten. Door de geringe diepte ontbeert de Keilehaven de zoutwater tong die wel in de andere havens aanwezig is wat resulteert in de afwezigheid van mariene soorten. Op basis van de soortenrijkdom, vangstaantallen en visbiomassa is voor de Keilehaven geen negatief effect van koelwater vastgesteld. In vergelijking met de IJsselhaven komen in de Keilehaven beduidend meer zoetwatersoorten voor en een gelijkwaardig aantal diadrome soorten. De aantallen en biomassa van de visstand in de Keilehaven zijn in augustus en november ongeveer twee maal zo groot als in de IJsselhaven (Tabel 3.2). Er kan sprake zijn van een stimulerend effect van de koelwaterlozing op de visstand.

De vergelijking tussen de Chemiehaven en de Vulcaanhaven is minder eenvoudig te maken. Er zijn een aantal wezenlijke verschillen tussen deze havens die achteraf waarschijnlijk een groter effect op de aanwezige visstand hebben dan van te voren werd verwacht. Ten eerste liggen deze havens op grotere afstand van elkaar, is de Vulcaanhaven direct aangetakt aan de Nieuwe waterweg terwijl de Chemiehaven daar relatief ver vandaan ligt en is de Chemiehaven ook zouter dan de Vulcaanhaven. Deze verschillen bemoeilijken de vergelijking tussen beide havensystemen tot het specifieke effect van koelwater. Wel is duidelijk dat de Chemiehaven de minst gunstige levensomstandigheden biedt door de lage zuurstofgehalten die in augustus aan de bodem zijn gemeten.

In november hebben de havens wel een vergelijkbaar zoutgehalte en zuurstofhuishouding. Een vergelijking op basis van de mariene soorten toont niet zo heel veel verschillen tussen beide havens. Behalve dan dat de zeebaars opvallend genoeg wel voorkomt in de Chemiehaven en niet in de andere havens. Van jonge zeebaars is bekend dat deze vissoort wordt aangetrokken door opgewarmd koelwater (Pickett en Pawson, 1994). Dit

zou de aanwezigheid van zeebaars in november kunnen verklaren. Daarnaast bezit de Vulcaanhaven relatief veel bot wat veroorzaakt kan zijn door de directe ligging aan de hoofdstroom.

Deze resultaten leiden tot de conclusie dat in eerste instantie de lozingen van koelwater geen aantoonbaar negatief hebben op de samenstelling van de visstand in de havens waarin wordt geloosd.

4.3. Watertemperatuur

In de Keilehaven zijn de hoogste temperaturen gemeten bij de koelwateruitlaat van de centrale Galileistraat. In augustus bedraagt de temperatuur hier 26.8 °C. Vergeleken met het niet opgewarmde water in de IJsselhaven betekent dit een temperatuurverhoging van circa 6 °C. In november is de opwarming in de Keilehaven geringer en bedraagt het verschil met de IJsselhaven 2 °C. Het verschil in opwarming tussen augustus en november hangt waarschijnlijk samen met levering van stadsverwarming door deze centrale. In augustus wordt weinig stadswarmte afgeleverd en wordt vrijwel al het opgewarmde koelwater in de Keilehaven geloosd. In november wordt het meeste koelwater voor stadsverwarming gebruikt en is de lozing van warm water in de Keilehaven van beperkte omvang (info dhr. Piro, EZH). In de monding van de Keilehaven blijkt in augustus de meeste opwarming te zijn verdwenen enerzijds door afkoeling en anderzijds door menging met koud water van de Nieuwe Maas; in november is bij de monding geen opwarming meer aanwezig. De temperatuur in de bovenste waterlagen is duidelijk hoger, dit geldt vooral voor het meetpunt bij de uitlaat waar in augustus het verschil met de bodem 4 °C bedraagt.

In de Chemiehaven zijn de hoogste watertemperaturen achterin de haven gemeten ter hoogte van de koelwaterlozing van Akzo. In augustus en november bedroegen de hoogste waarden hier 24.5 en 14.4 °C. Vergeleken met de temperatuur in de IJsselhaven en Vulcaanhaven bedroeg de opwarming in augustus en november 4 en 5 °C. Het verschil tussen de temperaturen bij het lozingspunt en de monding, afstand circa 1 km, bedroeg slechts 1.5 °C. Dit zal te maken hebben met de relatief geringe verversing uit de Nieuwe Waterweg vanwege de grote afstand van circa 3.5 km, en door recirculatie (koelwaterinlaat ligt halverwege Chemiehaven).

Een overzicht met versturende en letale temperaturen, voor zover deze voorhanden zijn voor de in de haven gevangen vissoorten, is weergegeven in Tabel 4.1 Overzicht van versturende en letale temperaturen voor verschillende vissoorten. Als bronnen hiervoor zijn gebruikt Alabaster en Lloyd (1980), Brett (1970) en Sadler (1979). Uit de tabel blijkt dat bij een hoge acclimatie-temperatuur de letale temperatuur voor de meeste zoetwatervissoorten boven 30 °C uitkomt met maxima tot 35 à 36 °C voor soorten als blankvoorn, brasem en snoekbaars. De relatief lage letale temperatuur van haring van 21.1 °C heeft te maken met de lage acclimatietemperatuur en is alleen representatief voor de wintermaanden. Van veel zeevissoorten zijn geen letale temperaturen in de literatuur gevonden. Dit komt waarschijnlijk door het feit dat de problematiek met hoge temperaturen voornamelijk speelt bij koelwaterlozingen in rivieren en meren en veel minder aan kustlocaties waar het warme water zich over het algemeen snel met het ontvangende zeewater mengt.

De vraag is in hoeverre de soortensamenstelling is beïnvloed door de lozing van koelwater. De sterkste opwarming met een watertemperatuur van 26.8 °C is gevonden in augustus in de Keilehaven (Tabel 2.2). Deze opwarming zou een negatieve invloed kunnen hebben op jonge winde en haring waarvan de letale temperaturen bij respectievelijk 26.6 °C en 21.1 °C liggen (tabel 9). Bij de bepaling van deze letale temperaturen is echter

een uitgangssituatie gebruikt van 12-18 °C voor winde en 12-14 °C voor haring. De hogere achtergrondtemperatuur in de havens in augustus van ca. 20-21 °C (zie Tabel 2.2) heeft tot gevolg heeft dat de letale temperaturen voor individuen die in de Keilehaven voorkomen waarschijnlijk hoger liggen dan in de experimenten uit Tabel 4.1 en wellicht 30 °C of meer kunnen bedragen. Bovendien is de sterkste opwarming in de Keilehaven beperkt tot het gedeelte bij de uitlaat in de bovenste 3 m (zie bijlage A, blad 2). De vis heeft dus gelegenheid van dit sterk opgewarmde gedeelte bij de uitlaat weg te zwemmen en naar diepere waterlagen uit te wijken waar de temperatuur lager is dan 25 °C.

De hoogst gemeten temperatuur in de tweede haven met koelwaterlozing, de Chemiehaven, is in augustus met 24.5 °C circa 2 °C lager dan die in de Keilehaven. Deze watertemperatuur geeft geen aanleiding tot problemen met vis. Wel leidt een opwarming van het water in de Chemiehaven tot een vermindering van het zuurstofgehalte. Dit kan in combinatie met de toch al lage zuurstofgehalten leiden nog minder geschikt leefomstandigheden.

Tabel 4.1 Overzicht van versturende en letale temperaturen voor verschillende vissoorten

vissoort	acclimatie temp. °C	toename temp. °C	stress temp. °C	letale temp. °C
blankvoorn	15-25	constant	29.2- 33.0	27.3-31.6
	19.8-27.4			33.2-36.1
brasem	20	constant 5-6 /uur	33.0	30.2
	25.7			35.7
snoekbaars	23.4-25.6	6 per uur 0.5-1.0/ dag	31.6-33.3	35.4-37.0
	25			35.4
baars	20.8		30.5	33.0
	27.8			32.0
	6	constant		24.0
	25			constant
		0.15- 0.3/dag	33.0	
pos aal	24.1-25.7		29.8	34.5 > 33
alver	25.7-26.2	6 per uur	30.8-30.9	37.7
winde (jong)	12-18	constant 6 per uur		26.6-27.2
	25.0			37.9
dried. Stekelb. bot (5-10 cm)	12-14			32
haring (9-12 cm)	9.6			29
				21.1

4.4. Zuurstofhuishouding

In augustus lag het zuurstofgehalte tussen 2.9 (Chemiehaven) en 8.9 mg/l (IJsselhaven). In november bedroeg de range 8.4 (Chemiehaven).- 10.8 mg/l (Vulcaanhaven).

Zowel de IJsselhaven, de Keilehaven als de Vulcaanhaven hebben een uniforme verdeling van het zuurstofgehalte, zowel in de lengte als in het profiel. Met waarden van 7 à 8 mg/l in augustus en circa 10.5 mg/l in november is dit voldoende voor het in stand houden van populatie vissen. Afwijkend is de situatie in de Chemiehaven waar met name in augustus op alle drie de monsterpunten vanaf dieptes van 8 m het zuurstofgehalte beneden de minimum-kwaliteitwaarde van zuurstof (5 mg/l) lag. De

laagste concentratie was 2.9 mg/l op 8 m diepte achterin de haven bij de koelwaterlozing, terwijl aan het oppervlak 7.5 mg/l werd gemeten. Een minimum zuurstofgehalte van 5 mg/l wordt voldoende geacht voor de meeste levensstadia en activiteiten voor zoetwatervis terwijl concentraties lager dan 2 mg/l problemen kunnen geven (Alabaster & Lloyd, 1980). In augustus moet de situatie in de Chemiehaven daarom als ongunstig worden beoordeeld. In november is het verschil in concentratie tussen oppervlak (10.3 mg/l) en bodem (8.4 mg/l) veel geringer. De lagere waarden in de Chemiehaven kunnen verschillende redenen hebben. Het meest waarschijnlijk is er in de Chemiehaven weinig verversing van het water optreedt doordat er sprake is van een scherpe zoet/zout stratificatie en door de grote afstand tot de Nieuwe Waterweg. De opwarming van het water kan zelfs nog tot extra zuurstofconsumptie leiden waardoor de gehalten nog lager worden. Opvallend is overigens dat de slechte zuurstofcondities in augustus niet worden weerspiegeld door de verticale verdeling van de vissen over de gehele waterkolom. De verwachting is dat er relatief meer vissen hoger in de waterkolom aan te treffen zijn als de leefomstandigheden aan de bodem slecht zijn. Uit Tabel 4.2 blijkt dit niet te gelden voor de Chemiehaven. In augustus verblijft het overgrote deel van de visgemeenschap op of nabij de bodem en worden er bij verbeterde zuurstofcondities op de bodem in november zelfs relatief meer vissen in de waterkolom gevangen. Er is dus geen reactie in de verspreiding van vissen over de verticaal als gevolg van de zuurstofomstandigheden aan de bodem meetbaar. Overigens vertonen de meeste havens in november een toename van vissen in de waterkolom.

Tabel 4.2 Percentage van de visbiomassa in de waterkolom in de havens.

	Augustus	November
IJsselhaven	0.0	41.1
Keilehaven	2.5	0.9
Vulcaanhaven	8.7	13.4
Chemiehaven	8.4	17.7

5. Een theoretisch stuurmodel

5.1. Doel van het sturingsmodel

Aangezien zowel het zoutgehalte als de ligging en vorm van de havens van invloed zijn geweest op de visstand in de havens is het in de voorgaande analyse niet mogelijk gebleken om de waarnemingen absoluut te koppelen aan de effecten van koelwaterlozingen. Omdat er vanuit de literatuur wel kennis is over de mogelijke effecten van koelwaterlozingen op de visstand kan een theoretisch stuurmodel worden opgezet. In dit hoofdstuk wordt dit gedaan op basis van een ingreep-gevolg-effect keten. Hierbij wordt het lozen van koelwater beschouwd als een stuurbare ingreep. De analyse richt zich op de lozing van koelwater. Een ander belangrijk aspect van koelwater is de inname van koelwater. Met de inzuiging van koelwater worden ook organismen ingezogen. Dat deze inzuiging aanzienlijke hoeveelheden vis kan treffen blijkt uit Jager (2000). Bij bemonsteringen bij de Eemscentrale bleken ca 35 vissoorten te worden ingezogen. Voor sommige soorten zoals haring, sprot, zeenaalden en grondels betreft dit jaarlijks enkele miljoenen exemplaren. Ten einde de inzuiging zoveel mogelijk te voorkomen zijn er diverse oplossingen mogelijk. Voorlopig wordt gebruik gemaakt van zeven om de ingezogen organismen op te vangen, maar deze handelswijze leidt niet tot voorkoming van de sterfte. Er zijn andere alternatieven voorhanden (Jager, 2000). Overigens is de inname van koelwater in de Eemscentrale vele malen hoger dan die bij AKZO Nobel of de Centrale Galilei, te weten 55 m³/s en kan het aanbod van vis ook groter zijn. Deze getallen over de inzuiging van vis zijn dan ook niet vergelijkbaar met de situatie in Rotterdam. Over ecosysteme-effecten van de onttrekking van organismen door koelwaterinname is nog weinig bekend (Jager, 2000). Aangezien er in deze studie ook primair is gekeken naar de effecten van koelwaterlozing wordt aan deze stuurknop verder geen aandacht besteed.

Door aan de ingreep (koelwaterlozing) bepaalde restricties te koppelen kunnen eventuele negatieve effecten mogelijkerwijs gemitigeerd of wellicht zelfs voorkomen worden. Om dit te bereiken wordt in dit hoofdstuk:

1. De ingreep-gevolg-effect keten beschreven en onderbouwd met een beperkte inventariserende literatuurstudie en
2. Aan de hand van de resultaten worden adviezen gegeven voor een mogelijk verbeterd lozingsregime

Door de lozing van warm water op een open waterlichaam zal de watertemperatuur toenemen. De toename is afhankelijk van het seizoen. De Chemiehaven was zomers 5°C warmer dan de beide referentie havens ($\pm 20^\circ\text{C}$) en in de winter maximaal 4°C meer dan de beide referentie havens ($\pm 10^\circ\text{C}$) (Tabel 2.2). Dit betekent dat de absolute temperatuursprong zomers en in de winter ongeveer gelijk is. De relatieve temperatuursprong is echter anders. Het effect van een bepaalde absolute temperatuursprong op vis is vooraf moeilijk te bepalen. Veel hangt af van de acclimatietemperatuur (=temperatuur waaraan de vis gewend is). Daarmee is de relatieve temperatuursprong belangrijker. Baarzen die aangepast waren aan 6 °C stierven bij 24 °C (een sprong van 18 °C), terwijl baarzen van 25 °C stierven na een sprong van 6.4 °C (tot 31.4 °C) (Hadderingh et al., 2000).

5.2. Stratificatie

Het soortelijk gewicht (S_m) van water wordt bepaald door het zoutgehalte en de temperatuur. Het kan voorkomen dat twee waterlichamen van verschillende S_m 's niet met elkaar mengen. Vaak gebeurt dit onder

condities waarbij én de S_m 's van beide watervolumes zeer verschillend zijn (bijvoorbeeld bij verschillend zoutgehalte) én de mate van menging van de beide volumina door bijvoorbeeld wind minimaal is. In havens die zowel zee-Invloed als rivierinvloed hebben treedt vaak de vorming van een tweelagen-systeem op. De vorm van een havenbekken stimuleert over het algemeen doorstroming en niet menging. Het zoetwater scheert over het zoute water heen (S_m -verschillen op basis van saliniteit). Dergelijke fenomenen werden zowel 's zomers als 's winters waargenomen in drie van de vier havens (Hadderingh *et al.*, 2000).

Ook beschutte diepe meren hebben 's zomers vaak een tweelagen-systeem. Hier ontstaat een bovenlaag die sneller opwarmt door zonne-instraling dan dat de ingestraalde warmte door turbulentie en menging kan worden afgevoerd. De bovenlaag warmt meer op, zet meer uit en de S_m neemt af (S_m -verschillen op basis van temperatuur).

Een tweelagensysteem heeft vergaande fysische consequenties. In de bovenste laag vindt de algenproductie plaats. Nutriënten worden omgezet in organismen. De zuurstofconcentratie is hoog door zowel algenproductie als uitwisseling met de lucht. Als organismen afsterven zakken ze uit naar de benedenlaag. In de benedenlaag worden de organische resten verteerd. Hierdoor heersen hier condities van lage zuurstof- en hoge nutriëntenconcentraties. 's Zomers kunnen zelfs perioden van volledige zuurstofloosheid voorkomen, die fataal zijn voor de meeste organismen. Veel ziekte en sterfte zal dan optreden (Burkholder *et al.*, 1999, Paerl *et al.*, 1999). Zuurstofconcentraties lager dan 5 mg.l^{-1} kunnen reeds ernstige consequenties voor de ter plaatse voorkomende levensgemeenschappen en ecologische functies (bv vismigratie) hebben (Eertman & Smaal, 1997). Met name predatoren kunnen gevoelig zijn voor lage zuurstofconcentraties. Lage zuurstofconcentraties zorgen voor een verlaagde predatiedruk en een verschuiving in type predator en visgemeenschap (Breitburg *et al.*, 1999). Onderzoek heeft echter uitgewezen dat een redelijk snel herstel mogelijk is wanneer de waterkwaliteit verbetert (Eertman & Smaal, 1997). Met name in de Chemiehaven kunnen 's zomers dit soort problemen optreden.

Zuurstofloosheid kan ook ontstaan door een te hoge temperatuur van het water. Bij toenemende temperatuur neemt de maximale oplosbaarheid van zuurstof af. Boven de 30°C is waarschijnlijk nog maar zo weinig zuurstof opgelost dat vissen in de problemen zullen komen (Jager, 2000).

5.3. Effecten op structuur visgemeenschap

Predatiedruk wordt onder andere gereguleerd door honger. Temperatuur bepaalt in koudbloedige dieren de verbrandingssnelheid (basaal metabolisme) en daarmee de voedselbehoefte. Een toename in de temperatuur bepaalt daarmee een toename van de predatie. Dit kan effecten hebben op het niveau van visgemeenschappen.

Door het lozen van koelwater zal de temperatuur stijgen. Hierdoor kunnen warmwatervissen overleven die hier van oudsher niet thuis horen. Onder normale condities zouden die in de winter sterven. Een bekende voorbeeld is de gup (*Lebistes reticulata*) dat kan worden aangetroffen in koelwatermeren. Exoten kunnen hun invloed hebben op de structuur van de visgemeenschap. Warmteminnende soorten zoals de zeebaars zullen zich concentreren in de lozingspluim. Op die manier wordt het voor deze soort mogelijk om in een koudwater estuarium te overwinteren (Pawson & Eaton, 1999).

Door een snelle overgang van temperatuur kunnen vissen abnormaal reageren: verhoogde activiteit, fysiologische verstoring, ziekte en zelfs sterfte. Dit zal op een bepaalde manier zijn invloed hebben op de

visgemeenschap. De afbraak van dode dieren kan zelfs leiden tot zuurstofloosheid. Met name in tweelagensystemen is dat risico groot.

5.4. Stuurbare aspecten van de lozing

Koelwater is één van de problemen gekoppeld aan industriële activiteit. Voor beperking van vissterfte door koelwaterinname bestaan reeds goede overzichten en methodes (zie bijvoorbeeld Jager, 2000). Voor koelwaterlozing valt nog verder na te denken en te regelen. Het is zaak op zo'n manier te lozen dat het milieu daar zo min mogelijk door wordt verstoord. Hierbij kan gedacht worden aan een aantal mogelijke maatregelen:

- Geforceerde menging.
- Debiet ten opzichte van totaal volume
- Tijdstip ten opzichte van getijcyclus.
- Frequentie.
- Temperatuurverschil.

Geforceerde menging

Met name in de Chemiehaven treedt het gevaar op van een tweelagensysteem. Dit ontstaat vooral doordat hier zoet- en zout water samen komen en niet zo zeer door de verschillen in temperatuur. Een geforceerde menging zou kunnen meehelpen zuurstofloosheid in de zomer te voorkomen. Men zou het koelwater kunnen uitlaten in de diepe zoutwater laag zodat dat water daarmee verzoet en verwarmt. Beide aspecten verlagen de S_m . Daarnaast zal ook de turbulentie toenemen en zullen daardoor de lagen beter mengen. Een geforceerde menging leidt echter ook tot extra opwarming aan de bodem waar nu juist de meeste vis aanwezig is. Zolang deze opwarming binnen de gestelde richtlijnen blijft lijkt een geforceerde menging te leiden tot gunstigere (zuurstof)condities voor de aanwezige visgemeenschap.

Alternatieven voor geforceerde menging van het water die los staan van koelwaterlozingen is het beluchten van de waterkolom (bv door middel van borrelstenen) of menging door middel constructies in de overgang van rivier naar de havens.

Debiet ten opzichte van totaal volume

De absolute temperatuurstijging van het water is onder andere afhankelijk van de verhouding tussen het volume geloosd water en het waterlichaam dat het koelwater ontvangt. Naarmate deze verhouding kleiner is, zal de temperatuur toename afnemen. In het geval van de Chemiehaven zou bijvoorbeeld beter op de grotere en nabijgelegen Botlekhaven geloosd kunnen worden.

Tijdstip ten opzichte van getijcyclus.

Hierbij horen twee elkaar versterkende mogelijkheden. Ten eerste is bij laagwater de hoeveelheid geloosd water groter ten opzichte van het volume van het ontvangende waterlichaam. De ongewenste temperatuurstijging is dan groter. Ten tweede zal bij laagwater de zoutwaterlaag waarschijnlijk minimaal zijn. Na lozing zal de bovenste zoetwaterlaag nog extremer verschillen van het met hoogwater weer binnendringende (koudere) zoutwater. Beide aspecten pleiten ervoor juist bij hoogwater te spuien. Een dergelijk lozingsregime kan overigens wel onverenigbaar zijn met de realiteit van het productieproces van bedrijven.

Frequentie.

Door het snel stromende rivierwater en het dynamische getij kent het water in de havens een korte halfwaarde tijd. Frequente lozingen met een lage ratio tussen geloosd water en volume ontvangend water zullen waarschijnlijk minder temperatuurstijging tot gevolg hebben dan minder frequente lozingen.

Temperatuurverschil

Naarmate het temperatuurverschil tussen koelwater en oppervlaktewater hoger is zal er meer opwarming plaatsvinden. In de Keilehaven is de temperatuur van koelwater 's winters niet veel hoger dan de temperatuur in de haven, omdat het koelwater eerst wordt gebruikt voor stadsverwarming. 's Zomers wordt het koelwater echter niet gebruikt. Het is aan te raden toch doelen te bedenken voor de restwarmte van koelwater. Mogelijkerwijs kan dit ook voor andere typen industrieën een milieubesparing opleveren.

Een tweede aspect is de temperatuur van het water bij de inlaat. In de Chemiehaven ligt de inlaat van het koelwater redelijk dicht bij de uitlaat. Het gevolg is dat gedeeltelijk opgewarmd water wordt opgenomen voor koeling. Dit recirculatie proces zou doorbroken moeten worden door een andere positie van de in- en uitlaat. Dat zou schelen in de uiteindelijke opwarming van de Chemiehaven.

5.5. Warme zomers

Niet alleen de visstand kan belang hebben bij de uitvoering van de bovenstaande suggesties voor een ander lozingsregime. De maatregelen die een effect hebben een vermindering van de temperatuursprong zijn wellicht ook van belang voor de bedrijven die het koelwater gebruiken. Door de mindere opwarming van het omliggende water en een betere verversing zullen de bedrijven in extreem warme zomers minder snel last hebben van te warm inlaatwater voor de koeling.

6. Discussie

6.1. Opwarming

Gedurende de bemonsteringen van de visstand in augustus en november zijn gelijktijdig de watertemperaturen in de havens gemeten. De hoogste gemeten temperatuur in havens waar koelwater wordt geloosd bedraagt 26,8 °C.

Dit is een overschrijding van de waterkwaliteitsdoelstelling voor de maximale temperatuur (25 °C; zie Bijlage 1). Deze doelstelling geldt echter niet in de mengzone, maar op zich wel in havens. Voor lozingen in havens is een dergelijke mengzone (nog) niet gedefinieerd.

Ook zijn voor havens geen richtlijnen gedefinieerd voor de temperatuurverhoging, zoals voor andere wateren wel is gedaan (zie Bijlage 1, onder punt 3). Uit berekeningen blijkt overigens dat de temperatuurstoename bij de monding van de havens op de rivier als gevolg van de koelwaterlozingen in de havens voldoet aan de richtlijnen voor de (getijde)rivier. Om te bepalen of dit in de praktijk ook het geval is dient niet alleen over het dwarsprofiel, maar ook over een getijdeperiode te worden gemeten. Dat is in dit onderzoek niet gedaan.

6.2. Samenstelling visstand

Er is sprake van een diverse visstand in de bemonsterde havens. Dit geldt zowel voor havens met als zonder koelwaterlozingen. Aangezien er sprake is van een vrij unieke situatie van een harde, maar open overgang van zoet naar zout is de visgemeenschap divers. Er is dus voldoende reden om ook op de overgang van zoet naar zout in het Rotterdamse havengebied de richtlijnen die normaliter van toepassing zijn op koelwaterlozingen toe te passen. De samenstelling van de visgemeenschap in het Rotterdamse havengebied is dusdanig karakteristiek dat de waterkwaliteitbeheerder het zou kunnen overwegen het beheer van de havens meer af te stemmen op de aanwezige visgemeenschap.

De havenbekkens in Rotterdam vormen een onderdeel van een groot open watersysteem. Doordat vrije migratie tussen bekkens en de hoofdstroom mogelijk is kenmerkt de visstand zich door een hoge mate van dynamiek. Dit wordt vooral duidelijk uit de grote verschillen in visstand tussen augustus en november. Het kan een indicatie zijn van een veerkrachtig systeem.

In de Chemiehaven wijkt de visstand nog het sterkst af van de visstand in de andere havens. De Chemiehaven is het meest zout van de drie onderzochte havens en is in de zomer gestratificeerd (twee-lagen systeem, zout aan de bodem, zoet boven). Daarnaast trekken de waarnemingen in het veld de geschiktheid van de kwaliteit van de waterbodem als leefgebied voor een gezonde visstand in twijfel (sterke chemische geur) alhoewel de klasse-indeling van de specie niet slechter is dan die in de andere havens. De wellicht geringere geschiktheid voor vis is derhalve niet alleen of wellicht geen gevolg van koelwaterlozing maar meer het gevolg van de afwijkende situatie in de Chemiehaven. Mogelijk dat oud sediment en bezinking van verontreinigd sediment dat van buiten het havenbekken afkomstig is hierbij een rol spelen plaatsvinden (info dhr. P. Borgerding, RWS/DZH).

6.3. Zijn additionele maatregelen noodzakelijk?

De primaire functies van de havenbekkens in Rotterdam zijn industriële activiteiten en de overslag van goederen. Maar de havenbekkens zijn eveneens een onderdeel van de Ecologisch Hoofdstructuur.

Dientengevolge dient te worden gestreefd naar een ecologische aanvaardbare kwaliteit. Dit wordt voor het Rotterdamse havengebied nagestreefd door een vermindering van emissies en verbetering van de kwaliteit van waterbodems (V&W, 1997).

Uit de resultaten van dit beperkte visstandonderzoek blijkt dat de Rotterdamse havens een bijzondere visgemeenschap herbergt. Dit wordt veroorzaakt door de open verbinding tussen zoet en zout wat inmiddels een vrij zeldzaam verschijnsel langs de Nederlandse kust is. Dit maakt dat het Rotterdamse havengebied een belangrijke functie vervult als doortrekzone voor diadrome vissoorten die van zoet naar zout en vice versa migreren. Uit zenderonderzoek met zeeforellen blijkt bijvoorbeeld dat 2/3^e van alle intrek van zeeforel vanaf de kustwateren naar de rivieren via de Nieuwe Waterweg plaats vindt (info: dhr. B. Bij de Vaate, RWS/RIZA). Sommige diadrome soorten lijken af en toe gebruik te maken van de aangetakte havens als tijdelijke rust- en verblijfplaats.

De havens en bekkens vervullen ook een beperkte rol als estuarium. De nog beperkt aanwezige estuariene visgemeenschap kan aanleiding geven voor additionele maatregelen in het beheer van de Rotterdamse havens. Vooral een meer geleidelijke overgang tussen zoet en zout speelt hier een belangrijke rol.

Met betrekking tot de lozing van koelwater zijn er geen aanwijzingen dat deze in de meetperiode een grote negatieve invloed hebben op de aanwezige visgemeenschap. Over de effecten van lozingen onder extreem warme omstandigheden biedt deze inventarisatie geen zicht. Gezien de grote dynamiek in het systeem zijn mogelijk negatieve effecten van lozingen van koelwater in warme periodes reeds na korte niet meer waarneembaar.

Een verbetering van de kwaliteit van het leefmilieu via water en bodem en de zoet-zout overgang zal waarschijnlijk meer ecologisch rendement opleveren dan (kostbare) aanpassingen aan de huidige lozingssystemen.

De potentie van het havengebied Rotterdam voor de bijzondere vissoorten zoals trekvis en estuariene soorten kan wellicht beter worden benut als er een meer geleidelijk gradiënt in zoet-zout wordt gerealiseerd. Een effect dat mogelijk kan worden bewerkstelligd door een alternatief beheer van Haringvlietssluisen. Het verdient dan ook aanbeveling om bij effectstudies naar het openstellen van het Haringvliet specifiek aandacht te besteden aan de effecten op de noordrand.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1. Conclusies

In augustus is de hoogste temperatuur, 26.8 °C, in de Keilehaven gemeten bij de koelwateruitlaat van de centrale Galileistraat. Vergeleken met het de temperatuur van het water in de IJsselhaven (controlehaven) betekent dit een temperatuurverhoging van circa 6 °C. In november is de opwarming in de Keilehaven slechts 2 °C omdat het opgewarmde water in de winter wordt gebruikt voor stadsverwarming en er minder wordt geloosd. In november is de hoogste watertemperatuur, 14.4 °C, in de Chemiehaven geconstateerd achterin de haven gemeten ter hoogte van de koelwaterlozing van Akzo; de lokale opwarming bedroeg 5 °C.

Zowel de IJsselhaven, de Keilehaven als de Vulcaanhaven hebben een uniforme verdeling van het zuurstofgehalte met waarden van 7 à 8 mg/l in augustus en circa 10.5 mg/l in november. Afwijkend is de situatie in de Chemiehaven waar in augustus op alle drie de monsterpunten vanaf dieptes van 8 m het zuurstofgehalte beneden de minimumkwaliteitswaarde van zuurstof (5 mg/l) lag. Er is hier sprake van een niet optimale zuurstofhuishouding die evenwel nog niet letaal is voor vissen.

In de Keilehaven ontbreekt een zoute onderlaag omdat door de geringe diepte van deze haven het zeewater niet kan binnendringen. Door deze eigenschap wijkt de Keilehaven qua diepte sterk af van de andere drie veel diepere havens. De Chemiehaven is de meest zoute haven.

In totaal zijn er ruim 22.000 vissen gevangen, waarvan 24% obligate zoetwatervissen, 1% diadrome vissen, 27% estuariene vissen en met 48% vormen de zeevissen de grootste groep. Deze aantallen zijn verdeeld over 28 vissoorten (en één hybride). De soortendiversiteit bedraagt 14 in de IJsselhaven, 18 in de Keilehaven, 21 in de Vulcaanhaven en 22 in de Chemiehaven. De laatste twee havens hebben het grootste aandeel zeevissoorten. Bijzondere soorten die zijn aangetroffen zijn grote marene en roofblei. Het Rotterdamse havengebied wordt aldus gekenmerkt door een diverse visgemeenschap. Bijzonder is het relatief hoge aantal diadrome vissoorten en het voorkomen van enkele vertegenwoordigers uit de groep van estuariene vissoorten.

Er is voornamelijk kleine en/of juveniele vis in de havens aanwezig. De meeste grotere vissen, blankvoorn, brasem en snoekbaars en diklipharder zijn waargenomen in de Keilehaven. In november is er een toename van blankvoorn in de Keilehaven en IJsselhaven van voornamelijk grote volwassen individuen. Dit wijst op een wintertrek naar de havens. De toename van 0+ bot in november, met name in de Vulcaanhaven, duidt op intrek vanuit de Noordzee. De hoogste biomassa is aangetroffen in de Keilehaven met als dominante soorten brasem, blankvoorn en snoekbaars. Mede door de wintertrek is in november de biomassa in alle vier de havens beduidend hoger dan in augustus.

De havens spelen aldus een rol als opgroeigebied voor jonge vis, als winterverblijf voor grotere dieren en als tijdelijke verblijfplaats voor migrerende vissoorten.

In alle havens is de conditie van blankvoorn, brasem, snoekbaars en baars meestal gelijk of hoger dan het normgewicht. De goede conditie duidt er op dat het voedselaanbod voor deze soorten voldoende is. Jonge snoekbaars vertoont een sterke groei tussen augustus en november,

waarbij de sterkste groei in de Chemie- en Vulcaanhaven optrad. Dit hangt waarschijnlijk samen met de aanwezigheid van veel geschikte prooiorganismen zoals het dikkopje en steurgarnalen. De groei van snoekbaars in de Keilehaven is gering. Volwassen snoekbaarzen in de Keilehaven en de IJsselhaven hebben ook een lagere conditie hebben dan de norm. Voor deze grotere exemplaren (vanaf 30 cm) kan er in de twee zoetere havens sprake zijn van een voedseltekort. De conditie van de overige vissoorten kon niet worden vastgesteld, maar de vis zag er gezond uit: stevige vis zonder beschadigingen of parasieten.

Een duidelijke negatieve invloed van de lozingen van warm koelwater op de soortensamenstelling blijkt niet uit de bemonsteringen.

Een negatieve invloed van koelwater op de biomassa is niet aangetoond. Gezien de hoge biomassa van zoetwatervissen in de Keilehaven lijkt er eerder sprake van een positief effect. De lage biomassa in de Chemiehaven lijkt het gevolg van het hoge zoutgehalte waardoor zoetwatervis weinig voorkomt en wellicht de slechte zuurstofconditie (in de minder zoute Vulcaanhaven en IJsselhaven is de biomassa zoetwatervis duidelijk hoger). Dit laatste aspect kan wel een relatie hebben met de opwarming maar lijkt eerder te worden veroorzaakt door het tweelagensysteem.

7.2. Aanbevelingen

Ondanks de hogere soortenaantallen lijkt het leefmilieu in de Chemiehaven nog de minste van de vier havens. Organische en chemische verontreinigingen en het tweelagensysteem, zijn van invloed op de leefomstandigheden in deze haven. Derhalve zijn investeringen in een gewijzigd regime van koelwaterlozingen en een andere positie van de uitlaat niet wenselijk of noodzakelijk. Als de beheerder op basis van deze rapportage maatregelen overweegt is het van belang dat via nader onderzoek wordt vastgesteld welke bronnen het leefmilieu in deze haven het meest beïnvloeden.

Het is wenselijk om ook in de zomerperiode een toepassing te vinden van de restwarmte van de Centrale Galilelei aan de Keilehaven om zo de opwarming van het havenwater in de zomer te minimaliseren. Benutting van restwarmte verdient vanuit energetisch oogpunt waar dan ook aanbeveling.

Als er sprake is van investeringen in ecologisch herstel in de Rotterdamse havens dan zijn deze waarschijnlijk dicht bij de hoofdstroom (de Nieuwe Waterweg), dus in direct aangetakte havens, het meest zinvol.

De richtlijnen voor koelwaterlozingen in havenbekkens op het overgangsgebied van zoet naar zout zijn weinig transparant en lenen zich voor verbetering.

De overgang van zoet naar zout in de Nieuwe Waterweg heeft potenties voor verdere natuurontwikkeling en de ecologische implicaties van het openzetten van de Haringvlietsluizen op de noordrand verdient hierbij nadere aandacht.

Mocht er behoefte zijn aan een betere inschatting van de invloed van de koelwaterlozingen op de visstand dan zijn additionele bemonsteringen noodzakelijk. Onderzoek zou zich bijvoorbeeld meer kunnen richten op het vaststellen van de effecten in extreem warme periodes. Er zou overigens niet allen gekeken moeten worden naar de effecten van koelwaterlozingen op de aanwezige visstand maar eveneens naar de inzuiging van vissen bij de inlaat.

Het is van belang om bij eventuele vervolgstudies bij de keuze van de referentiehavens nog meer rekening te houden met diepte en zoutgehalte.

8. Referenties

- Alabaster, J.S. en Lloyd, R., 1980. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London. pp 297.
- Baarda K. en Kampen, J., 1988. Lengte-gewichtrelaties voor verschillende Nederlandse zoetwatervis. OVB, Nieuwegein.
- Backx, J.J.G.M en Grimm, M.P., 1991. De efficiëntie van de zegen, kuil, raamkuil en broedzegen op het Wolderwijd. Witteveen + Bos-rapport. Projectnummer Hd13.5, pp 48.
- Breitburg, D.L., Rose, K.A., Cowan Jr, J.H. (1999). Linking water quality to larval survival: predation mortality of fish larvae in an oxygen-stratified water column. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 178: 39-54.
- Brett, J.R., 1970. In: *Marine Ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters* (Ed. O. Kinne). Volume I, Environmental factors, Part 1. Wiley-Interscience, pp 681.
- Burkholder, J M; Mallin, M A; Glasgow Jr, H B, (1999). Fish kills, bottom-water hypoxia, and the toxic *Pfiesteria* complex in the Neuse river and estuary. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 179: 301-310.
- Eertman, R.H.M., Smaal, A.C. (1997). De ecologische functies van geleidelijke zoet-zout overgangen in estuaria en kustwateren. Werkdocument RIKZ/OS-97.803x.
- ENW, 1994. Evaluatie Nota Water. Tweede Kamer 21250, nr. 27-28.
- Grimm, M.P., Jagtman, E. en Klinge, M., 1992. Fosfaatgehalten en de haalbaarheid van Actief Biologisch Beheer. Een visbiologisch perspectief. *H2O* 16: 424-430.
- Haddingh, R.H., Van Aerssen, G.H.F.M., Kampen, J., 2000. Onderzoek naar de effecten van koelwaterlozingen op de visstand in het Rotterdamse havengebied. KEMA-rapport 99550665-KPS/MEC 00-6052. 84pp.
- Hofer, R. 1991. In: *Cyprinid Fishes. Systematics, biology and exploitation* (eds. I.J. Winfield and J.S. Nelson). Chapman & Hall, Fish and Fisheries Series 3. pp 667.
- Jager, Z. (2000). Visinzuiging door estuariene koelwateronttrekking in Noord-Nederland. Werkdocument RIKZ/OS-in.prep.
- Klinge, M., Buijse, A.D, Cazemier, W.G., Lammens, E.H.R.R. en Prins, K.H., 1998. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Vis in de zoete rijkswateren, 1992-1996. RIZA rapport 98.017.
- Ligtvoet, W. en Grimm, M.P., 1995. Beheersprogramma wateren voor karperachtigen. Overkoepelend programma. Witteveen + Bos rapport. Werknummer Lw38.1. 84 pp.
- Nijssen, H. en Groot, S.J. de, 1987. De vissen van Nederland. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. pp 224.
- Ooms, E.J., 1998. Koelcapaciteit. In: *MER Beheer Haringvlietssluizen. Deelrapport Effecten van verontreinigingen*, Van Hees, J., Peters, H. (eds.) ISBN:9036951747: 103-122.
- Paerl, H W; Pinckney, J L; Fear, J M; Peierls, B L (1999).). Fish kills and bottom-water hypoxia in the Neuse river and estuary: a reply to Burkholder et al. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 186: 307-330.
- Pawson, M.G., Eaton, D.R. (1999). The influence of a power station on the survival of juvenile sea bass in an estuarine nursery area. *J. Fish Biol.* 54: 1143-1160.
- Pickett, G.D. en Pawson, M.G., 1994. Sea Bass. Biology, exploitation and conservation. Chapman & Hall, Fish and Fisheries Series 12. pp 337.
- Quak, J., 1994. Klassificatie en typering van de visstand in het stromend water. In: A.J.P. Raat (ed.). *Vismigratie, visgeleiding en vispassages*

- in Nederland, Lezingen en posterpresentaties van de Studie-dag Vismigratie, Jaarbeurs Utrecht, 15 december 1993, OVB. 85-101.
- Redeke, H.C., 1948. Hydrobiologie van Nederland, de zoete wateren. De Boer, Amsterdam.pp.580.
- Sadler, K., 1979. Effects of temperature on the growth and survival of the European eel, *Anguilla anguilla* L. *J.Fish.Biol.*, 15:499-507.
- Sonneveldt, H.L.A., Baart, A.C. (1997). Berekening van chemische en thermische barrières voor zalmachtigen in het Rotterdamse havengebied. Publikaties en rapporten van het project Ecologisch Herstel Rijn en Maas ; EHR 69-1997.
- Stam, M.A., de Jong, H.B.H.J., Westerink en J.A.M. Wiegerinck, 1999a. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Samenstelling van de visstand in 1998 op basis van vangsten met fuiken. RIVO Rapport C 031/99.
- Stam, M.A., Wiegerinck J.A.M en Westerink, H.J., 1999. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Samenstelling van de visstand in 1998/1999b op basis van vangsten met de kor, de ankerkuil en het elektrisch schepnet. RIVO-DLO, Rapport C053/99.
- V&W, 1997. Ontwerp-Beheersplan voor de Rijkswateren. Programma voor het beheer in de periode 1997 t/m 2000. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG-Rijkswaterstaat. ISBN 9034634159. 177pp.
- Vermij, P.H.M., 1996. Koelwater in zeer warme zomers. Aanpak voor de korte termijn. FWVO. Nota Nummer 96-02. 38pp.
- Welleman, H.C., 1999. Vangstgegevens van vis, garnaal en schelpdieren in het Nederlandse kustwater. RIVO Rapport C017/99. 13pp.
- Wiegerinck, J.A.M.,W.G. Cazemier en H.J. Westerink, 1996. Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1994/1995 op basis van kor- en kuilvangsten.
- Wiegerinck, J.A.M.,W.G. Cazemier, G.J. Piet en H.J. Westerink, 1997. Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1996/1997 op basis van vangsten met de kor, de anker-kuil en het elektrisch schepnet.

Bijlage 1

Richtlijnen vergunningverlening koelwaterlozingen

overgenomen uit: Vermij (1996), hoofdstuk 2:

Reeds in 1975 heeft de Commissie Koelwater Normen voorstellen gedaan (namens de Algemene Beraadsgroep Koelwater) voor vergunningseisen, ingevolge de Wvo, die zijn te stellen aan koelwaterlozingen van elektriciteitscentrales. Deze voorstellen zijn gebaseerd op een beschermingsniveau voor het aquatisch milieu zowel in het koelwatercircuit als in het ontvangende oppervlaktewater (zie lit. 7 en 8). De voorstellen zijn uiteindelijk vervat in koelwaterrichtlijnen. Deze richtlijnen zijn overgenomen in het eerste IMP-water 180-184 en de daarop volgende beleidsdocumenten en zijn daarmee onderdeel van het beleid geworden. (Voor een onderbouwing van de normen en richtlijnen: zie lit.1). De richtlijnen voor wat betreft warmte luiden als volgt:

1. De temperatuur van het koelwater in het koelsysteem mag maximaal 30°C bedragen.

Achtergrond: bij een hogere temperatuur ontstaat te veel schade aan het aquatisch ecosysteem. Dit is één van de eerste waterkwaliteitsnormen, gebaseerd op daadwerkelijke effecten op organismen (letale temperaturen diverse soorten organismen) in het aquatisch ecosysteem.

Opmerking: in feite is dit een compromis tussen bescherming van het aquatisch systeem met een grenswaarde van maximaal 25°C en de bedrijfsvoering in de electriciteitssector waarvoor hogere temperaturen dan 25°C gewenst zijn.

2. In de zomer mag het temperatuurverschil tussen ingenomen en geloosd koelwater maximaal 7°C bedragen, met dien verstande dat wanneer de inlaattemperatuur groter is dan 23°C de temperatuursprong kleiner dan 7°C moet zijn vanwege de bij 1. genoemde richtlijn. Voor zeecentrales koelend op brak en zout water geldt in de zomer een temperatuurverschil van maximaal 10°C. In de winter mag het temperatuurverschil tussen ingenomen en geloosd koelwater niet meer bedragen dan 15°C bij een inlaattemperatuur van 0°C. Tussen de zomer- en wintersituatie is een geleidelijke overgang mogelijk. De details van deze overgang kunnen per centrale worden geregeld.

Achtergrond: bij grotere temperatuursprongen dan aangegeven wordt het aquatisch leven in het ingenomen water te veel aangetast (overschrijding van letale temperatuurstijgingen).

Opmerking: in feite is dit een compromis tussen bescherming van het aquatisch systeem met waarden voor de maximale temperatuursprong van 3°C en de bedrijfsvoering in de electriciteitssector waarvoor hogere temperatuursprongen over de condensors gewenst zijn.

3. De totale omvang van de warmtelozing dient gerelateerd te zijn aan de spreiding in en omvang van het ontvangende water. De totale belastbaarheid van het ontvangende water met warmte is afhankelijk van de 'koeltechnische' eigenschappen van het water en de toelaatbare gemiddelde temperatuurverhoging. De diverse typen oppervlaktewater kunnen worden onderscheiden in:

3.1. Rivieren

Voor rivieren is als waterkwaliteitsgrenswaarde gesteld: "de temperatuurverhoging boven de natuurlijke temperatuur gemiddeld over het dwarsprofiel van de rivier mag niet meer bedragen dan 3°C bij lage afvoeren." De natuurlijke temperatuur wordt gedefinieerd als de achtergrondtemperatuur die ter plaatse heerst bij afwezigheid van de warmtelozing(en). Met lage afvoeren wordt doorgaans bedoeld de afgesproken maatgevende lage afvoeren.

3.2. Getijrivieren

Richtlijn: "maximaal 3°C opwarming boven de natuurlijke temperatuur gemiddeld over het dwarsprofiel van de rivier, direct na de uitlaat van de centrale, gemiddeld over een getijperiode."

3.3. Grote meren

Geen concrete richtlijn. Gestreefd dient te worden naar één richtlijn op basis van de relatie tussen opgesteld vermogen en het meeroppervlak. Hiervan kan worden afgeweken als de resultaten van studies naar plaatselijke effecten daar aanleiding toe geven.

3.4. Kleine meren, koelcircuits, grindgaten

Een klein meer of koelcircuit wordt gezien als het meest kwetsbare oppervlaktewater. Waar een andere wijze van koeling c.q. een andere vestigingsplaats mogelijk is, is dit vanuit waterkwaliteitsoogpunt zeker aan te bevelen. Ten aanzien van grindgaten is gebleken dat het stellen van een dergelijke norm niet zinvol is.

3.5. Kanalen

Richtlijn voor Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal: "de grootte van het gebied waarbinnen meer dan 3°C opwarming optreedt wordt begrensd tot 20% van het betreffende kanaaloppervlak in die voege dat het genoemde gebied zodanig wordt verdeeld dat per bestaande lokatie (2 centrales langs elk der 2 kanalen) maximaal 10% van het betreffende kanaaloppervlak met meer dan 3°C mag worden opgewarmd."

Opmerking: ten aanzien van andere kanalen wordt veelal aansluiting gezocht bij deze richtlijn.

3.6. Hollandsch Diep

Richtlijn: "een temperatuurverhoging van maximaal 1°C ter plaatse van de overgang van de noordelijke ondiepe oeverzone naar het open water. De oppervlakte van het gebied dat een temperatuurverhoging van 3°C of meer boven de natuurlijke temperatuur mag ondergaan wordt in eerste instantie beperkt tot 2.5 km².

Achtergrond: bij een grotere temperatuurstijging worden een aantal risico's onaanvaardbaar verhoogd:

bijv. overschrijding van de letale temperaturen in grote gebieden, een te grote barrière in het ontvangend oppervlakte-water voor migrerende vissen (zoals zalmachtigen), het optreden van botulisme, het dalen van het zuurstofgehalte (al dan niet in combinatie met algenbloei).

4. Voor oppervlaktewater geldt altijd de basiswaterkwaliteit. Voor de temperatuur is een maximum waarde van 25°C vastgesteld. In de mengzone rond het lozingspunt behoeft niet aan deze voorwaarde te worden voldaan. Daarnaast is er een functietoekenning mogelijk met daaraan gekoppelde

waterkwaliteitsdoelstellingen voor temperatuur en temperatuurverandering. De isothermen behorende bij toegestane temperatuurveranderingen vormen de buitenste grenzen van de toegestane mengzones. De functietoekenning voor de verschillende watersystemen, inclusief de omvang van een mengzone, dient in de beheersplannen te worden vastgesteld. De verschillende waterkwaliteitsdoelstellingen zijn hieronder weergegeven:

Tabel 8.1 Waterkwaliteitsdoelstellingen met betrekking tot temperatuur voor verschillende watertypen in Nederland (naar Vermij, 1996)

functie	waterkwaliteitsdoelstelling:	
	maximale temperatuur:	verhoging temperatuur t.o.v. de natuurlijke waarde
basiskwaliteit water	25°C	-
karperachtigen ^{1,2}	voor 25°C	3°C
water zalmachtigen ^{1,3}	voor 21.5°C	1.5°C
schelpdierwater ⁴	25°C	2°C

- 1 Voor wateren waarin soorten kunnen voorkomen die koud water nodig hebben voor hun voortplanting mag de temperatuur gedurende de voortplantingsperiode niet boven 10°C uitkomen.
 - 2 Deze doelstelling is momenteel toegekend aan het zoete deel van het waterhuishoudkundige hoofdsysteem.
 - 3 Deze doelstelling is momenteel toegekend aan de Grensmaas.
 - 4 Deze doelstelling is momenteel toegekend aan de Waddenzee, Oosterschelde, Grevelingen meer en de Voordelta
- Bronnen: derde Nota waterhuishouding en Beheersplan Rijkswateren 1992-1996.

5. De richtlijnen die bij punt 1, 2 en 3 worden genoemd en de doelstellingen uit punt 4, worden in voorkomende gevallen eveneens toegepast (al dan niet in aangepaste vorm) bij lozingen van koelwater uit procesindustrieën. Bij lozingen van thermisch verontreinigd proceswater zijn de richtlijnen van punt 1 en 2 minder van belang. De voorschriften voor dergelijke lozingen bestaan met name uit aansluiting met de richtlijn uit punt 3 en de doelstellingen uit punt 4, waarbij vooral de richtlijnen voor rivieren en voor kanalen worden gehanteerd. In de praktijk wordt tevens vaak een maximale lozingstemperatuur van 30 °C gehanteerd.

Deze randvoorwaarden gelden dus voor in relatie tot de omvang van het ontvangende opper-vlaktewater omvangrijke warmtelozingen. Als er sprake is van warmtelozingen op havens, komt de vraag naar voren of deze richtlijnen daarvoor ook gelden. Wat betreft de twee eerstgenoemde randvoorwaarden kan worden gesteld, dat deze zeker ook van toepassing zijn op lozingen in de havens. De argumentatie voor deze normen geldt immers overal, zowel voor rivieren, kanalen, meren als voor havens. Anders ligt dit voor de derde randvoorwaarde, de opwarming van het ontvangende oppervlaktewater. De argumenten voor deze randvoorwaarde gelden niet voor elke haven even zwaar. Immers havens zijn niet altijd onderdeel van het hoofdsysteem en vervullen daarmee niet altijd een doortrekfunctie voor zalmachtigen, hoeven niet altijd vanuit hun functie vis of andere organismen te beschermen of een voldoende hoog zuurstofgehalte te hebben. Wel dienen in lijn met directe puntlozingen bij

de havenmond de randvoorwaarden te gelden die de warmtelast in relatie tot de omvang van het ontvangende watersysteem bepalen. Daarnaast moet rekening worden gehouden met een uitwisseling tussen het havenwater en het watersysteem en daarmee een beïnvloeding van de kwaliteit van het watersysteem door de kwaliteit van het havenwater. Een dergelijke benadering voor havens langs de kanalen is meestal niet mogelijk daar de havens dan veelal onderdeel uitmaken van het hoofdsysteem en gelijke functies en kwaliteitseisen gelden voor de havens en het kanaal.

In de zomer zal, indien de inlaattemperatuur hoger is dan 23 °C, het temperatuurverschil minder dan 7 °C dienen te zijn vanwege de onder 1 genoemde richtlijn. Voor zeecentrales koelend op brak of zoutwater geldt in de zomer maximaal 10 °C.

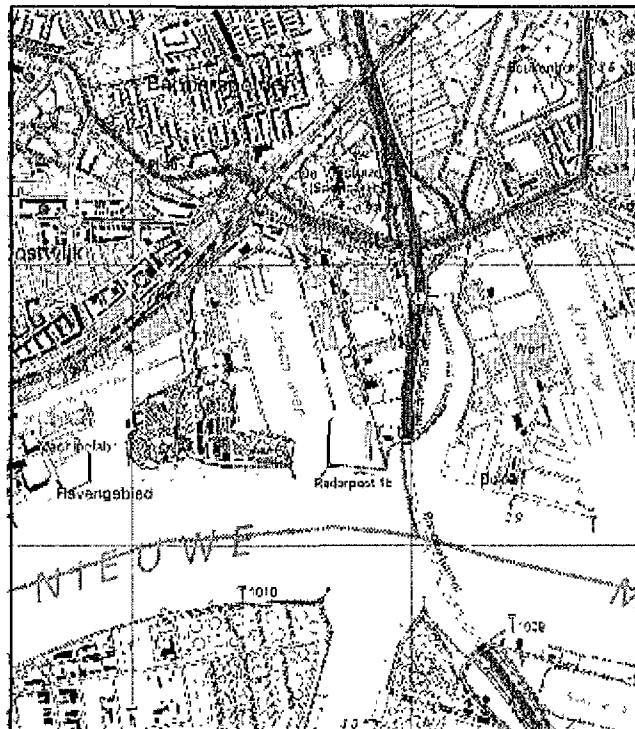
Bijlage 2

Detailkaarten van de 4 havens

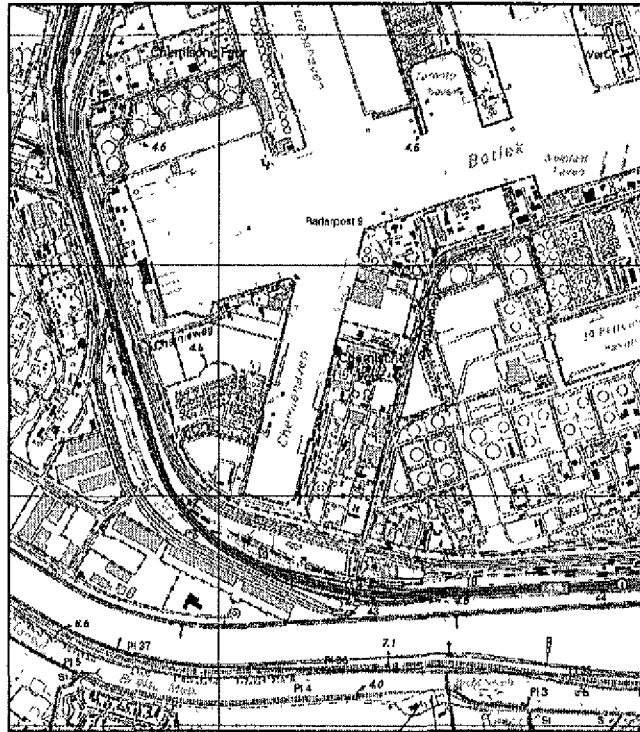
IJsselhaven en Keilehaven



Vulcaanhaven



Chemiehaven



bijlage 3

Schatting van de zoutgehaltes in de havens op basis van de metingen van de geleidbaarheid van het water.

Redeke (1948) heeft de volgende indeling gemaakt van zoete en brakke wateren op basis van het chloridegehalte:

Zoete wateren	-	Cl- < 100 mg/l
Brakke wateren	-	Oligohalien : 100 – 1000 mg Cl-/l
	-	Mesohalien : 1000 – 10.000 mg Cl-/l
	-	Polyhalien : 10.000 – 17.000 mg Cl-/l (17.000 = Saliniteit van 30 en is de waarde voor kustwater)
Zoute wateren	-	> 17.000 mg Cl-/l.

Om de havens globaal volgens de classificatie van Redeke te kunnen indelen zijn de gemeten minimum en maximum geleidbaarheidswaarden omgerekend naar chloridegehaltes. Dit heeft tot de volgende chloridehaltes geleid.

Tabel 8.2 Chloridegehaltes in de havenbekkens berekend op basis van metingen aan de geleidbaarheid.

haven	periode	0 – 8 m	> 8 m
Ijsselhaven	augustus	211- 380	400
	november	500	1700- 4850
Keilehaven	augustus	350	-
	november	500- 700	-
Vulcaanhaven	augustus	280	350- 900
	november	800- 1400	4000- 10500
Chemiehaven	augustus	1500-5000	5000- 11000
	november	1600-2000	4000- 10000

Bijlage 4

Totaallijst van voorkomende vissoorten in het benedenrivierengebied rondom de Nieuwe Waterweg. Gegevens afkomstig uit Stam *et al*, 1999a,b en Wiegerinck *et al*, 1996 en 1997.

Tabel 8.3 Totaallijst van vissoorten die in diverse bemonsteringen in het benedenrivierengebied zijn waargenomen

Klassificatie	RIVO	havens	Oude	Nw.
	Fuiken	kuil	Maas Kor	Waterweg Kor
zoetwatervissen				
alver <i>Alburnus alburnus</i>	X	X		
baars <i>Perca fluviatilis</i>		X	X	X
beekforel <i>Salmo trutta fario</i>	X			
blankvoorn <i>Rutilus rutilus</i>		X	X	X
brasem <i>Abramis brama</i>		X	X	X
hybriden <i>A. brama</i> x <i>R. rutilus</i>		X	X	X
karper <i>Cyprinus carpio</i>	X			
kolblei <i>Blicca bjoerkna</i>	X	X	X	X
kopvoorn <i>Leuciscus cephalus</i>	X			
kroeskarper <i>Carassius carassius</i>	X			
pos <i>Acerina cernuus</i>		X	X	X
regenboogforel <i>Salmo gairdneri</i>	X			
rietvoorn <i>Rutilus erythrophthalmus</i>	X			
roofblei <i>Aspius aspius</i>	X	X		
snoek <i>Esox lucius</i>	X			
snoekbaars <i>Stizostedion lucioperca</i>		X	X	X
winde <i>Leuciscus idus</i>	X	X	X	X
diadrome soorten				
aal <i>Anguilla anguilla</i>	X	X	X	X
driedoorn, Stekelbaars <i>Gasterosteus aculeatus</i>	X	X		
elft <i>Alosa alosa</i>	X			
fint <i>Alosa falax</i>	X	X		
grote marene <i>Coregonus lavaretus</i>	X	X		
rivierprik <i>Lampetra fluviatilis</i>	X	X	X	X
zeeprik <i>Petromyzon marinus</i>	X			
spiering <i>Osmerus eperlanus</i>	X	X	X	X
zalm <i>Salmo salar</i>	X			
zeeforel <i>Salmo trutta</i>	X			
steur (allcht.) <i>Acipenser sturio</i>	X			
estuariene residenten				
bot <i>Platichthys flesus</i>	X	X	X	X
botervis <i>Pholis gunnellus</i>	X			
diklip harder <i>Chelon labrosus</i>	X			
glasgrondel <i>Aphia minuta</i>		X	X	X
gr. Zeenaald <i>Syngnathus acus</i>	X			
harnasmannetje <i>Agonus cataphractus</i>	X		X	X
dikkopje <i>Pomatoschistus minutus</i>	X	X		
kl. zeenaald <i>Syngnathus rostellatus</i>	X	X		
koornaarvis <i>Atherina presbyter</i>	X			
puitaal <i>Zoacres viviparus</i>	X			
slakdolf <i>Liparis liparis</i>	X			
marien				

Klassificatie	RIVO	havens	Oude Maas Kor	Nw. Waterweg Kor
	Fuiken	kuil		
ansjovis <i>Engraulis encrasicolus</i>		X		
congeraal <i>Conger conger</i>	X			
driedradige meun <i>Gaidropsaris vulgaris</i>				X
geep <i>Belone belone</i>				
gevekte lipvis <i>Labrus bergylta</i>	X			
gew. Pitvis <i>Callionymus lyra</i>	X			X
grouwe poon <i>Eutrigla gurnardus</i>	X			
griet <i>Scophthalmus rhombus</i>	X			
haring <i>Clupea harengus</i>	X	X	X	X
hondshaai <i>Scyliorhinus canicula</i>	X			
horsmakreel <i>Trachurus trachurus</i>	X			
kabeljauw <i>Gadus morhua</i>	X	X		
kl. Pieterman <i>Echiichtys vipera</i>	X			
kleurige grondel <i>Pomatoschistus pictus</i>	X			
kliplipvis <i>Ctenolabrus rupestris</i>	X			
koolvis <i>Pollachius virens</i>	X			
makreel <i>Scomber scombrus</i>				
mul <i>Mullus surmuletus</i>	X			
rode poon <i>Trigla lucerna</i>				
schar <i>Limanda limanda</i>	X			X
schol <i>Pleuronectes platessa</i>	X		X	X
slijmvis <i>Lipophrys pholis</i>	X			
snotolf <i>Cyclopterus lumpus</i>	X			
sprot <i>Sprattus sprattus</i>		X		X
steenbolke <i>Trisopterus luscus</i>	X	X		X
tarbot <i>Scophthalmus maximus</i>	X			
tong <i>Solea solea</i>	X	X	X	X
vijfdr, meun <i>Ciliata mustela</i>	X			
vorskwab <i>Raniceps raninus</i>	X			
wijting <i>Merlangius merlangus</i>	X	X	X	X
zandspiering <i>Ammodytes tobianus</i>	X			
zeebaars <i>Dicentrarchus labrax</i>	X	X		X
zeedonderpad <i>Myoxocephalus scorpius</i>	X			X
zwarte grondel <i>Gobius niger</i>	X			
zwartooglipvis <i>Crenilabrus melops</i>	X			
aantal soorten	62	29	18	25