

Concept

Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat, RIKZ

Habitat analyse in het kader van de
Planstudie/MER voor Krammer,
Volkerak en Zoommeer

Rapport

juli 2006

Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat, RIKZ

Habitat analyse in het kader van de
Planstudie/MER voor Krammer,
Volkerak en Zoommeer

M. Haasnoot, K.E. van de Wolfshaar (ed.)

Rapport

juli 2006

Inhoud

| | | |
|----------|---|------------|
| 1 | Inleiding | 1—1 |
| | 1.1 Doelstelling | 1—1 |
| | 1.2 Leeswijzer | 1—2 |
| 2 | Methode | 2—1 |
| | 2.1 Dosis-effect keten | 2—1 |
| | 2.2 HABITAT instrument | 2—2 |
| 3 | Selectie KRW en VHR soorten | 3—1 |
| | 3.1 KRW en VHR doelstellingen | 3—1 |
| | 3.2 Soorten(groepen) in Habitat analyse | 3—2 |
| 4 | Habitat-modellen | 4—1 |
| | 4.1 Habitattypen | 4—1 |
| | 4.2 Ondergedoken waterplanten | 4—4 |
| | 4.3 Oevervegetatie | 4—11 |
| | 4.4 Vissen | 4—16 |
| | 4.5 Vogels | 4—23 |
| | 4.6 Noordse Woelmuis | 4—31 |
| 5 | Varianten | 5—1 |
| 6 | Resultaten | 6—1 |
| | 6.1 Huidige situatie | 6—1 |
| | 6.1.1 Milieucondities | 6—1 |
| | 6.1.2 Kaderrichtlijn Water | 6—3 |
| | 6.1.3 Habitatrichtlijn | 6—6 |
| | 6.1.4 Vogelrichtlijn | 6—9 |

| | | |
|------------------|--|------------|
| 6.2 | Zoete variant..... | 6—12 |
| 6.2.1 | Milieucondities..... | 6—12 |
| 6.2.2 | Kaderrichtlijn water..... | 6—15 |
| 6.2.3 | Habitatrichtlijn | 6—18 |
| 6.2.4 | Vogelrichtlijn..... | 6—21 |
| 6.3 | Zoute variant | 6—24 |
| 6.3.1 | Milieucondities..... | 6—24 |
| 6.3.2 | Kaderrichtlijn Water | 6—27 |
| 6.3.3 | Habitatrichtlijn | 6—32 |
| 6.3.4 | Vogelrichtlijn..... | 6—33 |
| 7 | Evaluatie varianten | 7—1 |
| 7.1.1 | Milieucondities..... | 7—1 |
| 7.1.2 | Effecten op ecologische doelstellingen | 7—2 |
| 8 | Reflectie..... | 8—1 |
| 9 | Referenties..... | 9—1 |
| Bijlage A | Vogels en hun habitateisen | A—1 |

I Inleiding

Met de totstandkoming van de integrale visie op de Deltawateren ‘De Delta in Zicht’ in 2003 is een proces in gang gezet dat het terugbrengen van estuariene dynamiek in de Delta tot doel heeft. Dit betekent ondermeer dat verbindingen tussen Deltawateren onderling en van de Deltawateren met de rivieren en de Noordzee verbeterd moeten worden. De nadere invulling hangt af van factoren als de afwatering van West-Brabant, de zoetwatervoorziening van de landbouw, de kwaliteit en kwantiteit van het rivierwater en economische gebruiksfuncties zoals recreatie en scheepvaart.

Het Volkerak-Zoommeer kampt de laatste jaren met overlast door blauwalgen, onder andere als gevolg van de aanvoer van meststoffen vanuit de Brabantse rivieren en het Hollandsch Diep. Door de omgeving rond het Volkerak-Zoommeer wordt aangedrongen op maatregelen om de overlast van blauwalgen te beperken of te voorkomen.

De problemen in het Volkerak-Zoommeer (VZM) staan momenteel zeer in de belangstelling. Het Directoraat-Generaal Water van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is samen met het Bestuurlijk Overleg Krammer-Volkerak (BOKV) het project Volkerak-Zoommeer gestart. Dit project heeft als doel structurele oplossingen voor de problematiek in het VZM te ontwikkelen, die op lange termijn (2040) tot een duurzaam functionerend ecosysteem in het Volkerak-Zoommeer leiden.

De beheerder, Rijkswaterstaat Directie Zeeland, laat in het kader van de Planstudie/MER en gerelateerde kosten-batenanalyse onderzoeken welke maatregelen, uitgaande van aanpassingen aan bestaande infrastructuur, genomen kunnen worden om de overlast van blauwalgen op de middellange termijn (tot het jaar 2015) zoveel mogelijk wordt te beperken. Bovendien moet een beschrijving en beoordeling van de effecten van deze maatregelen worden gemaakt zodat mede op basis hiervan een beargumenteerde keuze gemaakt kan worden om bepaalde maatregelen daadwerkelijk uit te voeren. Een consortium van Haskoning en WL | Delft Hydraulics voert deze opdracht uit.

Dit rapport beschrijft de effecten van de verschillende varianten op de instandhoudingsdoelen uit de Kaderrichtlijn Water, Vogel- en Habitatrichtlijn. Dit is gedaan voor een selectie van representatieve soorten met het instrument HABITAT, gebruik makend van resultaten uit de hydrologische analyse (Nolte et. al., 2006) en de waterkwaliteitsstudie (WL | Delft Hydraulics, 2006).

I.1 Doelstelling

Doel van de Habitatstudie binnen de Planstudie/MER Volkerak-Zoommeer is het inschatten van effecten van de verschillende varianten op het behalen van de doelstellingen genoemd binnen de Kaderrichtlijn Water, Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de methode voor de effectenanalyse, inclusief het HABITAT instrument. Hoofdstuk 3 beschrijft de ecologische doelstellingen voor het Volkerak-Zoommeer zoals beschreven in de Kaderrichtlijn Water, Vogel- en Habitatrichtlijn. Daar de ecologische doelen een groot aantal variabelen bevat, is een selectie van kenmerkende soorten en habitattypen gemaakt (hoofdstuk 3). Vervolgens is een set van effectrelaties (rekenregels) in het HABITAT instrument ingevoerd (hoofdstuk 4). De relaties zijn gebaseerd op literatuurstudie, regels uit de HABITAT kennisdatabase (uit andere projecten) en veldgegevens. Hoofdstuk 5 beschrijft de Planstudie/MER-varianten en hoofdstuk 6 de resultaten van de habitat-analyse voor deze varianten. In hoofdstuk 7 worden de effecten van de varianten voor het behalen van de Kaderrichtlijn Water, Vogel- en Habitatrichtlijn doelstellingen samengevat en bediscussieerd. Een reflectie op de resultaten is beschreven in hoofdstuk 8.

2 Methode

Voor de analyse van de effecten van de MER-varianten is gebruik gemaakt van zogenaamde dosis-effect keten benadering. Deze keten beschrijft de relatie tussen (veranderingen in) het waterbeheer en de abiotiek, zoals waterpeil, zoutgehalte en doorzicht, en vervolgens de effecten op de natuur. Voor de abiotiek wordt gebruik gemaakt van de resultaten van berekeningen met het Delft3D modelinstrumentarium (Nolte et. al., 2006). De effecten van de abiotiek op de natuur in termen van KRW en VHR-doelstellingen is gemodelleerd met het HABITAT instrument. Om de effecten van de ingreep te bepalen is een brede selectie van soorten gemaakt die samen een indruk geven van de ecologische effecten van maatregelen op de ecologische doelen uit de Kaderrichtlijn Water, Vogel- en Habitatrichtlijn.

Samenvattend zijn dus de volgende stappen doorlopen:

- analyse dosis-effect keten;
- selectie doelsoorten en –groepen;
- rekenregels op basis van dosis-effectketen en soorten;
- habitat analyse met het HABITAT instrument.

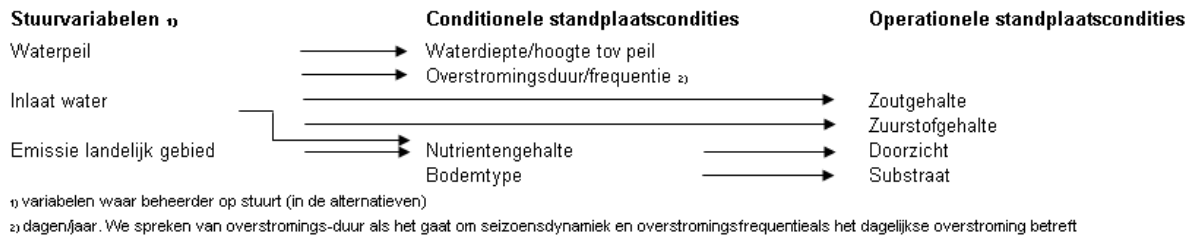
In de volgende paragrafen worden deze stappen toegelicht.

2.1 Dosis-effect keten

De belangrijkste stuurvariabelen die voortkomen uit de bandbreedte van de alternatieven in deze studie zijn:

- waterpeil (dynamiek);
- inlaat zout of zoet water om door te spoelen;
- emissie (landelijk gebied).

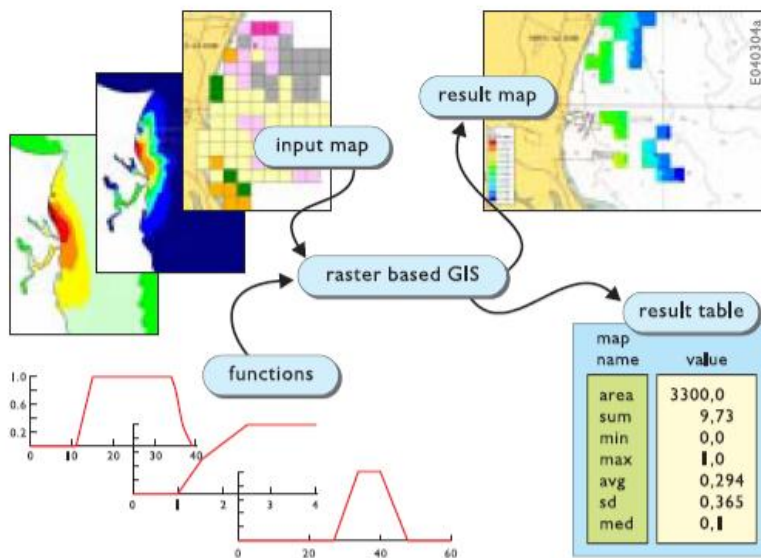
Deze stuurvariabelen hebben effect op de milieucondities die van invloed zijn op het voorkomen van soorten. Een stroomschema van deze stuurvariabelen en standplaatscondities is weergegeven in onderstaande figuur. Een ander waterpeil en dynamiek heeft tot gevolg dat de waterdiepte en overstromingsduur/frequentie verandert. De inlaat van zoet water kan het nutriëntengehalte veranderen. Ook emissie vanuit het landelijk gebied kan dit beïnvloeden. Inlaat van zout water beïnvloedt het zoutgehalte. In hoeverre de standplaatscondities veranderen, hangt af van de mate van menging met het nu aanwezige zoete water. Daarnaast resulteert de inlaat van zout water in stratificatie. Hierdoor zou in deze gebieden zuurstofloosheid kunnen optreden, wat kan leiden tot een kleiner areaal aan vishabitat. Indien de inlaat van zout omvangrijk is, zal het gehele Volkerak-Krammer gestratificeerd zijn, waardoor ook andere organismen, zoals mosselen, effecten ondervinden.



Figuur 2.1.1 Schematische weergave van de invoer en uitvoer voor de Habitat-analyse

2.2 HABITAT instrument

HABITAT is een op GIS gebaseerd modelinstrumentarium dat op een geïntegreerde en flexibele wijze het ecologisch functioneren van studiegebieden kan analyseren. GIS kaarten en informatie over de abiotische omgeving (o.a. output van modellen of veldmetingen) worden gecombineerd om ruimtelijke en kwantitatieve resultaten (in respectievelijk kaarten en tabellen) te genereren over te verwachten ecologische ontwikkelingen. HABITAT kan worden toegepast om de beschikbaarheid en de kwaliteit van leefgebieden voor individuele soorten te analyseren, maar ook om ruimtelijke eenheden (bv. habitattypen) in kaart te brengen dan wel de respons op menselijke ingrepen te voorspellen. Het instrument is ontwikkeld door WL | Delft Hydraulics en Rijkswaterstaat.



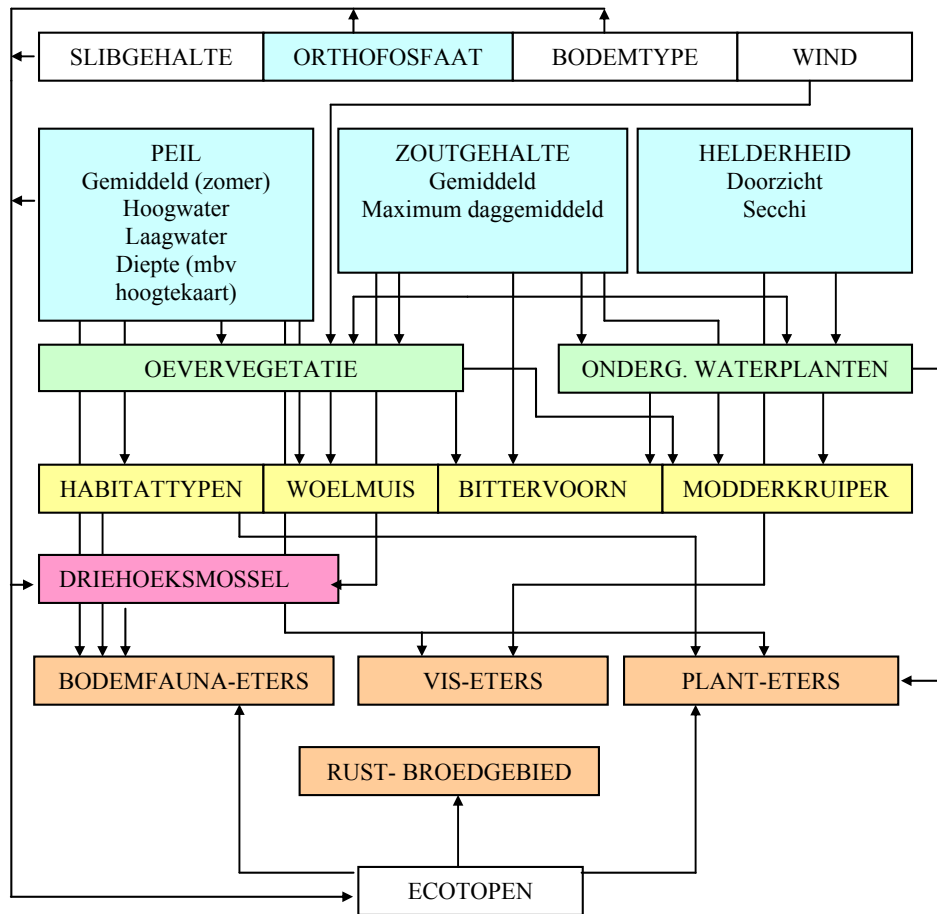
Gebruik HABITAT in de MER

Als eerste wordt het peilverloop in de meren omgezet naar een gemiddelde waterdiepte, waterdiepte bij hoog en bij laag water. Vervolgens wordt met behulp van rekenregels over de relatie tussen waterdiepte, zoutgehalte, doorzicht en zoutgehalte het voorkomen van waterplanten (ondergedoken waterplanten en oevervegetatie) bepaald. De bedekking aan waterplanten wordt gebruikt als input voor de habitatanalyse van de vissen. Samen met informatie over de waterdiepte en het zoutgehalte wordt het beschikbare areaal voor de geselecteerde vissoorten bepaald. Het veranderen van het areaal habitattypen uit de Habitatrichtlijn wordt bepaald aan de hand van de huidige ecotopenkaart, waterdiepte en

zoutgehalte. Voor de Noordse woelmuis zal met de huidige ecotopenkaart (voorkomen riet en grasland), de modelresultaten over het voorkomen van oevervegetatie en de overstromingsfrequentie worden gekeken of het areaal natte riet-, gras- en hooilanden zal veranderen. Voor de vogels zal afhankelijk van de indicatorgroep gebruik worden gemaakt van waterdiepte, zoutgehalte, ecotopenkaart, waterplanten, driehoeksmosselen en doorzicht. Figuur 2.1.1 geeft een schematische weergave van de invoer en de uitvoer voor de verschillende richtlijnen. De modellering is gedaan op basis van een gridgrootte van 5x5 m.

Samengevat zijn de volgende kaarten als invoer gebruikt voor de habitatmodellen:

- gemiddelde waterdiepte zomer half jaar (april - september) voor o.a. waterplanten en broed en rust functie;
- waterdiepte 95% percentiel (95% van tijd is waterstand lager dan deze waterdiepte), representatief voor hoogste waterstand) voor o.a. oevervegetatie en broed en rustfunctie vogels;
- waterdiepte 5% percentiel (5% van de tijd is waterstand lager dan deze waterdiepte, representatief voor laagste waterstand) voor o.a. oevervegetatie en broed en rustfunctie vogels;
- orthofosfaatgehalte gemiddelde voor voorkomen driehoeksmossel;
- gemiddeld zoutgehalte over het jaar in de onderste laag, voor driehoeksmossel die weer input is voor vogels;
- gemiddeld zoutgehalte april - september, voor waterplanten;
- maximum zoutgehalte van daggemiddelde in periode april - september, voor waterplanten en habitattypen;
- maximum zoutgehalte van daggemiddelde over het hele jaar, voor oevervegetatie;
- percentage invallend licht dat de bodem bereikt, voor ondergedoken waterplanten (stratificatie meegenomen);
- gemiddeld zoutgehalte over een jaar, voor mosselen, oevervegetatie en vissen;
- doorzicht, voor vogels.



- Externe invoer
- Delft3D-DBS invoer*
- Kaderrichtlijn Water
- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn

Figuur 2.2.1 Schematische weergave van de invoer en uitvoer voor de Habitat-analyse. De waterdieptes bij gemiddeld, hoog en laagwater zijn berekend in habitat mbv een hoogtekaart van 5x5 m.

3 Selectie KRW en VHR soorten

Om de effecten van de ingrepen te bepalen is eerst een brede selectie van soorten gemaakt die samen een indruk geven van de ecologische effecten van maatregelen op de ecologische doelen uit de Kaderrichtlijn Water, Vogel- en Habitatrichtlijn en nationaal beleid. Dit hoofdstuk beschrijft de selectie van soorten en habitattypen.

3.1 KRW en VHR doelstellingen

Kernopgave Natura2000 Landschap

Elk Natura 2000 gebied (zo ook het Volkerak-Zoommeer) is onderdeel van een Natura 2000 Landschap. Voor elk Landschap zijn kernopgaven geformuleerd waarmee het, evenals de Natura 2000 gebieden, een specifieke bijdrage levert aan de instandhouding van de biodiversiteit. De kernopgave voor het Volkerak-Krammer-Zoommeer – als onderdeel van het Natura 2000 Landschap ‘Noordzee, Waddenzee en Delta’ – is vijf-ledig:

De Natura2000 doelen in het Krammer-Volkerak zijn:

- zoet-zout overgang Oosterschelde: Herstel zoet-zout overgang Oosterschelde via Volkerakmeer naar Zoommeer;
- voortplantingshabitat: Herstel ongestoorde rustplaatsen en optimaal voortplantingshabitat voor bontbekplevier, strandplevier, kluut, dwergstern en visdief;
- broedgelegenheid en foerageergebied: behoud habitat broedvogels als dwergstern, visdief, lepelaar, foerageergebied voor ganzen.

De Natura2000 doelen in het Zoommeer:

- hoogwatervluchtplaats vogels: behoud en herstel ongestoorde hoogwatervluchtplaatsen;
- binnendijkse brakke gebieden: behoud en ontwikkeling van kwaliteit binnendijkse brakke gebieden voor broedvogels (kluut) en als hoogwatervluchtplaats.

VHR en KRW (instandhoudings)doelen

Naast de kernopgaven zijn instandhoudingsdoelen geformuleerd voor habitattypen en soorten. Voor elk habitatype en elke soort is een concept-instandhoudingsdoel aangegeven per richtlijngebied. Deze concept-instandhoudingsdoelen zijn kwalitatief beschreven in termen van uitbreiding, verbetering, behoud en herstel van oppervlakte en kwaliteit of in termen van uitbreiding leefgebied en/of verbetering kwaliteit voor behoud of uitbreiding populatie (soorten). Met behulp van het HABITAT instrument is gekeken of en in welke mate het potentiële areaal met een bepaald habitatype of het potentieel geschikte habitat voor soorten gelijk blijft, toe- of afneemt.

Voor de Kaderrichtlijn Water moet nog het ecologisch potentieel worden vastgesteld. Wel is bekend wat de referentie watertypen zijn voor het Krammer-Volkerak en Zoommeer (meertype M20: matig grote diep gebufferde meren). De beschrijving van de referentie geeft aan welke soorten positief beoordeeld worden en kunnen dus gebruikt worden om een inschatting te krijgen voor het behalen van de KRW-doelstellingen.

Aanliggende Natura 2000 gebieden

De effecten van de varianten op omliggende gebieden zal kwalitatief worden geschat aan de hand van de resultaten van HABITAT, de hydrologische en waterkwaliteitsmodellen en de verzamelde kennis over het habitatgebruik. Het is mogelijk dat soorten uit het studiegebied wegtrekken naar aanliggende Natura 2000 gebieden waardoor de druk op deze gebieden groter kan worden. Dit zal worden gedaan in een expert-workshop.

3.2 Soorten(groepen) in Habitat analyse

Het volgende deel van deze paragraaf geeft een overzicht welke doelstellingen en soorten zijn meegenomen in de Habitat-analyse. Deze doelstellingen en soorten vormen een kenmerkende selectie binnen de doelstellingen genoemd in de Kaderrichtlijn Water, Habitatrictlijn en Vogelrichtlijn.

Habitattypen

De instandhoudingsdoelen van de Habitatrictlijn in het Krammer-Volkerak omvatten de volgende habitattypen:

- H1310 Zilte pionierbegroeiingen: Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia* ssp. en andere zoutminnende soorten;
- H1330 Schorren en zilte graslanden: Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritima*);
- H6430 Ruigten en zomen: Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones. Subtype A&B.

Als voorstel bij de instandhoudingdoelen wordt nog genoemd:

- H2190 Vochtige duinvalleien;
- H91E0 Vochtige alluviale bossen: Bossen op alluviale grond met *Alnus glutinosa* en *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).

Waterplanten

Wat betreft waterplanten worden binnen de KRW drie deelmaatlatten gebruikt. Voor de soortensamenstelling van macrofyten en de abundantie van groeivormen zijn inmiddels, in opdracht van RIZA, rekenregels gemaakt door WL (Penning et.al.,2006.). Het betreft de volgende indicatoren:

- ondergedoken waterplanten;
- drijvende waterplanten;
- helofyten;
- soortensamenstelling van macrofyten.

Het areaal drijfbladplanten is alleen in zoete watersystemen een deelmaatlat. Voor zwakbrakke en zoute wateren valt deze deelmaatlat buiten beschouwing, omdat drijfbladplanten niet in deze systemen gevonden worden. Ook in de huidige situatie worden in het Volkerak-Zoommeer geen drijfbladplanten gevonden, waarschijnlijk vanwege de zandige bodem. Het is dan ook niet te verwachten dat drijfbladplanten hier op korte tot middenlange termijn een belangrijk areaal zullen gaan innemen.

Bij een zoute variant is er zeegras te verwachten (Experts workshop). De volgende soorten ondergedoken waterplanten zijn te verwachten in de zoute variant: *Zostera marina*, *Z. noltii* en *Ruppia maritima*.

Vissen

De Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper worden genoemd als doelsoorten in de Habitatrichtlijn. Beide soorten prefereren ondiep plantenrijk water. Aangezien het gemiddelde peil in het VZM nagenoeg gelijk blijft zullen vooral veranderingen in het bedekkingspercentage met aquatische vegetatie die bij de alternatieven optreden sturend zijn voor het voorkomen van deze soorten. Hiernaast is voor de Bittervoorn de aanwezigheid van zoetwatermosselen van groot belang voor de voortplanting. Dit zal worden meegenomen via het zoutgehalte waar zoetwatermosselen nog bij kunnen voorkomen.

Binnen de Kaderrichtlijn Water worden de volgende indicatoren gebruikt voor het biologische kwaliteitselement vis van het meertype M20 (matig grote diep gebufferde meren):

- aandeel baars en blankvoorn (%);
- aandeel brasem (%);
- aandeel plantminnende vis (%);
- aandeel zuurstoftoleranten (%);
- soortenaantal.

In het kader van het DGW-project beleidstools KRW heeft Witteveen en Bos (2004) op basis van veldgegevens van meren empirische relaties uitgewerkt voor de verschillende deelmaatlaten voor vis in meren.

De beoordeling van vis in grote brakke wateren gebeurt op basis van de soortensamenstelling en de abundantie van vier soortgroepen (tabel 4.4.3, Van der Molen & Pot, 2006):

- diadrome soorten (CA);
- estuarien residente soorten (ER);
- marien juveniele soorten en mariene seizoensgasten (MJ+MS);
- zoetwatersoorten (Z1+Z2).

Vogels

In het studiegebied bevinden zich verschillende rustplaatsen die mogelijk door een verandering in overstromingsfrequentie zullen worden beïnvloed. We maken onderscheid tussen open water, hoogwatervluchtplaatsen en de altijd droge gebieden. Voor broedvogels is het areaal permanent droogvallende zandplaten, schorren en graslanden van belang. Het areaal open water (voor vis- en voor plant-etende vogels), slikken (voor bodemfauna-eters) en schorren en graslanden (voor plant-etende vogels zoals ganzen) is van belang als foerageergebied. Daarnaast is een verandering van geschikt areaal voedselhabitat voor vis-eters die jagen op zicht of bodemfauna-eters mogelijk (via een ander doorzicht). Ook kan een zoute of zoete variant leiden tot andere vis- en bodemfaunasoorten, waardoor het voedselhabitat ongeschikt kan worden. Navraag bij experts van RIZA heeft geleerd dat hier nog onvoldoende kennis over is om de voedselbeschikbaarheid van vissen mee te nemen in de modellering. Er is onvoldoende kennis over of vogels bijvoorbeeld bij het verdwijnen van zoete soorten overschakelen naar zoute soorten. Wel zal hierover zo veel mogelijk een kwalitatieve beschrijving worden gegeven. Voor de helderheid van het water zal wel een indicatie worden meegenomen. De volgende groepen zijn meegenomen in de analyse:

- bodemfauna-eters: waterpeil tussen +0,2 en -0,2 m NAP (o.a. plevieren);
- bodemfauna-eters: waterpeil tussen -0,2 en -3 m NAP en aanwezigheid driehoeksmosselen (duikeenden);
- vis-eters: waterpeil tussen 0,0 en -0,2 m (reigerachtigen);
- vis-eters: waterpeil tussen 0,2 en -0,5 m (grotere reigers);
- vis-eters: waterpeil tussen 0,2 en -5,0 m. Afhankelijk van het doorzicht vallen hier verschillende vogelsoorten onder (o.a. Fuut en Zaagbek als zichtjager);
- planten-eters: waterdiepte < 0,2 m;
- planten-eters: waterdiepte tussen 0,2 en 0,5 m & voorkomen waterplanten (grondel/ganzen);
- planten-eters: waterdiepte tussen 0,5 en 1 m & voorkomen waterplanten (zwanen);
- planten-eters: waterdiepte tussen 1 en 2 m (duikeend/meerkoet);
- broedfunctie: permanent droge zandplaten, schorren, graslanden;
- rustfunctie: open water, droogvallende slikken.

Er wordt alleen gekeken naar watervogels en niet naar overige vogels (zoals roofvogels) daar het habitat van deze vogels niet noemenswaardig zal worden beïnvloed door de alternatieven.

Zoogdieren

De Noordse woelmuis is het enige zoogdier dat als instandhoudingsdoel wordt genoemd. De soort komt voor op natte tot zeer natte terreinen zoals moerassen, rietlanden, drassige hooilanden en oevervegetaties. Als er geen concurrentie is met de Aardmuis komt de soort ook voor in drogere biotopen. Om de effecten op deze soorten te bepalen is het nodig te weten of deze natte habitattypen zullen veranderen in oppervlak.

Overzicht soorten

Onderstaande tabel geeft aan welke doelsoorten worden meegenomen in de modellering.

Doelsoorten **Aanwezig in gebied** in Habitat
Habitatrichtlijntypen en soorten Zoommeer Krammer
 volkerak modellering

| Soortnr | Soort/habitatype | Zoommeer | Krammer volkerak | |
|---------|------------------------------|----------|---------------------|----|
| H1310 | Zilte pionierbegroeiingen | - | x | ja |
| H1330 | Schorren en zilte graslanden | - | x | ja |
| H6430 | Ruigten en zomen | - | x | ja |
| H1134 | Bittervoorn | - | x | ja |
| H1149 | Kleine Modderkruiper | - | x | ja |
| H1340 | Noordse woelmuis | - | x | ja |

Vogelrichtlijnsoorten

Soortnr Soort/habitatype

| Soortnr | Soort/habitatype | Zoommeer | Krammer volkerak | |
|---------|---------------------|----------|---------------------|-----|
| A391 | Aalsolver | x | x | nee |
| A048 | Bergeend | x | x | ja |
| A137 | Bontbekplevier | x | x | ja |
| A045 | Brandgans | x | x | ja |
| A067 | Brilduiker | - | x | ja |
| A081 | Bruine kiekendief | - | x | nee |
| A195 | Dwergstern | - | x | ja |
| A005 | Fuut | x | x | ja |
| A043 | Grauwe gans | x | x | ja |
| A156 | Grutto | - | x | ja |
| A183 | Kleine mantelmeeuw | - | x | ja |
| A026 | Kleine zilverreiger | x | x | ja |
| A037 | Kleine zwaan | - | x | ja |
| A132 | Kluut | x | x | ja |
| A041 | Kolgans | - | x | ja |
| A051 | Krakeend | x | x | ja |
| A061 | Kuifeend | x | x | ja |
| A034 | Lepelaar | x | x | ja |
| A125 | Meerkoet | x | x | ja |
| A069 | Middelste zaagbek | - | x | ja |
| A054 | Pijlstaart | x | x | ja |
| A046 | Rotgans | x | x | ja |
| A130 | Scholekster | x | - | ja |
| A103 | Slechtvalk | - | x | nee |
| A056 | Slobeend | x | x | nee |
| A050 | Smient | x | x | ja |
| A169 | Steenloper | - | x | ja |
| A138 | Strandplevier | x | x | ja |
| A059 | Tafeleend | - | x | ja |
| A162 | Tureluur | - | x | ja |
| A094 | Visarend | - | x | nee |
| A193 | Visdief | x | x | nee |
| A052 | Wintertaling | x | x | ja |

| Doelsoorten Habitatrichtlijntypen en soorten | | Aanwezig in gebied | | in Habitat modellering |
|---|--|--------------------|---------------------|---------------------------|
| | | Zoommeer | Krammer volkerak | |
| A176 | Zwartkopmeeuw | x | x | ja |
| Kaderrichtlijnwater soorten | | | | |
| Soortnr | Soort/habitatype | | x | |
| M20 | Ondiep water met drijvende waterplanten | x | x | ja |
| M20 | Ondiep water met ondergedoken waterplanten | x | x | ja |
| M20 | Ondiep water met helofyten | x | x | ja |
| M20 | aandeel baars+blankvoorn % | x | x | ja |
| M20 | aandeel brazem % | x | x | ja |
| M20 | aandeel plantminnende vis % | x | x | ja |
| M20 | aandeel zuurstoftoleranten % | x | x | ja |
| M20 | soortenaantal | x | x | ja |
| M32 | areal zeegras | - | - | ja |
| M32 | areal zeesla | - | - | nee |

4 Habitat-modellen

Dit hoofdstuk beschrijft de habitat-modellen inclusief de rekenregels. De modellen worden beschreven per doelstelling of soort.

4.1 Habitattypen

Argumentatie voor keuze

Instandhoudingsdoelstelling van de Habitatrichtlijn in het Krammer-Volkerak.

Habitattypen

H1310: Eenjarige pioniersvegetatie van slik- en zandgebieden met *Salicornia* ssp. en andere zoutminnende soorten.

Dit habitatype omvat pioniersbegroeiing langs de kust, op de grens van land en zee. Met name in de getijdenzone op slikken en zandvlakten, maar ook op wat hoger gelegen plaatsen die nog net door de hoogste waterstanden worden bereikt, komt dit type voor. Kenmerkend voor dit habitatype zijn langarige zeekraal, kortarige zeekraal, schorrenkruid, zeevetmuur en hertshoornweegbree. Zeekraal is een belangrijke voedselbron voor verschillende (trek-) vogelsoorten. Het habitatype komt in goed ontwikkelde vorm voor in alle luwe kustzones van het Waddengebied en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Een relatief groot oppervlak aan zeekraal-begroeiing wordt aangetroffen in de Grevelingen op drooggevallen, voormalige zandplaten. In verschillende beschrijvingen wordt aangegeven dat dit habitatype ter hoogte van de gemiddelde waterlijn voorkomt, een zone die regelmatig met zoutwater overstroomt. De in de literatuur aangegeven chloride-gehalten verschillen en variëren tussen 0.3 gCl/L tot 70 gCl/L (Hansson Ecodata 2005, Janssen, J.A.M. en Schaminée, J.H.J. 2003, Meulen, van der, Y.A.M. 1997, Schaminée, J.H.J. et al. 1998).

H1330: Schorren en zilte graslanden: Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritima*)

Dit type habitat omvat buitendijkse schorren die met regelmaat door zeewater worden overspoeld en binnendijkse gebieden die onder invloed staan of gestaan hebben van zout water. Kenmerkende soorten voor dit habitatype zijn lamsoor, gewoon kweldergras, gewone zoutmelde en strandkweek. De schorren vormen een belangrijk broed- en rustgebied voor veel vogelsoorten en een belangrijk voedselgebied voor diverse ganzen- en eendensoorten maar ook hazen en konijnen grazen er met regelmaat. Ook komen er insecten voor die zich op deze planten hebben gespecialiseerd, zoals de endemische schorviltbij.

Dit habitatype komt voor in een zone van nabij de gemiddelde hoogwaterlijn tot aan de voet van lage duintjes en aan de voet van dijken, waarbij de overstromingsfrequentie kan variëren van regelmatig tot incidenteel. Ook dit vegetatie type is zoutminnend en komt voor in een zout of sterk brak milieu met een chloridegehalte van meer dan 5 gCl/L (Hansson Ecodata 2005, Janssen, J.A.M. en Schaminée, J.H.J. 2003, Meulen, van der, Y.A.M. 1997, Schaminée, J.H.J. et al. 1998).

H6430 A: Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones type A

Het habitatype komt voor langs oevers van rivieren, beken en sloten en in verlaten vochtige graslanden. Veelvoorkomende soorten van dit vegetatietype zijn lange ereprijs en moeraswolfsmelk. Dit type vegetatie kan in het rivierengebied zonder beheer vrij snel overgaan in struweel of moerasbos. In zoetwatergetijdengebieden wordt bosvorming waarschijnlijk voorkomen door kruie ijs, waardoor ook zonder beheer dit type in stand blijft. De grondwaterspiegel bevindt zich onder het maaiveld en de zone waar dit type voorkomt wordt zelden overstroomd. Het habitatype staat onder invloed van zoet water met een chloridegehalte minder dan 0.25 gCl/L (Hansson Ecodata 2005, Janssen, J.A.M. en Schaminée, J.H.J. 2003, Meulen, van der, Y.A.M. 1997, Schaminée, J.H.J. et al. 1998).

H6430 B: Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones type B.

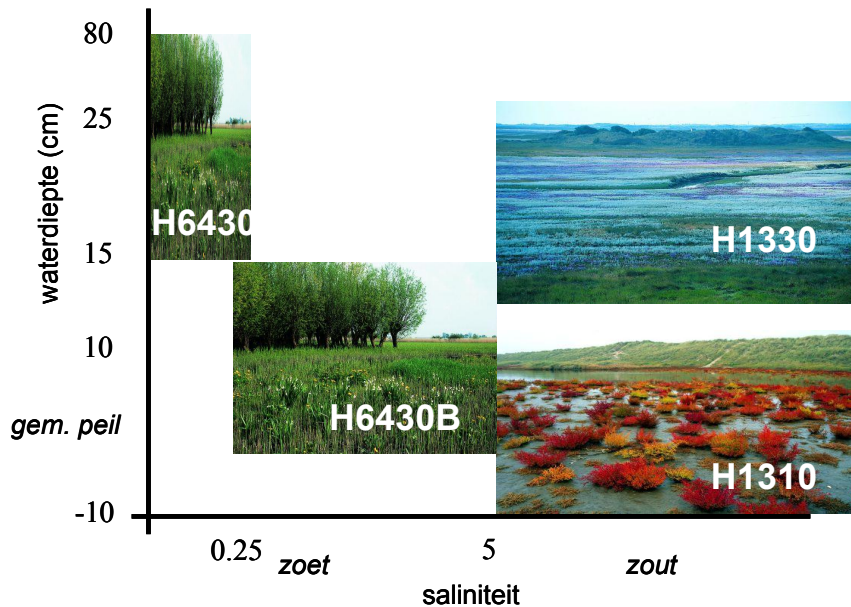
Dit type komt voor aan de randen van matig brakke tot vrijwel zoete wateren, in laagveengebieden en het zoetwatergetijdengebied. Typische soorten zijn Moerasmelkdistel, Heemst en Echt lepelblad. Het habitatype beperkt zich vrijwel tot Nederland en sommige soorten die hierin voorkomen worden in hun voortbestaan bedreigd, onder andere door het verdwijnen van de getijdeninvloed. De belangrijkste beheersmaatregelen zijn niets doen of incidenteel maaien. Het habitatype komt voor nabij de gemiddelde waterlijn en wordt regelmatig overspoeld. De in de literatuur genoemde zoutgehaltes verschillen per sub-gemeenschap, maar geen enkele gemeenschap van dit habitatype komt voor bij gehalten hoger dan 5 gCl/L (Hansson Ecodata 2005, Janssen, J.A.M. en Schaminée, J.H.J. 2003, Meulen, van der, Y.A.M. 1997, Schaminée, J.H.J. et al. 1998).

Rekenregels

In de onderstaande tabel en figuur staan voor elk habitatype de waarden zoals ze zijn gebruikt in de rekenregels (tabel 4.1.1 en figuur 4.1.1). Deze waarden zijn gebaseerd op zowel kwalitatieve beschrijvingen als kwantitatieve gegevens gevonden in de verschillende literatuur. De peilfluctuatie en het peil zullen weinig extremen vertonen aangezien deze met beheersmaatregelen gereguleerd worden. De overstromingsfrequentie, welke nauw samenhangt met het waterpeil, is daarom niet meegenomen als aparte rekenregel. Deze ligt reeds besloten in de rekenregel van het waterpeil.

Tabel 4.1.1 Rekenregels voor habitattypen.

| Habitatype | | minimaal | maximaal |
|----------------|-------------|-------------------|-------------------|
| H1310 | saliniteit | > 5.0 gCl/L | |
| | waterdiepte | gem. peil - 10 cm | gem. peil + 10 cm |
| H1330 | saliniteit | > 5.0 gCl/L | |
| | waterdiepte | gem. peil + 10 cm | gem. peil + 25 cm |
| H6430 A | saliniteit | | < 0.25 gCl/L |
| | waterdiepte | gem. peil + 15 cm | gem. peil + 80 cm |
| H6430 B | saliniteit | | < 5.0 gCl/L |
| | waterdiepte | gem. peil - 5 cm | gem. peil + 15 cm |

**Figuur 4.1.1.** Schematische weergave van de rekenregels voor habitattypen met betrekking tot zoutgehalte en diepte.

Onzekerheden

De veelal kwalitatieve omschrijving van ecologie van de verschillende habitattypen maakt het lastig om tot kwalitatieve rekenregels te komen.

Validatie

Voor de validatie van deze rekenregels is een RWS-ecotopenkaart uit 1997 beschikbaar (afkomstig van RIZA). In deze kaart zijn ecotopen geïdentificeerd volgens het meren ecotopenstelsel. Een vergelijking van het voorkomen van de zoete habitattypen met het voorkomen van ecotopen die slikken en zandgebieden representeren dan wel de schorren en graslanden is mogelijk. Echter, dit komt niet altijd overeen. Bijvoorbeeld, de Krammerse slikken staan geïdentificeerd als kale grond, terwijl dat nu niet meer zo is.

4.2 Ondergedoken waterplanten

Inleiding

Het areaal ondergedoken waterplanten is één van de deelmaatlaten voor het biologisch kwaliteitselement ‘macrofyten en fyto benthos’ binnen de KRW. Binnen de maatlat is het lichtklimaat de enige factor die het areaal ondergedoken waterplanten in zoete systemen bepaalt. Aan de hand van een referentiedoorzicht wordt het maximaal begroeibaar areaal bepaald. Dit wordt vergeleken met het huidige areaal en het verschil in procenten hiertussen wordt gebruikt om de huidige status van het waterlichaam te beschrijven.

Standplaatsfactoren

De volgende standplaatsfactoren zijn van belang bij de groei van ondergedoken waterplanten:

- Macrofytengroei wordt in zoete Nederlandse meersystemen voornamelijk bepaald door het lichtklimaat;
- Het type sediment en zoutgehalte zijn voornamelijk van invloed op de soortensamenstelling, en niet zozeer op het totale areaal aan ondergedoken waterplanten;
- Strijklengte wordt niet als een belemmerende factor gezien voor ondergedoken waterplanten;
- Peilfluctuatie wordt in deze rekenregel buiten beschouwing gelaten, omdat alleen naar het permanent geïnundeerde gebied wordt gekeken. Als door getij het lichtklimaat aan schommelingen onderhevig blijkt te zijn, dan wordt voorgesteld een gemiddelde extinctie per dag te berekenen;
- Graas door herbivore vogels vormt op ondiepe delen eventueel een belemmering, maar wordt hier verder buiten beschouwing gelaten.

Effecten bij verandering van zoet naar zout

Bij een verandering van zoet naar brak of zout water zal de soortensamenstelling veranderen. De soortensamenstelling behorend bij het zoete meertype M20 zal overgaan in een soortensamenstelling behorend bij het meertype M32 (grote brakke tot zoute wateren). In zoute systemen is de soortenrijkdom veel lager dan in zoete wateren, maar dit is een natuurlijk verschijnsel. *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Ruppia maritima*. en *Ulva* sp. worden verwacht in zoute omstandigheden.

Bij een verandering van een zoet naar een zout systeem is het van belang dat de zaadbank voor zouttolerante soorten nog aanwezig is, als een snelle vestiging van deze soorten gewenst is. Voor het Volkerak-Zoommeer is echter geen goede zaadbank aanwezig, omdat de overlevingsduur van zaden van te verwachten soorten (*Zostera marina* en *Zostera noltii*) niet groter is dan een jaar. De enige manier om *Zostera* terug te krijgen in het Volkerak-Zoommeer onder zoute omstandigheden zou het enten met een nieuwe zaadbank zijn. Er is in de Oosterschelde een zeer kleine populatie zee gras aanwezig maar de kans dat zaad hiervandaan op de juiste plaats in het Volkerak-Zoommeer komt wordt zeer klein geacht.

Een plotselinge omslag van zoet naar zout of grote wisselingen in het zoutgehalte gedurende het seizoen zal zorgen voor het afsterven van de zoete vegetatie. Stratificatie van zout en zoet water moet dan ook in kaart worden gebracht.

De veranderingen in het lichtklimaat als gevolg van verzilting komen voornamelijk voort uit een verandering in de nutriëntenvrucht binnen het systeem en de daarmee samenhangende groei van algen. Deze wordt berekend met Delft3D-DBS en dient als invoer voor HABITAT.

In het zoute scenario zou het Volkerak-Zoommeer gebied geschikt kunnen worden voor het voorkomen van zeegras. In het gebied zou groot zeegras, *Zostera marina*, klein zeegras, *Zostera noltii*, en de soort *Ruppia* voor kunnen komen.

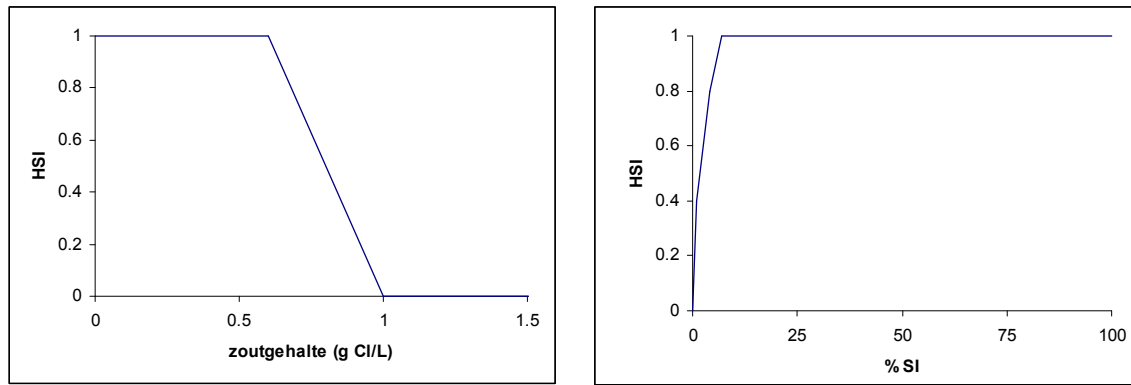
Voor het voorkomen van zeegrassoorten zijn het zoutgehalte en de hoeveelheid licht op de bodem van belang, maar ook de stroomsnelheid kan een belangrijke rol spelen in de aan- en afwezigheid van zeegras. Deze laatste parameter speelt echter in het Volkerak-Zoommeer geen belangrijke rol omdat deze reeds een geschikte waarde heeft. Zoutgehalte en beschikbaarheid van licht op de bodem zijn opgenomen als rekenregel om de habitat geschiktheid van het Volkerak-Zoommeer te bepalen voor de hier boven genoemde drie soorten.

Het percentage licht dat de bodem bereikt speelt een belangrijke rol in het voorkomen van waterplanten. Dit percentage wordt uitgedrukt als %SI (% Surface Irradiance; het percentage van het licht aan het wateroppervlak dat de bodem bereikt) Omdat deze parameter geen standaard uitvoer van Delft3D-DBS is, is deze berekend op basis van twee variabelen die wèl door Delft3D-DBS worden berekend: de totale licht extinctie (k) en de diepte (H). In Habitat is vervolgens de gewenste kaart gemaakt op basis van de volgende formule: $\%SI = \exp(-k \cdot H)$.

Rekenregels

Zoetwaterminnende ondergedoken waterplanten

De ondergedoken waterplanten zijn zeer gevoelig voor het zoutgehalte. Vanaf een zoutgehalte van 0.6 gCl/L neemt de geschiktheid af, en bij 1 gCl/L is de geschiktheid nul (figuur 4.2.1, linker paneel). Waterplanten hebben een minimum percentage licht nodig dat de bodem bereikt. Vanaf 7% SI is het areaal optimaal geschikt (figuur 4.2.1 rechter paneel) (Penning et. al 2006).



Figuur 4.2.1 Rekenregels voor het zoutgehalte (links) en het percentage licht dat de bodem bereikt (rechts) voor de ondergedoken waterplanten (M30).

Zoutminnende ondergedoken waterplanten

Zostera marina

De hoeveelheid licht die nodig is voor de groei van *Zostera marina* is veelvuldig bestudeerd, op verschillende locaties en omstandigheden. De minimum eis voor licht varieert tussen de 11 en 37% SI (% Surface Irradiance) (Tabel 4.2.1).

Tabel 4.2.1 Literatuur overzicht van de minimum licht behoefte van *Zostera marina*.

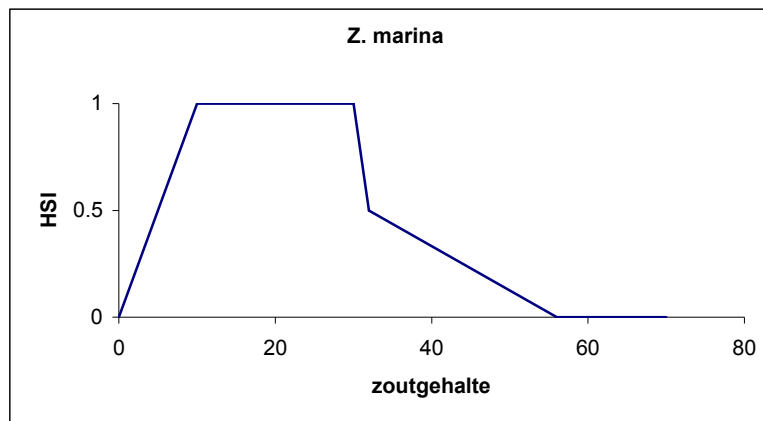
| Seagrass species | %SI | Location | Reference |
|-----------------------|------|------------------------|-----------------------------|
| <i>Zostera marina</i> | 11 | New Hampshire, USA | Short et al., 1995 |
| <i>Zostera marina</i> | 18.2 | Japan | Duarte, 1991 |
| <i>Zostera marina</i> | 18.6 | Woods Hole, USA | Dennison, 1987 |
| <i>Zostera marina</i> | 19.4 | Roskilde, Denmark | Borum, 1983 |
| <i>Zostera marina</i> | 20 | Chesapeake Bay, USA | Dennison et al., 1993 |
| <i>Zostera marina</i> | 20 | Long Island Sound, USA | Burkholder and Doheny, 1968 |
| <i>Zostera marina</i> | 20.1 | Kattegat, Denmark | Ostenfeld, 1908 |
| <i>Zostera marina</i> | 20.6 | Denmark | Duarte, 1991 |
| <i>Zostera marina</i> | 25 | York River, VA (USA) | Moore, 1991 |
| <i>Zostera marina</i> | 29.4 | Netherlands | Duarte, 1991 |
| <i>Zostera marina</i> | 35.7 | Long Island Sound, USA | Koch and Beer, 1996 |
| <i>Zostera marina</i> | 37 | California, USA | Backman and Barilotti, 1976 |

Het blijkt dat voor het percentage licht op de bodem minimaal een waarde van 11% SI bereikt moet worden omdat anders massale sterfte optreedt. Hogere waarden die in de literatuur als minimum worden aangemerkt hebben betrekking op uitbreiding van het zeegrasveld en bloei. Waarden lager dan 37%SI maar hoger dan 11%SI kunnen deze processen beïnvloeden maar zullen geen substantiële sterfte veroorzaken (figuur 4.2.2).



Figuur 4.2.2 Rekenregel voor het percentage licht dat de bodem bereikt voor *Z. marina*.

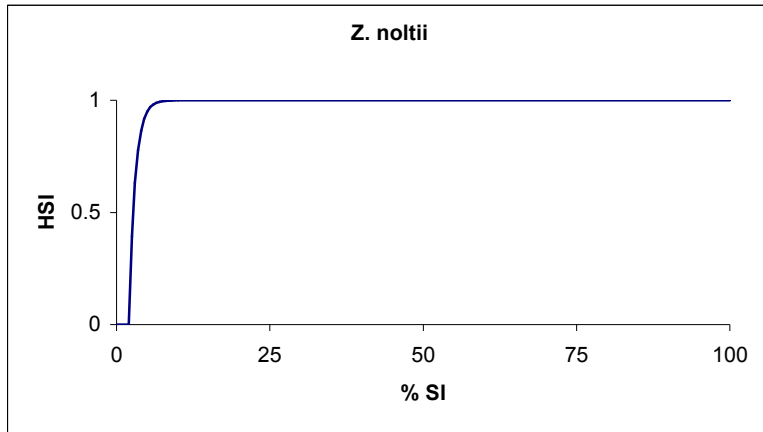
De Jong et al (2005) geven als zoutgehaltenes voor *Zostera marina* een minimum van 16 ppt en een optimum tussen 20 en 30 ppt. Den Hartog (1970) geeft een minimum van 5 ppt dat nog door *Zostera marina* wordt getolereerd. Meer specifieke studies wijzen uit dat groei van vegetatieve delen en bloei optimaal zijn bij 10 tot 30 ppt, terwijl het ontkiemen van de zaden bij waarden tussen de 4 en 9 ppt optimaal zou zijn (Burrell and Schubel 1977) (figuur 4.2.3).



Figuur 4.2.3 Rekenregel voor het zoutgehalte voor *Zostera marina*.

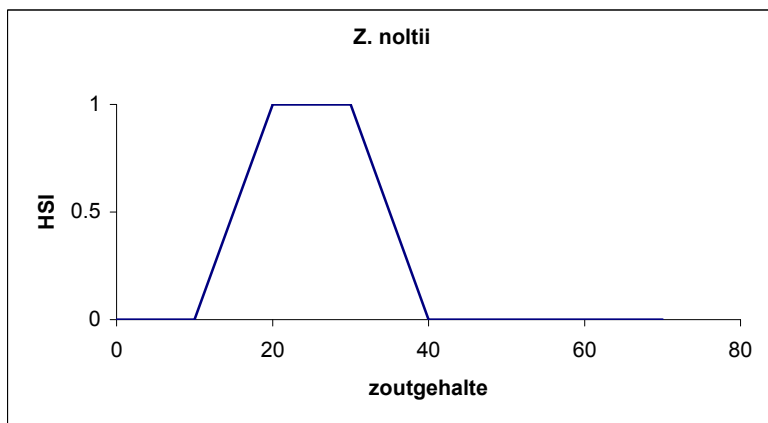
Zostera noltii

Er is weinig onderzoek gedaan naar de eisen van *Zostera noltii* wat betreft licht. Peralta et al. (2002) geven een minimum waarde van 2%SI, gemeten in Spanje, maar volgens de zelfde studie kan *Zostera noltii* ook lagere waarden tolereren mits deze situatie niet langer duurt dan twee weken. *Zostera noltii* kan dus kortdurende periodes van hoge turbiditeit overleven (figuur 4.2.4).



Figuur 4.2.4 Rekenregel voor het percentage licht dat de bodem bereikt voor *Z. noltii*.

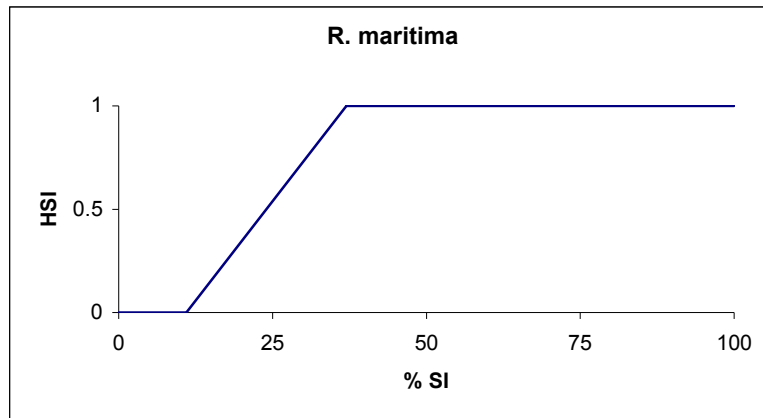
Zostera noltii kan bij zowel lage als hoge zoutgehaltes voorkomen. Als minima zijn waarden gevonden van 9-10 ppt (Davison & Hughes 1998, Den Hartog 1970) en 16 ppt (De Jong et al. 2005), terwijl de gemeten maxima waarbij *Zostera noltii* nog voorkomt variëren tussen de 29 ppt en 54 ppt (De Jong et al. 2005, Van Lent et al. 1991) (figuur 4.2.5).



Figuur 4.2.5 Rekenregel voor het zoutgehalte voor *Z. noltii*.

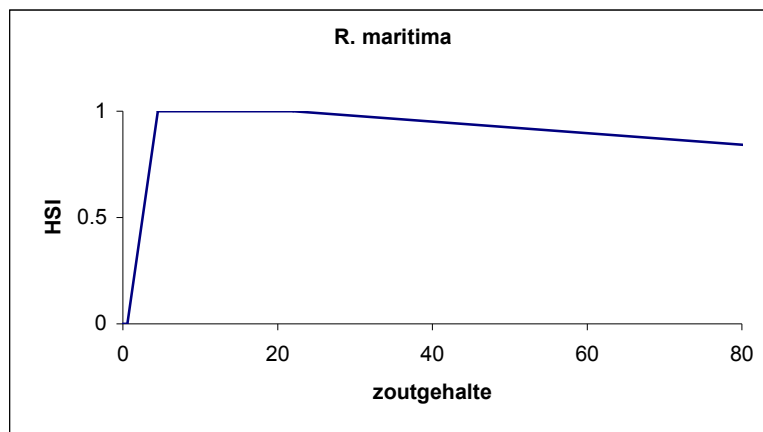
Ruppia maritima

Over de licht tolerantie van *Ruppia maritima* is weinig bekend, maar uit de met name kwalitatieve beschrijvingen blijkt dat *Ruppia maritima* veel licht nodig heeft (Kantrud 2004). Om deze reden is de rekenregel voor licht tolerantie van *Zostera marina* toegepast op die van *Ruppia maritima* (expert judgement) (figuur 4.2.6).



Figuur 4.2.6 Rekenregel voor het percentage licht dat de bodem bereikt voor *Ruppia maritima*

Met behulp van tabel 5 in Kantrud (2004) is een habitat geschiktheids regel gemaakt voor zout tolerantie voor *Ruppia maritima*. De vele referenties in deze tabel geven een brede range van zoutgehaltes waarvoor *Ruppia maritima* is waargenomen. *Ruppia maritima* komt voor in gebieden met zoutgehaltes variërend van 0.6 gCl/L tot 360 gCl/L (Kantrud 2004) (figuur 4.2.7).



Figuur 4.2.7 Rekenregel voor het zoutgehalte voor *Ruppia maritima*.

Onzekerheden

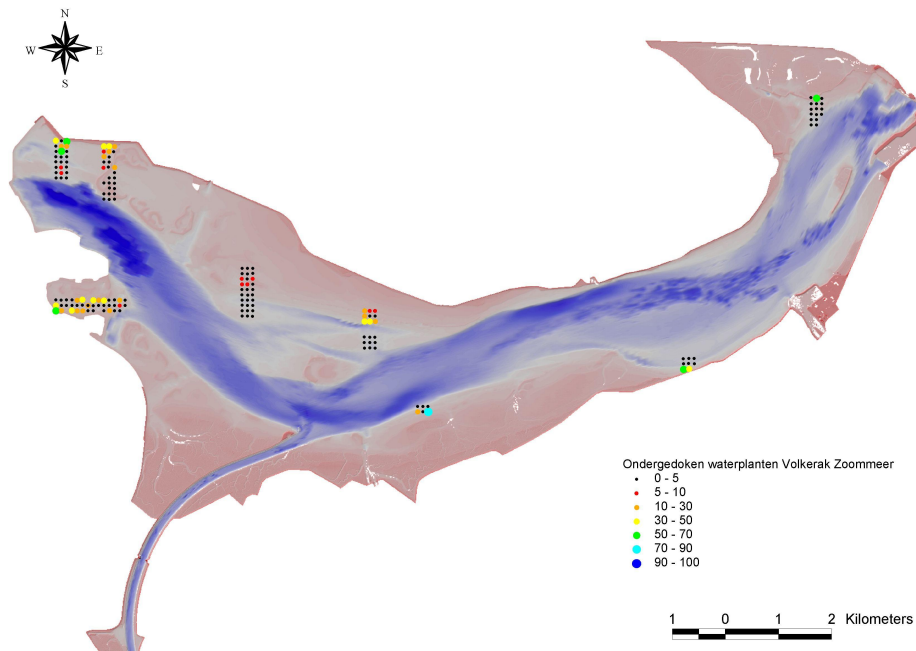
Deze rekenregel is getest voor het IJsselmeergebied en het Friese boezemmeer De Leijen (Penning et al, 2006). De rekenregel voorspelt in de meeste omstandigheden een iets groter areaal dan in werkelijkheid wordt gevonden (gemiddeld ongeveer 20% afwijking). Waarschijnlijk spelen andere factoren, zoals graas, hydromorfologische druk (scheepvaart, golfslag etc.) een extra rol, die locatieafhankelijk een negatief effect heeft op het totale areaal. De rekenregel kan goed worden gebruikt voor een eerste inschatting van het potentiële areaal.

Kennisleemte

Sommige plantensoorten (met name de Caulescente Angiospermen, zoals *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*) kunnen dusdanig in lengtegroei investeren dat ze met zeer lage lighthoeveelheden toekunnen. Kleinblijvende macrofyten zijn eerder gebaat bij hogere lichtbeschikbaarheid op grotere diepte. De exacte vereisten van deze verschillende groeivormen voor lichtbeschikbaarheid is niet goed bekend, al zijn er wel enkele onderzoeken bekend (Chambers en Kalf, 1985; Middelboe en Markager, 1997; Schwarz, et al 2000). De nu gestelde 4% lijkt een aannemelijke maat voor een algemene uitspraak van de totale bedekking ongeacht het type groeivormen. Voor de zoute submergente planten is met name weinig bekend over *Ruppia maritima*.

Validatie

Op een beperkt aantal punten is het bedekkingspercentage van de ondergedoken waterplanten (M30) bemonsterd (afkomstig van RIZA) (figuur 4.2.8). Ook is er een ecotopenkaart beschikbaar met het voorkomen van ondergedoken waterplanten (M30) en riet (figuur 4.2.9). Het bemonsteren van het voorkomen van de ondergedoken waterplanten is slechts op beperkte plaatsen gedaan. De rekenregels zijn voor andere gebieden wel gevalideerd met uitzondering van de rekenregel voor het zoutgehalte (Penning et. al 2006).



Figuur 4.2.8 Meetgegevens van ondergedoken waterplanten (bron: RIZA).



Figuur 4.2.9 Ecotopen kaart met in groen ondergedoken waterplanten en in rood riet.

4.3 Oevervegetatie

Argumentatie voor keuze

Het areaal oevervegetatie dat wordt gebruikt voor de maatlat ‘areaal oevervegetatie’ binnen de KRW is gedefinieerd als het deel van de oevervegetatie tussen het hoog en laagwaterpeil. Alle oevervegetatie die niet wordt overstroomd door het oppervlaktewater wordt buiten beschouwing gelaten. Binnen deze rekenregel is dit areaal enigszins aangepast, door al het potentiële areaal beneden de maximale hoogwatergrens in beschouwing te nemen. Het effect van graas door ganzen is niet opgenomen in deze analyse omdat er niet voldoende informatie beschikbaar is over de exacte locaties waar graas voorkomt.

Standplaatsfactoren

Het areaal oevervegetatie wordt bepaald via de bepaling van het areaal beneden de hoogwatergrens, de maximale diepte van voorkomen bij gemiddeld peil, de saliniteit, de strijklengte en het bodemtype.

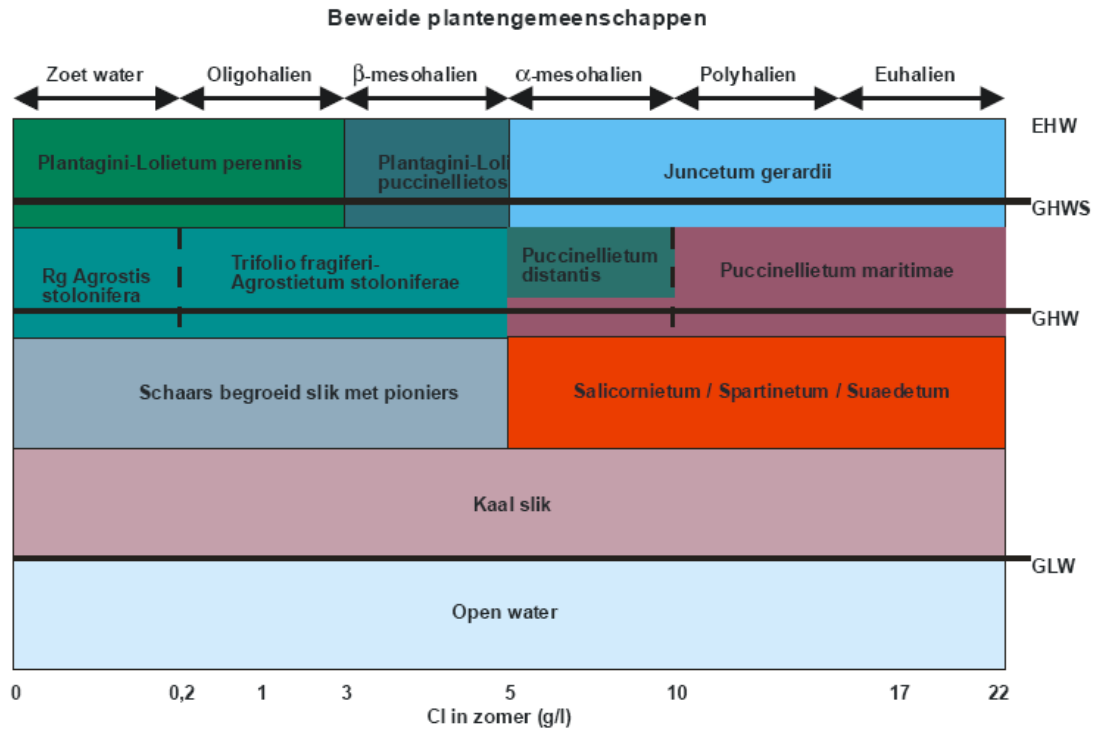
Effecten van zout op oevervegetatie

De effecten van verzilting op de oevervegetatie komen vooral tot uitdrukking in een verandering in soortensamenstelling. Van zoete rietkragen treedt een langzame verschuiving naar kweldervegetatie op. Daarom is hieronder een kort overzicht gegeven van informatie uit twee belangrijke bronnen voor de effecten van verzilting.

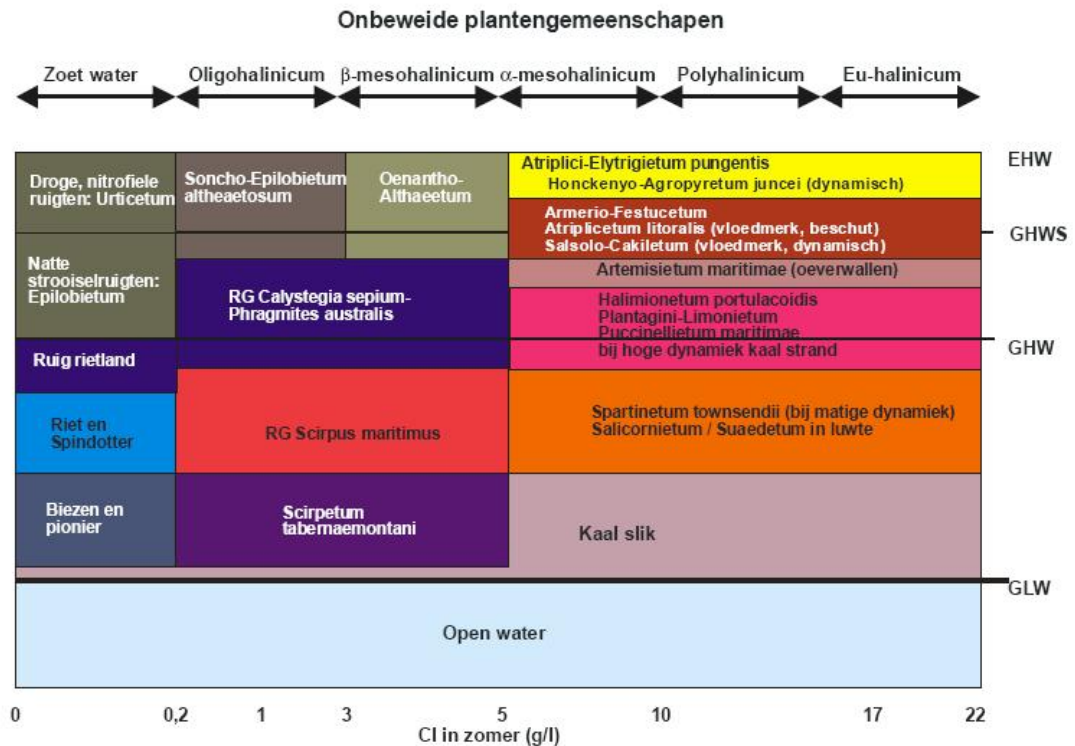
Hansson ecodata (2005) heeft een model gedefinieerd voor vegetatie van de voordelta van het Haringvliet. Uit het bijbehorende rapport zijn onderstaande 2 figuren overgenomen, samen met een tabel van de waarden van het bijbehorende getij. Uit deze figuren blijkt begrazing een cruciale rol te spelen op de slikken en schorren in de voordelta van het Haringvliet (Kwade hoek en Slufter). Hansson ecodata onderscheidt in de hun beschikbare data de volgende klassen zoutgehaltes: oligohalien (0,2-3 gCl/L), mesohalien (3-10 gCl/L) en euhalien (> 17gCl/L), waarbij de klasse tussen 10 en 17 gCl/L ontbreekt in de data.

| Metingen Haringvliet 10 (HA -10) | |
|---|---------------------------------------|
| GHW | NAP + 124 cm |
| GLW | NAP - 88 cm |
| Slotgemiddelden 1991 (getijboekje) | |
| Gemiddeld tij | HW = NAP + 126 cm LW = NAP - 89 cm |
| Springtij | HW = NAP + 150 cm LW = NAP - 93 cm |
| Doodtij | HW = NAP + 114 cm LW = NAP - 80 cm |

Tabel 3: Waterstanden meetstation Haringvliet-10



Afbeelding 4: Schema voor de beweide vegetatie in de voordelta van het Haringvliet.



Afbeelding 3: Schema voor de onbeweide vegetatie in de voordelta van het Haringvliet.

Uit ter Heerdt (1995) is de ecologische range voor verschillende soorten overgenomen (ecologische range: de in het veld verwachte range van voorkomen), waarbij er een opvolging is in soorten volgens de reeks: Grote lisdodde < Kleine lisdodde < Mattenbies < Ruwe biezen < Heen < Riet (tabel 4.3.1).

Tabel 4.3.1 Ecologische range (ter Heerdt, 1995).

| Ecologische range (ter Heerdt, 1995) | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-----------------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|
| Chloridegehalte (g/l) | | 0 / 1 | 0,5 / 3 | 3 / 5 | 5 / 7 | 7 / 9 | 9 / 12 | 12 / 16 | 16 / 23 |
| Riet | | | | | | | | | |
| | kieming | ? | ? | ? | ? | ? | | | |
| | groei/overleving kiemplanten | ? | ? | ? | ? | | | | |
| | groei/overleving volwassenplanten | | | | | | | | |
| Mattenbies | | | | | | | | | |
| | kieming | ? | ? | | | | | | |
| | groei/overleving kiemplanten | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving volwassenplanten | | | | | | | | |
| Ruwe Bies | | | | | | | | | |
| | kieming | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving kiemplanten | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving volwassenplanten | | | | | | | | |
| Heen (<i>Scirpus maritimus</i> var <i>maritimus</i>) | | | | | | | | | |
| | kieming | ? | ? | | | | | | |
| | groei/overleving kiemplanten | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving volwassenplanten | | | | | | | | |
| Grote lisdodde | | | | | | | | | |
| | kieming | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving kiemplanten | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving volwassenplanten | | | | | | | | |
| Kleine lisdodde | | | | | | | | | |
| | kieming | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving kiemplanten | ? | | | | | | | |
| | groei/overleving volwassenplanten | | | | | | | | |

Legenda:

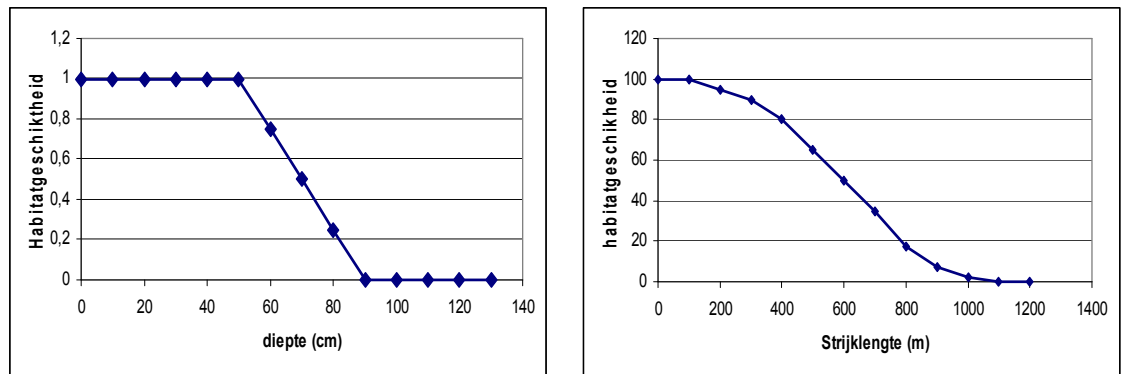
| | |
|---|------------------|
| | geschikt |
| | matig geschikt |
| | niet geschikt |
| ? | onbekend/onzeker |

Bij 0,5 gCl/L ontstaat een omslag punt waarboven de habitatgeschiktheid voor zoete oevervegetatie afneemt. De soortenrijkdom zal boven de 0,5 gCl/L afnemen en slechts enkele soorten zullen stand houden (ontstaan van uitgestrekte rietkragen). Om dit onderscheid te kunnen maken tussen zout-intolerantie soorten en zout-tolerantie soorten (bijvoorbeeld riet), is er voor de zoete oevervegetatie een onderverdeling gemaakt in intolerante en tolerante vegetatie. Boven de 10 gCl/L zal een rietkraag het afleggen tegen zoutminnende soorten van de kwelders en schorren.

Rekenregels

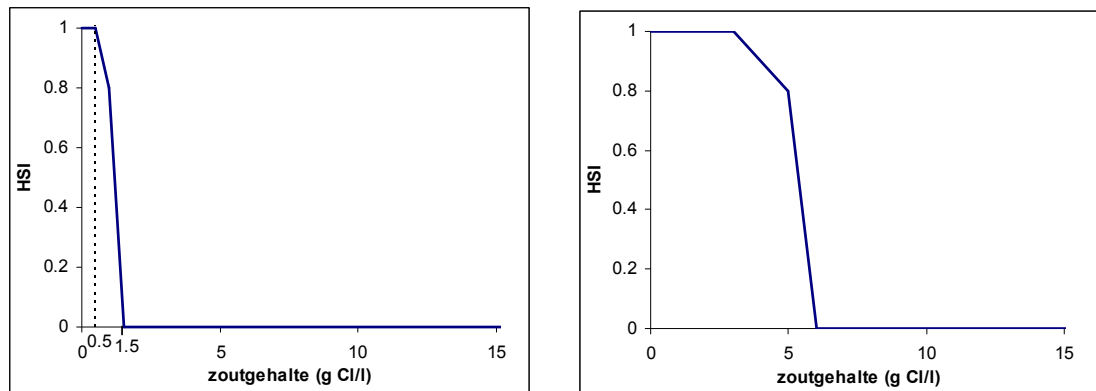
De rekenregel voor strijklengte is gebaseerd op expert judgement via een gepubliceerd systeem (Coops, 2004) (figuur 4.3.1, rechter paneel). De rekenregel voor diepte is gebaseerd op een veralgemenisering van Coops, (1999, 2004) en is opgesteld ten opzichte van de gemiddelde diepte (figuur 4.3.1, linker paneel). De rekenregel voor diepte wordt opgebouwd

uit twee delen: areaal oevervegetatie beslaat het areaal beneden de gemiddelde hoogwaterlijn (GHW) en de habitatgeschiktheid neemt af met toenemende diepte, waarbij wordt uitgegaan van een gemiddeld peil als nul-waarde.

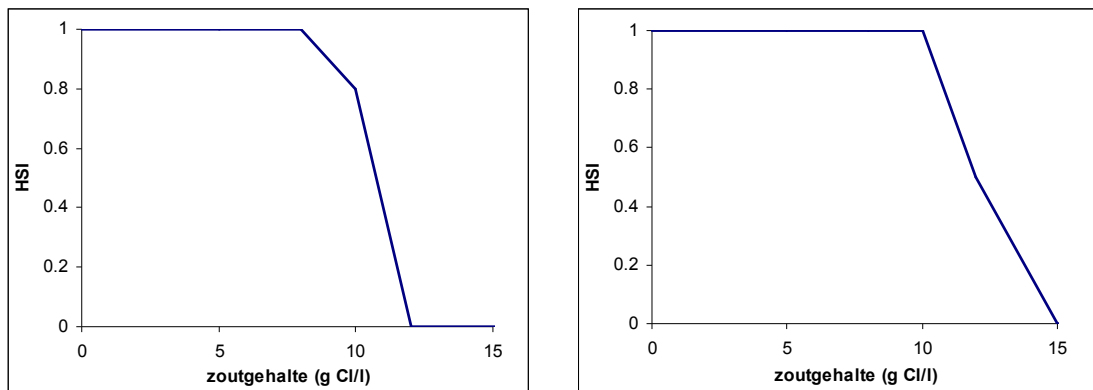


Figuur 4.3.1 Rekenregels voor diepte (links) en strijklengte (rechts) voor oevervegetatie.

De rekenregel voor zoutgehalte is gebaseerd op een veralgemenisering van Ter Heerd (1995) en Hansson ecodata (2005). Er wordt onderscheid gemaakt tussen zout-intolerante (figuur 4.3.2) en zouttolerante oevervegetatie (figuur 4.3.3).



Figuur 4.3.2 Rekenregels voor zoutgehalte voor zout-intolerante soorten: links het gemiddelde zoutgehalte en rechts het maximale zoutgehalte gedurende 1 dag.



Figuur 4.3.3 Rekenregels voor zoutgehalte voor zout-tolerante soorten: links het gemiddelde zoutgehalte en rechts het maximale zoutgehalte gedurende 1 dag.

Onzekerheden

De rekenregels zijn bruikbaar voor een grove inschatting van de potenties voor areaal met oevervegetatie. Er bestaat slechts een beperkte mogelijkheid voor het bepalen van de oorzaak van een verschil met de daadwerkelijke toestand.

Kennisleemte

Er bestaat een verschil tussen het zoutgehalte in het oppervlaktewater en het zoutgehalte in de bodem. Ten tijde van droogval kan het zoutgehalte in de toplaag van de bodem door evaporatie sterk toenemen. Het is onduidelijk hoe sterk dit zijn weerslag heeft op het vegetatietype en er is vrijwel geen data beschikbaar over deze parameter.

Er is weinig inzicht in de flexibiliteit van soorten om korte tot middellange (enkele uren tot dagen) periodes met een hoger zoutgehalte te overleven.

Validatie

Voor validatie van het voorkomen van riet is de ecotopenkaart van 1997 beschikbaar (figuur 4.2.9). Dit is echter één van de soorten die zijn meegenomen in de analyse voor oevervegetatie en niet te onderscheiden in de resultaten van de analyse. Daar komt bij dat de ecotopenkaart is verouderd en dus slechts in beperkte mate bruikbaar is voor de validatie van de rekenregels voor oevervegetatie.

4.4 Vissen

Argumentatie voor keuze

De Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper zijn doelsoorten in de Habitatrichtlijn voor een zoet Volkerak-Zoommeer. Voor een zout Volkerak-Zoommeer zijn geen doelsoorten geformuleerd.

Stuurvariabelen

Zoet

De ontwikkeling van de visgemeenschap in meren is nauw gerelateerd aan de stuurvariabelen doorzicht en het bedekkingspercentage van waterplanten. De Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper (Habitatrichtlijnsoort voor een zoet Volkerak-Zoommeer) prefereren beiden zoet ondiep plantenrijk water. Daarnaast is voor de Bittervoorn de aanwezigheid van zoetwatermosselen (*Unio* en *Anodonta* soorten) van groot belang voor de voortplanting. Een aantal van deze mosselsoorten komt algemeen voor in Nederland, echter in Zeeland ontbreken deze soorten of zijn er geen meldingen van voorkomen (Gittenberger et al., 2004). De zouttolerantie van de mosselsoorten is 1-1.6 gCl/L. Bij hogere zoutgehalten zullen deze voor de Bittervoorn belangrijke zoetwatermosselen afwezig zijn.

Binnen de KRW-maatlat vis in meren (Van der Molen & Pot, 2006) worden vier indicatoren onderscheiden die elk een deel van de visgemeenschap weerspiegelen:

- *Brasem*. Het aandeel brasem neemt in het algemeen toe met de voedselrijkdom van een water. Een zeer sterke dominantie van brasem is kenmerkend voor voedselrijke, troebele en vegetatiearme wateren.
- *Baars+blankvoorn*. Het aandeel van de eurytopen baars en blankvoorn in de visgemeenschap neemt toe in heldere (vaak diepere) wateren met veel of weinig ondergedoken vegetatie maar met een gering aandeel oeverzone.
- *Plantminnende vis*. Plantminnende soorten (snoek, ruisvoorn, zeelt, kroeskarper, bittervoorn, gibel, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, tiendoornige stekelbaars, vetje) komen relatief meer voor in wateren met een groot aandeel ondergedoken- en oevervegetatie en/of overstromingsvlaktes.
- *Zuurstoftolerante vis*. De zuurstof-, pH- en temperatuurtolerante soorten (zeelt, grote modderkruiper, kroeskarper) hebben een voorkeur voor plaatsen met een hoge zuurstofdynamiek zoals ondiep water in verlandingszones.

Aangezien het peil in het Volkerak-Zoommeer nagenoeg gelijk blijft zullen vooral veranderingen in het bedekkingspercentage met aquatische vegetatie (gerelateerd aan doorzicht) die bij de alternatieven optreden sturend zijn t.a.v. de hierboven beschreven Habitatrichtlijn en KRW indicatoren.

Zout

De belangrijkste stuurvariabelen voor de visgemeenschap in zoute meren zijn het zoutgehalte en mate van connectiviteit met de (Noord)zee. Bij een laag zoutgehalte (tot 3 gCl/L) kunnen zouttolerante zoetwatersoorten nog voorkomen. Bij een gering zoutgehalte (3-10 gCl/L) zullen met name zouttolerante estuarien residente en mariene soorten zoals Bot, Brakwatergrondel, Dikkopje, Schol, Tong, Harder en juveniele Haring en Sprot voorkomen. Bij een sterke verhoging van het zoutgehalte (> 10 gCl/L) zullen ook de mariene en estuariene soorten die voorkomen bij hogere zoutgehaltes hun intrede doen. De aanwezigheid van de diadrome trekvissoorten zoals paling, driedoornige stekelbaars, zalm, zeeforel, rivierprik en zeeprrik zal bepaald worden door de grote van de zoetwaterlokstroom in/uit het meer en door de mate van connectiviteit tussen het meer en het bovengelige stroomgebied en de zee.

De zoutwatertoevoer voor de zoute variant zal vanuit de Oosterschelde plaatsvinden. Op basis van de zoutgehaltepreferenties van de soorten uit de visgemeenschap van de Oosterschelde kan een indicatie gegeven worden voor de visgemeenschap die in het VZM bij een zoute variant zal ontstaan.

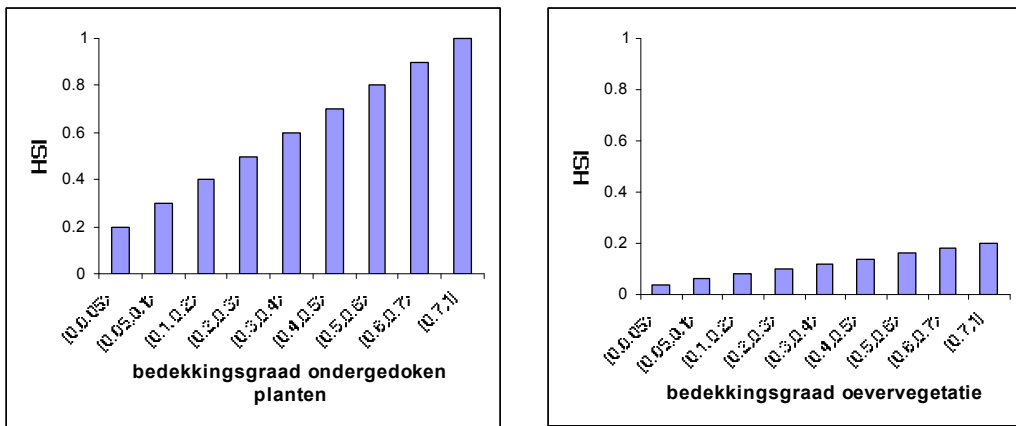
Rekenregels

Er is gebruik gemaakt van twee typen rekenregels. Voor de habitatrichtlijnsoorten Kleine Modderkruiper en Bittervoorn is gebruik gemaakt van rekenregels die gebaseerd zijn op de Habitatmodellen van de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (Schouten 1992a & 1992b)). Deze zijn gebruikt in de Habitatanalyse. Voor de ecologische KRW-beoordeling is gebruik gemaakt van de maatlat vis in matig grote diepe meren en de rekenregels voor vis

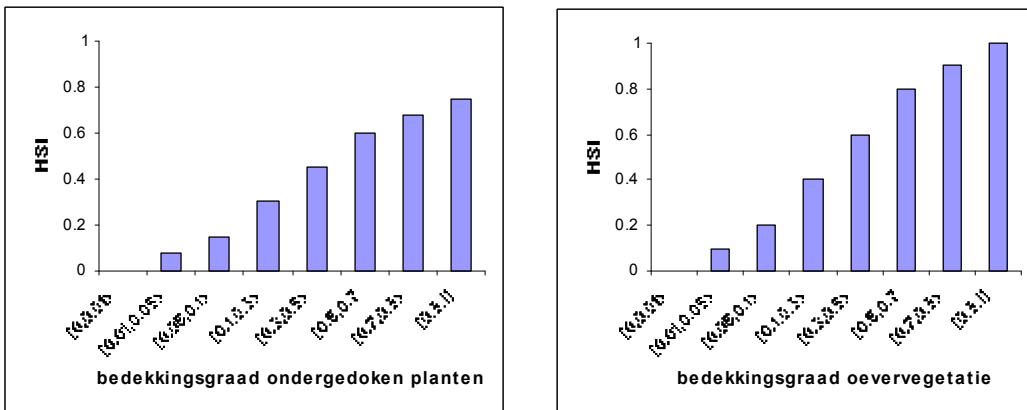
in matig grote meren die zijn opgesteld door Witteveen en Bos (Van der Molen & Pot, 2006; Schep & Jaarsma, in prep.).

Habitatanalyse HR-soorten Kleine Modderkruiper en Bittervoorn

De habitatgeschiktheidindex voor Kleine Modderkruiper en Bittervoorn wordt bepaald op basis van de variabelen zoutgehalte, diepte en bedekkingspercentage met waterplanten (oevervegetatie, ondergedoken of geen waterplanten). Voor het voorkomen van waterplanten is de habitatgeschiktheid gerelateerd aan het bedekkingspercentage. Als er meerdere soorten waterplanten op één plaats voorkomen dan wordt het bedekkingspercentage van de waterplantensoort die het meest abundant is meegenomen.

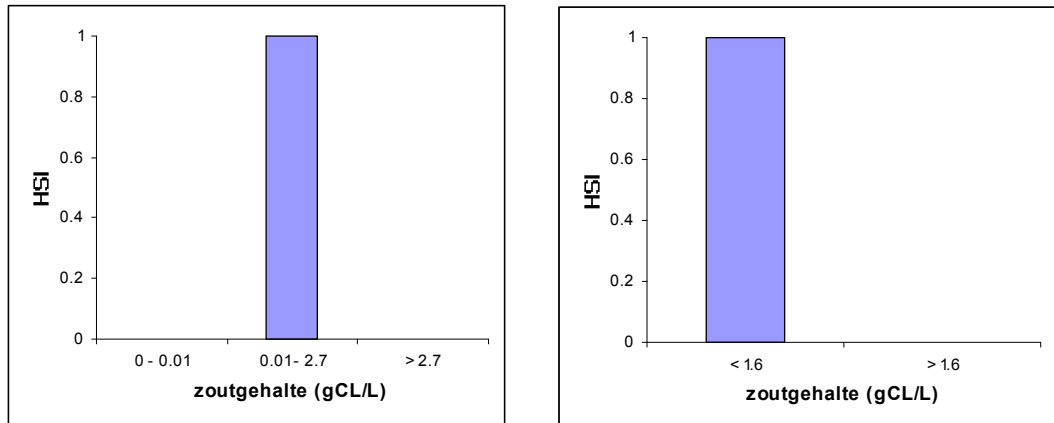


Figuur 4.4.1 Rekenregel voor bedekkingsgraad van planten voor de Kleine Modderkruiper.



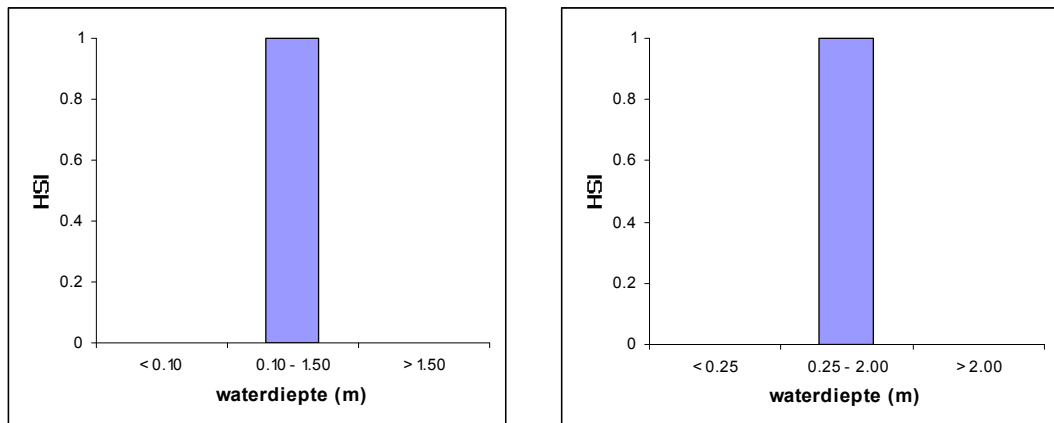
Figuur 4.4.2 Rekenregel voor bedekkingsgraad van planten voor de Bittervoorn.

Voor het zoutgehalte wordt uitgegaan van het maximale zoutgehalte waarbij de soort nog voor kan komen. Als het zoutgehalte hoger is dan dit maximum dan is het gebied ongeschikt (score 0) (figuur 4.4.3).



Figuur 4.4.3 Rekenregel voor zoutgehalte voor de Kleine Modderkruiper (links) en de Bittervoorn (rechts).

Ten aanzien van de diepte wordt er onderscheid gemaakt in ongeschikt (score 0) en geschikt gebied (score 1) (figuur 4.4.4).



Figuur 4.4.4 Rekenregel voor waterdiepte voor de Kleine Modderkruiper (links) en de Bittervoorn (rechts).

De uiteindelijke geschiktheidscore is het minimum van de score's voor zoutgehalte, diepte en bedekkingspercentage met waterplanten.

KRW-Maatlat vis in matig grote diepe meren (M20)

De maatlat voor vis in meren (Van der Molen & Pot, 2006) berekent de ecologische toestand op basis van vijf indicatoren (tabel 4.4.1).

Tabel 4.4.1 Klassengrenzen van indicatoren. Concept-maatlat vissen watertype M20 (Van der Molen & Pot, 2006)

| Indicatoren | weging | Slecht | Ontoereikend | Matig | Goede ecologische toestand (GET) | Zeer goede ecologische toestand (ZGET) |
|---|--------|--------|--------------|---------|--|---|
| aantal soorten | 0,2 | 0-6 | 6-8 | 8-10 | 10-12 | 12-13 |
| aandeel brasem (%) | 0,2 | 60-100 | 45-60 | 25-45 | 15-25 | 5-15 |
| baars + blankvoorn (% van alle eurytopen) | 0,2 | 0-15 | 15-25 | 25-35 | 35-45 | 45-55 |
| aandeel plantminnende vis (%) | 0,2 | 0-2 | 2-5 | 5-10 | 10-15 | 15-25 |
| aandeel zuurstoftolerante vis (%) | 0,2 | 0-0,5 | 0,5-1 | 1-2 | 2-3 | 3-5 |
| totaalbeoordeling | | 0-0,2 | 0,2-0,4 | 0,4-0,6 | 0,6-0,8 | 0,8-1 |

De KRW-rekenregels voor vissen in meren zijn opgesteld door Witteveen+Bos (Schep & Jaarsma, in prep.) op basis van stapsgewijze meervoudige lineaire regressie. Door middel van deze analysemethode zijn kwantitatieve relaties gelegd tussen de indicatoren (tabel 4.4.2), biotische (bedekkingspercentage emergente en submergente waterplanten) en abiotische stuurvariabelen (doorzicht, afstand tot de oever). Deze relaties zijn bepaald aan de hand van data over het voorkomen van vis en milieukenmerken van meren. De meren in de dataset behoorden voornamelijk tot de ondiepe matig grote meertypen. Het Volkerak-Zoommeer behoort tot het type matig groot diep meer. Doordat er voor dit meertype weinig gegevens voorhanden zijn, bleek het nog niet mogelijk hier betrouwbare relaties voor op te stellen. Gezien het ondiepe karakter van grote delen van het Volkerak-Zoommeer is er voor gekozen de rekenregels voor ondiepe meren op het Volkerak-Zoommeer toe te passen. De verwachting is dat de rekenregels voor de ondiepe matig grote meren voldoen voor het Volkerak-Zoommeer (mondeline mededeling Nico Jaarsma, W+B). De indicator 'aantal soorten' is niet meegenomen bij de beoordeling omdat deze gebaseerd is op meren met een klein oppervlak. Voor het Volkerak-Zoommeer leidt de relatie voor het bepalen van het aantal soorten tot onrealistisch hoge soortantallen. Bij het berekenen van de ecologische toestand van het Volkerak-Zoommeer is aangenomen dat deze indicator in de zoete scenario's een score heeft van 0,8 (komt overeen met 12 soorten).

Tabel 4.4.2 Rekenregels voor bepaling score indicatoren maatlat vis in ondiepe matig grote meren (Schip & Jaarsma, in prep.). Transformaties zijn indien nodig toegepast voor zowel de indicatoren als de stuurvariabelen (NL=o.b.v. Nederlandse data [n=49], D= o.b.v. Nederlandse data aangevuld met Donau-data) (oevervegetatie: opp aandeel in %; ondergedoken: opp aandeel in %; zichtdiepte: doorzicht (m); afstand tot oever (m) [$=\sqrt{(\text{opp}/10\pi)}$])

| Indicator | | brasem | brasem + blankvoorn | plant- minnend | zuurstof- tolerant | aantal soorten |
|-----------------------|------------|--------|------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | conversie | geen | √ | √ | √ | geen |
| dataset | | NL | NL | D | D | NL |
| constante | - | 84.0 | 2.82 | 5.13 | -1.02 | 28.10 |
| oevervegetatie % | $\ln(x+1)$ | | | 0.58 | 1.39 | -2.83 |
| ondergedoken % | √ | -5.20 | 0.44 | 0.37 | | 0.64 |
| zichtdiepte (m) | $\ln(x+1)$ | -41.0 | | | | |
| zicht/diepte (-) | - | | | | | |
| oppervlak (ha) | $\ln(x+1)$ | | | | | 3.54 |
| afstand tot oever (m) | $\ln(x+1)$ | | | -1.00 | | -6.51 |
| verklaarde variantie | | 0.73 | 0.54 | 0.72 | 0.47 | 0.51 |

De Ecologische kwaliteitsratio (EKR) voor de KRW wordt bepaald door het gewogen gemiddelde van de scores (volgens tabel 4.4.2) van de indicatoren te nemen:

EKR = GEM scores (aandeel brasem, aandeel baars+blankvoorn, aandeel plantminnende vis, aandeel zuurstoftolerante vis)

De beoordeling van de uitkomst is als volgt:

- 0,0-0,2: ecologische toestand is slecht;
- 0,2-0,4: ecologische toestand is ontoereikend;
- 0,4-0,6: ecologische toestand is matig;
- 0,6-0,8: ecologische toestand is goed;
- 0,8-1,0: ecologische toestand is zeer goed.

KRW-Maatlat vis in grote brakke tot zoute wateren (M32)

De beoordeling van vis in grote brakke wateren gebeurt op basis van de soortensamenstelling en de abundantie van vier soortgroepen (tabel 4.4.3, Van der Molen & Pot, 2006):

- diadrome soorten (CA);
- estuarien residente soorten (ER);
- marien juveniele soorten en mariene seizoensgasten (MJ+MS);
- zoetwatersoorten (Z1+Z2).

Tabel 4.4.3 Klassengrenzen vissen maatlat M32 (Van der Molen & Pot 2006)

| Indicator | Slecht | Ontoereikend | Matig | GET | ZGET | Referentiewaarde |
|---|--------|--------------|---------|---------|--------|------------------|
| soortensamenstelling: aantal soorten | | | | | | |
| CA | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-10 | 5 |
| ER | 0-2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 | 8-14 | 10 |
| MJ+MS | 0-2 | 2-5 | 5-8 | 8-11 | 11-18 | 14 |
| Z1+Z2 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-11 | 5 |
| abundantie: biomassa (%) | | | | | | |
| CA | 0-2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 | 8-100 | 10 |
| ER | 0-2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 | 8-100 | 10 |
| MJ+MS | 0-2 | 2-5 | 5-10 | 10-15 | 15-100 | 20 |
| Z1+Z2 | 0-2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 | 8-100 | 10 |
| beoordeling | 0-0,2 | 0,2-0,4 | 0,4-0,6 | 0,6-0,8 | 0,8-1 | 1 |

Opgemerkt dient te worden dat als gevolg van gebrek aan kennis over dit type wateren het niet mogelijk is de klassengrenzen voor deze indicatoren op een gedegen manier te onderbouwen (Van der Molen & Pot, 2006). Het expert judgement gehalte, voor met name de indicatoren op basis van abundantie, is hoog. Voor het bepalen van de ecologische toestand voor vis in grote tot brakke zoute wateren zijn geen rekenregels beschikbaar. Daarom is het niet mogelijk de ecologische toestand voor de zoute variant van het Volkerak-Zoommeer modelmatig te voorspellen.

Onzekerheden

Er is weinig bekend over het voorkomen van Bittervoorn en Kleine Modderkruiper in het Volkerak-Zoommeer. Beide soorten zijn slechts zeer incidenteel aangetroffen tijdens visbemonsteringen. Voor de Bittervoorn is dit waarschijnlijk deels te verklaren door het niet/nauwelijks voorkomen van de voor de voortplanting benodigde zoetwatermosselen in het Volkerak-Zoommeer. De Kleine Modderkruiper is een soort die lastig te vangen is met de reguliere vangtuigen en komt mogelijk algemener voor dan uit de vangstgegevens blijkt. Door het gebrek aan gegevens over het voorkomen van Bittervoorn en Kleine Modderkruiper in het Volkerak-Zoommeer is het niet mogelijk de uitkomsten te toetsen voor het Volkerak-Zoommeer.

Door gebrek aan kennis over het voorkomen van vissoorten in de Oosterschelde in relatie tot factoren als zoutgehalte, diepte en bodemgesteldheid, is het niet mogelijk om op basis van modelberekeningen een uitspraak te doen over het aandeel van deze soorten in de visgemeenschap van een zout Volkerak-Zoommeer. Daarom wordt er voor de voorspelling van de geschiktheid voor de Kaderrichtlijn Water voor het Volkerak-Zoommeer een vergelijking gemaakt met de soorten die nu voorkomen in de Oosterschelde. Het verschil in zoutgehalte tussen een zout Volkerak-Zoommeer en de Oosterschelde zal deels bepalend zijn voor de visgemeenschap die in het Volkerak-Zoommeer zal ontstaan. Hiernaast zullen factoren als voedselrijkdom, substraat, doorzicht en waterdiepte waarschijnlijk ook sturend zijn. Ontwikkelingen in de visgemeenschap van andere zoute meren (Grevelingen meer, Veerse meer) kunnen aanwijzingen geven hoe het ecosysteem en de visgemeenschap in een zout Volkerak-Zoommeer zich zullen ontwikkelen.

Validatie

Doordat de visgemeenschap in het Volkerak-Zoommeer is gemonitord kunnen de berekende biomassa's vergeleken worden met de biomassa's zoals bepaald op basis van visbemonsteringen (tabel 4.4.4).

Tabel 4.4.4 Percentage baars+blankvoorn en brasem van de totale biomassa in het Volkerak en Zoommeer gedurende 1998, 2000 en 2002. Gebaseerd op Rutjes & Wulink, 2003.

| | 1998 | 2000 | 2002 |
|------------------|------|------|------|
| VOLKERAK | | | |
| Baars+Blankvoorn | 12% | 4% | 3% |
| Brasem | 65% | 73% | 70% |
| ZOOMMEER | | | |
| Baars+Blankvoorn | 26% | 10% | 17% |
| Brasem | 46% | 69% | 74% |

Het *berekende* percentage voor Baars+Blankvoorn voor het hele gebied is 21%, wat iets hoger ligt dan het gemeten percentage. Voor Brasem is 61% berekend, wat lager is dan het gemeten percentage.

4.5 Vogels

Argumentatie voor keuze

De vogels zijn aangewezen als prioritaire soort in de Vogelrichtlijn.

Habitat

Voor het Krammer-Volkerak en Zoommeer zijn veel vogelsoorten als doelsoort aangewezen in de Vogelrichtlijn. Deze afzonderlijke soorten kunnen gegroepeerd worden op basis van hun voedsel (planten, bodemfauna en vissen), en ook hun voedselbereikbaarheid (tot welke diepte kunnen vogels reiken). Onderstaande is gebaseerd op een beschrijving van soorten en hun habitat, die voor de volledigheid is toegevoegd in bijlage A. Een samenvatting is gepresenteerd in tabel 4.5.1.

Plant-etende watervogels

Eenden en ganzen zijn boven en rond de waterlijn op vegetatie foeragerende vogels. Ganzen foerageren voornamelijk op graslanden en kwelders (Brandgans, Rotgans, Kolgans, Grauwe gans). Daarnaast wordt ook wel gevoerageerd op akkers (Kolgans) en slikken (Rotgans, Brandgans). De Grauwe gans is ook een liefhebber van rietwortels. Van sommige ganzen is bekend dat ze ook foerageren op waterplanten, voornamelijk in zoete gebieden maar ook in zoute gebieden (Brandgans).

Diverse eenden foerageren rondom de waterlijn op vegetatie (Smient, Krakeend, Wintertaling en Slobeend). Van de meeste eenden wordt gezegd dat ze in zoute en zoete wateren voorkomen (en ook foerageren). Ook zwanen zijn waterplant-etters. Zij kunnen een grotere diepte bereiken dan andere vogels. De Kleine zwaan foerageert vooral op fonteinkruid, maar eet ook van akkers en graslanden. Waterplant-etende duikeenden, zoals de meerkoet, kunnen waterplanten op een grotere diepte bereiken.

Visetende watervogels

De vis-etters zijn onder te verdelen in (diep) duikende vis-etters, zoals Fuut, Kuifduiker, Middelste zaagbek, Aalscholver en meeuwachtigen (Dwergstern, Kleine mantelmeeuw, Visdief, Zwartkopmeeuw) en wadende vis-etters die al lopend in ondiep water hun vissen vangen, zoals Zilverreigers en Lepelaars.

Bodemfauna-etende watervogels

Steltlopers foerageren op wormen, schelpdieren en insecten op (droogvallende) slikken en zandplaten. Voorbeelden van doelsoorten die in het studiegebied voorkomen zijn de Strandplevier, Bontbekplevier en Scholekster. Een deel van de steltlopers foerageert ook in kwelders en graslanden (Grutto, Kluut). Grondeleenden, zoals de Tafeleend en Bergeend, foerageren op bodemdieren op een iets grotere diepte door met de poten de bodem los te trappelen. Kuifeenden en Brilduiker duiken naar grotere diepte naar schelpdieren zoals de Driehoeksmossel.

Voedselbeschikbaarheid

Bij een verandering van zoet naar brak of zout water kan ook de voedselbeschikbaarheid veranderen. De meeste driehoeksmosselen kunnen voorkomen tot een zoutgehalte van 1000 mg/l (2 promille) tot 1600 mg/L (3 promille).

Een toename van de helderheid vergroot het zicht bij het jagen naar vissen. Dit is gunstig voor zichtjagers zoals de Fuut. Daarentegen zijn de vogels ook meer zichtbaar voor vissen. Daarnaast gedragen vissen zich anders bij helder water. Dan trekken ze meer naar de bodem om te schuilen, waardoor de bereikbaarheid voor sommige vogels juist kan verminderen.

Rust- en broedgebied

Ganzen gebruiken voornamelijk open water, zand en modderbanken als rustgebied. Als broedgebied wordt het gebied gebruikt door sterns en meeuwen die broeden op schaars begroeide gebieden, zoals zandbanken, slikken en duinen. Omdat het broedgebied is, gaan we er vanuit dat voor dit doel geschikt gebied altijd droog moet zijn. Droogvallende platen zijn uitstekend geschikt als rustgebied voor steltlopers, ganzen en meeuwachtigen. Verder gebruiken diverse vogelsoorten het open water om te rusten.

Een samenvatting van de habitateisen die de vogel-doelsoorten stellen aan hun leef- en voedselgebied is weergegeven in onderstaande tabel. Dit is voornamelijk gebaseerd op informatie van de Natura2000 website. Een beschrijving staat in bijlage A.

Tabel 4.5.1 Vogelrichtlijn soorten voor het Volkerak-Zoommeer en kenmerken van hun habitat.

| Soortnr | Soort/habitatype | Broedvogel | Niet-broedvogel | Broedgebied | Rustgebied | Foerageergebied | Voedsel | Voedsel 2 | Zout | Zoet |
|---------|---------------------|------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|------|------|
| A391 | Aalscholver | - | n | nvt | bos, rietland, diversen | water | vis | pos, spiering, baars | + | + |
| A048 | Bergeend | - | n | nvt | grasland, open water | ondiep water | bodemfauna | schelpdieren, kreeftachtigen | + | + |
| A137 | Bontbekplevier | b | n | schaars begroeide gebieden | open water | zandige platen en oevers | bodemfauna | wormen, weekdieren, kreeftachtigen | + | + |
| A045 | Brandgans | - | n | nvt | rustig water en zandbank | grasland, akker, kwelder, slikken | (water)plant | | + | + |
| A067 | Brilduiker | - | n | nvt | open water | ondiep tot matig diep water | bodemfauna | schelpdieren, kreeftachtigen, insecten en kleine vis | + | + |
| A081 | Bruine kiekendief | b | - | rietland | rietland | rietlanden, aangrenzende akkers | muizen, kleine vogels | | ? | + |
| A195 | Dwergstern | b | - | schaars begroeide gebieden | zandbank | water | vis | | + | + |
| A005 | Fuut | - | n | nvt | open water | helder water | vis | | + | + |
| A043 | Grauwe gans | - | n | nvt | rustig water en zandbank | riet, grasland, akker, kwelder | plant | | rust | + |
| A156 | Grutto | - | n | nvt | in de buurt van water | slikken, kwelder, grasland | bodemfauna | insecten, larven, wormen | + | + |
| A183 | Kleine mantelmeeuw | b | - | kwelder | water | water, grasland | vis (marien), kleine prooien | | + | + |
| A026 | Kleine zilverreiger | - | n | nvt | in de buurt van water | ondiep water | vis | vis, amfibieen, insecten | + | + |

| Soortnr | Soort/habitatype | Broedvogel | Niet-broedvogel | Broedgebied | Rustgebied | Foerageergebied | Voedsel | Voedsel 2 | Zout | Zoet |
|---------|-------------------|------------|-----------------|-------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|---|------|------|
| A037 | Kleine zwaan | - | n | nvt | water, zandbank | ondiep water, akker | (water)plant | fonteinkruid | rust | + |
| A132 | Kluut | - | n | nvt | zandplaat en kwelder | schorren, slikken | bodemfauna | kreeftachtigen, insecten, wormen | + | +/- |
| A041 | Kolgans | - | n | nvt | rustig water en zandbank | grasland, akker | plant | | rust | + |
| A051 | Krakeend | - | n | nvt | water | oevers | plant | | + | + |
| A061 | Kuifeend | - | n | nvt | rustig water | ondiep tot matig diep water | bodemfauna | driehoeksmosselen, plantenmateriaal | + | + |
| A034 | Lepelaar | - | n | nvt | in de buurt van water | ondiep water, moeras | vis | stekelbaars, garnaal | + | + |
| A125 | Meerkoet | - | n | nvt | in de buurt van water | ondiep water | waterplant, bodemfauna | plantaardig materiaal, scheldieren, insecten | + | + |
| A069 | Middelste zaagbek | - | n | nvt | water | | vis | | + | + |
| A054 | Pijlstaart | - | n | nvt | zandplaat, kwelder, grasland | ondiep water | waterplant | zoetwaterplanten en zeegras, insecten, weekdieren | + | + |
| A046 | Rotgans | - | n | nvt | rustig water en zandbank | grasland, kwelder, slikken | plant | | + | + |
| A130 | Scholekster | - | n | nvt | zandbank, kwelder, grasland | slikken | bodemfauna | schelpdieren, wormen | | |
| A103 | Slechtvalk | - | n | nvt | hoog met uitzicht | open terrein | vogels | | + | + |

| Soortnr | Soort/habitatype | Broedvogel | Niet-broedvogel | Broedgebied | Rustgebied | Foerageergebied | Voedsel | Voedsel 2 | Zout | Zoet |
|---------|------------------|------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|-----------|------|------|
| A056 | Slobeend | - | n | nvt | open water | ondiep water | plankton | | + | + |
| A050 | Smient | - | n | nvt | grasland | nat grasland, kwelder, zeesla | plant | | + | + |
| A169 | Steenloper | - | n | nvt | zandplaat en kwelder, verharde oevers | zandplaat en kwelder, verharde oevers | bodemfauna | | + | + |
| A138 | Strandplevier | b | n | schaars begroeide gebieden | schaars begroeide gebieden | zandige platen en oevers | | | | |
| A059 | Tafeleend | - | n | nvt | water | ondiep tot matig diep water | waterplant | | + | + |
| A162 | Tureluur | - | n | nvt | | | | | | |
| A094 | Visarend | - | n | nvt | in de buurt van water | water | vis | | +/- | + |
| A193 | Visdief | - | n | nvt | zandbank en kwelder | water | vis | | + | + |
| A052 | Wintertaling | - | n | nvt | water | ondiep water | plant | zaden | + | + |
| A176 | Zwartkopmeeuw | b | - | schaars begroeide gebieden | schaars begroeide gebieden | grasland en akkers | bodemfauna | | + | + |

Tabel 4.5.2 Rekenregels vogelgroepen voor het Volkerak-Zoommeer.

| | | | Hoogte t.o.v. waterpeil ¹ | Overstromingsduur/ frequentie ² | Doorzicht ³ | Terrestrische vegetatie ⁴ | Waterplanten ⁵ | Zoetwatermosselen ⁶ |
|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| rust&broed functie | | | | | | | | |
| VR | altijd droog (slikken, schorren, graslanden) | Strandplevier, Bontbekplevier, Zwartkopmeeuw | | > 95 percentiel waterdiepte | | Kaal of lage begroeiing | | |
| VR | indidenteel onder water (rustgebied) | Scholekster, Strandplevier, Dwergstern, Bontbekplevier, Brandgans, Kleine mantelmeeuw | | 5 – 95 percentiel waterdiepte | | Kaal of lage begroeiing | | |
| VR | altijd onder water dagen/jaar | div. vogels Brandgans | | < 5% percentiel waterdiepte | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|---|-----------|--|--|---|---------|--|
| plant-etters | | | | | | | | |
| VR | ganzen < 0,2 m | Brandgans, Grauwe gans, Rotgans | <,0.2] | | | slikken, kwelder, nat grasland (geen bos of struweel) | | |
| VR | ganzen en eenden 0 - 0,2 m | Brandgans, Grauwe gans, Rotgans, Smient, Wintertaling, Pijlstaart, Krakeend, Slobeend | <0,0.2] | | | | | |
| VR | grondel/ganzen/zwanen 0,2-0,5 m | Kleine zwaan, Smient, Bergeend, Tafeleend, Brandgans, Pijlstaart | <0.2,0.5] | | | | [0.6,1] | |
| VR | zwanen 0,5-1 m | Kleine zwaan, Tafeleend | <0.5,1] | | | | [0.6,1] | |
| VR | duikeend/meerkoet 1-2 m | Meerkoet, Tafeleend | <1,2] | | | | [0.6,1] | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---|--------|--|--|--------------------|--|--|
| Bodemfauna-etters | | | | | | | | |
| VR | steltlopers, bergeend, grondeenden < 0,2 m (slikken) | Kluut, Bontbekplevier, Tureluur, Steenloper, Bergeend | <,0.2] | | | slikken, zandplaat | | |

| | | | Hoogte t.o.v. waterpeil ¹ | Overstromingsduur/ frequentie ² | Doorzicht ³ | Terrestrische vegetatie ⁴ | Waterplanten ⁵ | Zoetwatermosselen ⁶ |
|----|---|--|--------------------------------------|--|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| VR | bergeend, grondeleenden < 0,2 m (slikken) | Bergeend | <,0.2] | | | grasland, kwelder | | |
| VR | grondeleenden 0,2 - 0,5 m | Bergeend, Kuifeend, Meerkoet, Brilduiker | <0.2,0.5] | | [0.5,> | | | [0.7, 1] |
| VR | duikeenden 0,5 - 5 m | Bergeend, Kuifeend, Brilduiker | <0.5,5] | | [0.5,> | | | [0.7, 1] |

| Vis-eters | | | | | | | | |
|------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------|--|----------|--|--|--|
| VR | reigerachtigen < 0,2 m | Kleine Zilverreiger, Lepelaar | [0,0.2] | | | | | |
| VR | grotere reigers 0,2-0,5 m | Lepelaar | [0.2,0.5] | | | | | |
| VR | ov vis-eters > 0,5 m | Fuut | [0.5,> | | [0.5, 4] | | | |
| VR | ov vis-eters > 0,5 m | | [0.5,> | | | | | |

1. Waterdiepte uit peilmodule, waterstanden afkomstig uit Delft3D-DBS.
2. 95 percentiel (95% van de tijd is waterpeil lager) en 5 percentiel (5% van de tijd is waterpeil lager) uit peilmodule.
3. Secchi diepte, berekend met Delft3D-DBS.
4. Ecotopenkaart uit 1997 en resultaat habitattypen module.
5. Habitat geschiktheid van waterplanten, afkomstig uit waterplantenmodule voor ondergedoken waterplanten.
6. Habitat geschiktheid voor driehoeksmosselen afkomstig uit driehoeksmosselen module.

Rekenregels

De rekenregels voor de vogels zijn gebaseerd op rekenregels van Platteeuw en Noordhuis (memo 2005; Haasnoot et al., 2005). Voor de vogelsoorten die voor de bereikbaarheid van hun voedsel afhankelijk zijn van waterdiepte is op basis van onderzoek van Noordhuis (2001) en aanvullende expert judgement een inschatting gemaakt van de range van waterdieptes, waarop de voedselsoorten water- en oeverplanten, bodemfauna en vis voor de betreffende soorten bereikbaar zijn. Vervolgens zijn deze rekenregels specifiek gemaakt voor de MER-studie door, indien dit zinvol is wat betreft effecten, ook rekening te houden met doorzicht, andere vegetatie en ook andere vogelsoorten. Met het zoutgehalte wordt indirect rekening gehouden middels het beschikbare voedsel in de vorm van waterplanten en driehoeksmosselen. De aanwezigheid van waterplanten en driehoeksmosselen worden in Habitat berekend. De invoer van de waterplanten voor vogels is dezelfde als de uitvoer van de submergente waterplanten (beschreven in hoofdstuk 4.2). Voor het voorkomen van de driehoeksmossel wordt een berekening gedaan met rekenregels voor waterdiepte, bodemtype, orthofosfaat, slibgehalte en zoutgehalte. Deze regels zijn gebaseerd op expert judgement en gevalideerd door Van der Lee *et. al.*, 2003.

Onzekerheden

Bij een verandering van zoet naar brak of zout water kan de beschikbaarheid van soorten die als voedsel dienen veranderen, of soorten kunnen helemaal verdwijnen. Het is echter te verwachten dat bij een verandering van zoet naar brak of zout water andere soorten zich zullen vestigen die ook als voedsel kunnen dienen. De meeste vogelsoorten komen ook in zoute deltagebieden voor en hebben daar dus ook hun voedsel gevonden in de vorm van zoute waterplanten, bodemfauna of vis. Voor een aantal soorten wordt dit ook specifiek aangegeven in de literatuur. Echter in werkelijkheid zijn deze relaties ingewikkelder. Een toename van de helderheid vergroot bijvoorbeeld het zicht bij het jagen naar vissen. Dit is gunstig voor zichtjagers zoals de Fuut. Daarentegen zijn de vogels ook meer zichtbaar voor vissen. Daarnaast gedragen vissen zich anders bij helder water. Dan trekken ze meer naar de bodem om te schuilen, waardoor de bereikbaarheid voor sommige vogels juist kan verminderen.

Validatie

Er zijn geen gegevens beschikbaar over voedsel-, broed- en rustlocaties van vogels in het Volkerak-Zoommeer. De rekenregels zijn gebaseerd op expert judgement van RIZA (Haasnoot et. al 2005).

4.6 Noordse Woelmuis

Inleiding

De Noordse Woelmuis komt in Nederland verspreid over het benedenrivierengebied en het veenweidegebied voor. De habitat wordt gekenmerkt door een dynamisch milieu met wisselende waterstanden en hoge bedekkingsgraad aan vegetatie. De soort gedijt goed in vochtige tot zeer natte rietlanden, natte hooilanden en periodiek overstromde terreinen. In veel gebieden wordt de soort verdrongen door de veldmuis en aardmuis. Alleen op eilanden en in grote waterrijke gebieden zoals de Biesbosch weet de soort zich goed te handhaven.

Argumentatie voor keuze

Instandhoudingsdoelstelling Volkerak-Zoommeer

Standplaatsfactoren

Onder de verschillende varianten worden ingrepen verondersteld die leiden tot veranderingen in waterpeil en zoutgehaltes. Deze zijn mogelijk van invloed op de volgende standplaatsfactoren van de Noordse Woelmuis:

- inundatie in winterperiode;
- peilfluctuatie;
- successiestadium vegetatie (als voorkeurshabitat);
- gebiedsgrootte.

Andere standplaatsfactoren zoals begrazingsdruk, maaibeheer en voedselrijkdom zijn ook van belang voor de mate van voorkomen van de Noordse Woelmuis. Omdat deze factoren niet veranderen onder invloed van de verschillende varianten zijn ze niet van invloed op de uitkomst van de habitatanalyse. Daarnaast kan verwacht worden dat de waterkwaliteit veranderd. De mate van verandering is echter niet onderscheidend voor het voorkomen van de Noordse Woelmuis. Deze standplaatsfactor wordt dan ook buiten beschouwing gelaten.

Voor elk van de geselecteerde standplaatsfactoren wordt het verloop van de habitatgeschiktheidsindex vermeld. De informatie is afkomstig uit Hollander en Reinhold (1999).

Inundatie in de winterperiode

De Noordse Woelmuis heeft voordeel bij inundatie van de oevergronden in de winter. In het voorjaar trekken de muizen van hogere (droge) delen naar gebieden die 's winters overstroomd waren. Deze niche wordt niet ingenomen door de concurrenten van de Noordse Woelmuis. Aangenomen wordt dat inundatie in de winter goed is voor de Noordse Woelmuis (HSI = 1) en dat het niet optreden van inundatie minder geschikt is (HSI = 0,8).

Peilfluctuatie

De Noordse Woelmuis is aangepast aan een milieu met wisselende waterstanden. De soort vestigt zich vrij snel op droogvallende gronden. Concurrerende soorten handhaven zich minder goed bij een dynamisch waterpeil. Aangenomen wordt dat peilfluctuaties zeer geschikt zijn voor de Noordse Woelmuis (HSI: = 1) en dat stabiele peilfluctuaties minder geschikt zijn (HSI: = 0,5).

Vegetatiesuccessie

De Noordse Woelmuis geeft de voorkeur aan vochtig rietland boven drogere riet-ruigte-vegetaties. In andere vegetatietypen, zoals bosachtige vegetaties en waterriet, komen deze muizen niet voor. De veronderstelde habitatgeschiktheid voor deze typen vegetaties zijn: HSI voor vochtig rietland = 1; HSI voor drogere riet-ruigte-vegetaties = 0,8; HSI voor andere vegetatietypen = 0.

Grootte gebied

De grootte van de natte strook is een maat voor het al dan niet voorkomen van de Noordse Woelmuis. Aangenomen wordt dat een strook oevervegetatie van meer dan 150 m² een zeer geschikte habitat vormt (HSI = 1). Een gebied van 50 m² voldoet redelijk (HSI = 0,6). Hoe kleiner het gebied, hoe lager de habitatgeschiktheid. In de presentatie van de resultaten is deze regel niet meegenomen omdat het gebied dat geschikt is op basis van de andere rekenregels overal groot genoeg is.

Rekenregels

In tabel 4.6.1 zijn de rekenregels weergegeven zoals deze zijn gebruikt voor de habitatgeschiktheidsanalyse voor de Noordse Woelmuis. De totstandkoming van deze regels staat hierboven beschreven en is afkomstig van DWW.

Tabel 4.6.1 Rekenregels Noorse Woelmuis.

HSI Noordse Woelmuis

| <i>Standplaatsfactor:</i> | <i>HSI</i> |
|----------------------------|------------|
| | |
| Inundatie in winter | |
| wel aanwezig | 1 |
| niet aanwezig | 0.8 |
| | |
| Peilfluctuatie | |
| wel aanwezig | 1 |
| niet aanwezig | 0.5 |
| | |
| Vegetatiesuccessie | |
| vochtig rietland | 1 |
| drogere riet-ruigtes | 0.8 |
| overige vegetaties | 0 |
| | |
| Areaal | |
| 0 m | 0 |
| 50 m ² | 0.6 |
| 150 m ² | 1 |
| > 150 m ² | 1 |

Voor de inundatie in de winter en de peilfluctuatie wordt het 95 en 5 percentiel van de waterdieptes uit Delft3D-DBS genomen. Dit zijn respectievelijk de hoogste (95% van de tijd is waterstand lager) en laagste waterstand (5% van tijd is waterstand lager). Voor de breedte van de natte strook is het oppervlak genomen. De informatie over vegetatie is afkomstig uit de waterplantenmodule (oevervegetatie, HSI > 0.5) en de ecotopenkaart (verspreiding riet-ruigtes).

Validatie

Er zijn geen gegevens beschikbaar over het voorkomen van de Noordse Woelmuis.

5 Varianten

In de MER / Planstudie Volkerak-Zoommeer zijn een groot aantal varianten beschouwd, waarvan de details uitvoerig worden beschreven in een werkdocument dat door het Projectteam Alternatieven is opgesteld. De varianten verschillen met name van elkaar in de wijze waarop de hydrologie van het Volkerak-Zoommeer wordt beïnvloed. Voor een beschouwing van de ecologische effecten met behulp van HABITAT instrumentarium zijn slechts de referentie-situatie en een tweetal van bovengenoemde varianten beschouwd. De twee varianten betreffen de meest karakteristieke zoute en de meest karakteristieke zoete variant. De belangrijkste kenmerken van deze karakteristieke varianten worden hierna beschreven.

Bij het beschouwde karakteristieke **zoete alternatief** wordt het Volkerak-Zoommeer doorspoeld met een grote hoeveelheid zoet rivierwater afkomstig uit het Hollandsch Diep. Daarbij is de aanvoer vanuit het Hollandsch Diep in de zomerperiode lager dan in de winterperiode vanwege de beperktere beschikbaarheid. In deze variant wordt gebruik gemaakt van de mogelijkheid om een extra omloopriool in de Krammersluizen. Hierdoor kunnen inclusief het reguliere schutverlies van daggemiddeld $9 \text{ m}^3/\text{s}$, debieten van maximaal $55 \text{ m}^3/\text{s}$ water extra via de Krammersluizen afgevoerd worden. De zomerperiode is in deze variant gedefinieerd als de periode van juni t/m oktober. In deze periode is slechts een beperkte hoeveelheid zoet water vanuit het Hollandsch Diep beschikbaar die gelijk verondersteld wordt aan in totaal $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Daarnaast wordt er in de zomerperiode zo'n $5 \text{ m}^3/\text{s}$ en in de rest van het jaar $20 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de Brabantse rivieren aangevoerd. De aanvoer vanuit de verschillende Brabantse rivieren en daaraan gerelateerde belasting is bepaald door een vaste verdeelsleutel te hanteren voor de verschillende aanvoerposten naar rato van de jaargemiddelde afvoeren. In de modelinvoer is rekening gehouden met het feit dat de spuicapaciteit van de Bathse spuisluizen ($125 \text{ m}^3/\text{s}$) niet mag worden overschreden.

Bij het beschouwde karakteristieke **zoute alternatief** wordt het Volkerak-Zoommeer doorspoeld met een grote hoeveelheid zout water uit de Oosterschelde. In deze variant wordt het 3^e riool van de Krammersluizen ingezet dat aangepast wordt om een daggemiddelde inname van $100 \text{ m}^3/\text{s}$ zout water mogelijk te maken. De afvoer van de Brabantse rivieren is variabel. Om zoutindringing tegen te gaan wordt het afgevoerde water tijdelijk tegengehouden en dagelijks regelmatig gespuid. Bij de Volkeraksluizen wordt een zoetwater propstroom van $50 \text{ m}^3/\text{s}$ gecreëerd om zoutwaterindringing op het Hollandsch Diep tegen te gaan. De afvoer van het water verloopt via het doorlaatmiddel (geschat op $55 \text{ m}^3/\text{s}$) en via schutverlies in de Krammersluizen (geschat op $9 \text{ m}^3/\text{s}$). Het overige water wordt naast een geringe afvoer via de Kreekraksluizen ($3 \text{ m}^3/\text{s}$) grotendeels via de Bathse spuisluizen gespuid op de Westerschelde. Ook hier geldt een maximum afvoercapaciteit van daggemiddeld $125 \text{ m}^3/\text{s}$.

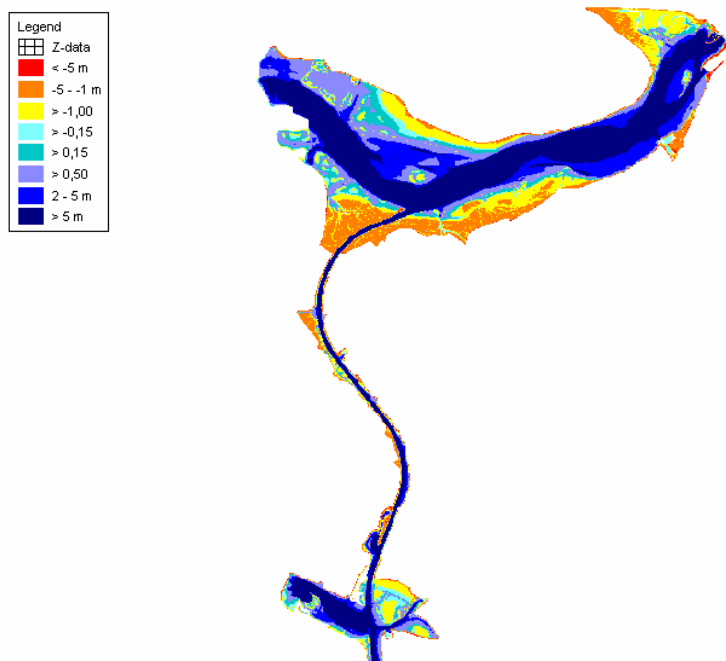
6 Resultaten

6.1 Huidige situatie

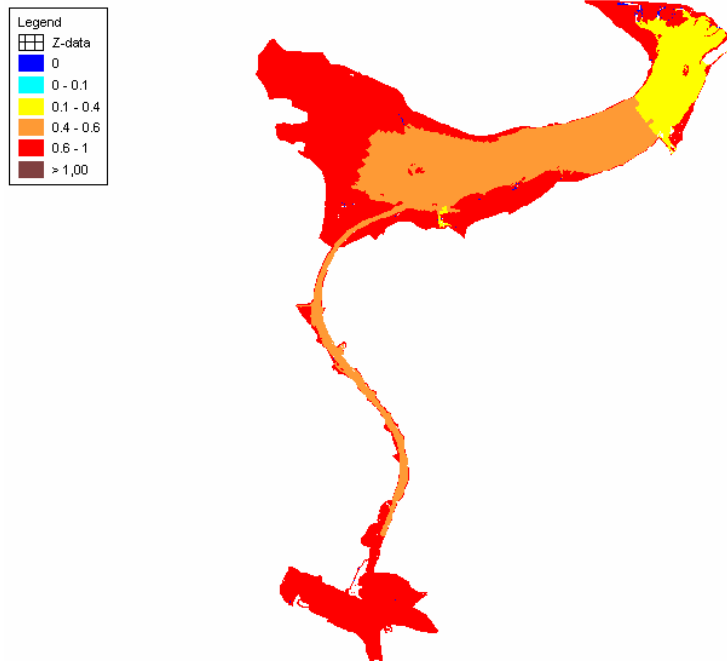
Het Volkerak-Zoommeer is een zoetwatermeer met een waterpeil dat tussen de seizoenen fluctueert tussen de -20 en +20 cm NAP. Door de afsluiting van de Philipsdam in 1987 zijn gedeelten van het voormalige intergetijdengebied drooggevallen, waardoor ondiepe gebieden, slikken en platen zijn ontstaan. Het chloridegehalte van het Volkerak-Zoommeer vertoont een ruimtelijke variatie met waarden tot 0.4 gCl/L in het oosten van het Volkerak tot 1.0 gCl/L in het westen van Krammer en in het Zoommeer. Het chloride gehalte van de bodem is hoger, maar door inundatie in de winter ontzilt de bovenste bodemlaag hetgeen de groei van zoete oevervegetatie bevordert.

6.1.1 Milieucondities

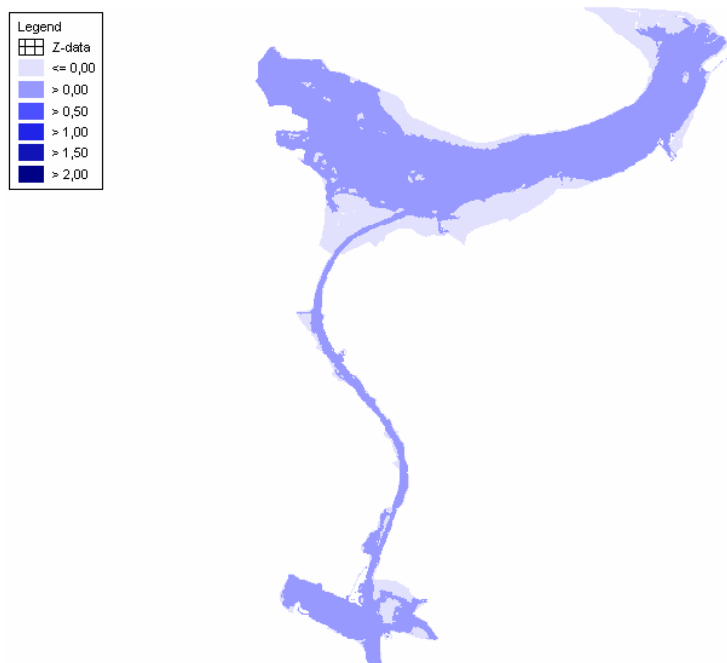
Voor de huidige situatie is het gemiddelde waterpeil, dat door Delft3D-DBS is berekend, zo'n 3 cm onder NAP. De gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste waterstand zijn respectievelijk 0.02 en -0.14 m NAP. Het gemiddelde chloride gehalte varieert tussen de 0.1 gCl/L in het Volkerak en de 1.0 gCl/L in de Krammer en het Zoommeer (figuur 6.1.2). Het berekende doorzicht (secchi diepte) is gemiddeld 0.06 m (figuur 6.1.3), welke gerelateerd is aan het percentage licht dat de bodem bereikt (figuur 6.1.4).



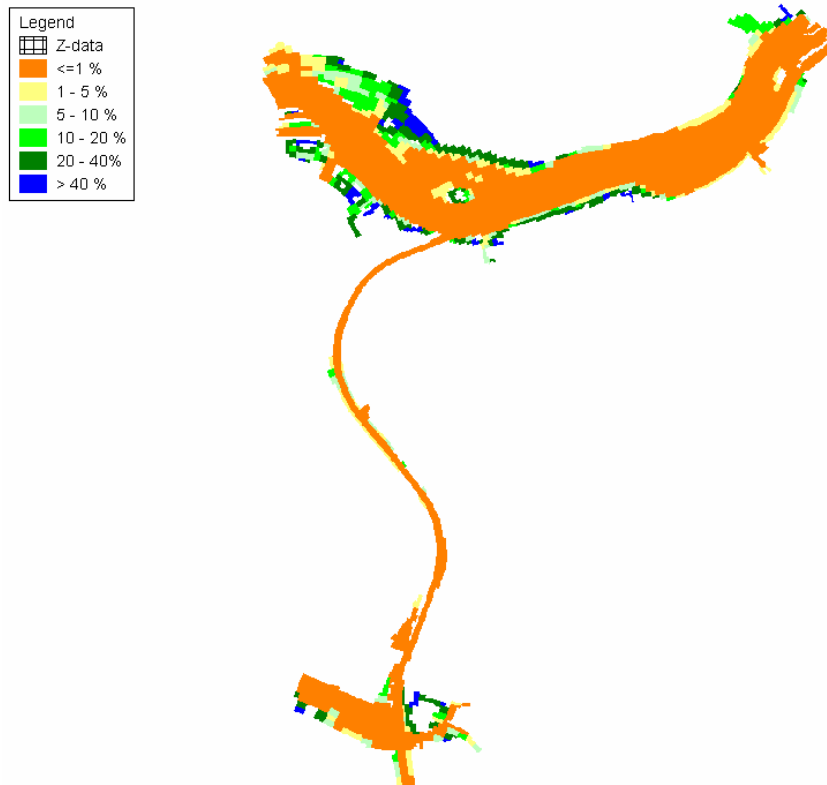
Figuur 6.1.1 Waterdieptekaart van het Volkerak-Zoommeer voor de huidige situatie.



Figuur 6.1.2 Jaargemiddeld zoutgehalte van het Volkerak-Zoommeer voor de huidige situatie



Figuur 6.1.3 Doorzicht (Secchi diepte) van het Volkerak-Zoommeer voor de huidige situatie.



Figuur 6.1.4 Percentage van het invallende licht dat de bodem bereikt in het Volkerak-Zoommeer voor de huidige situatie.

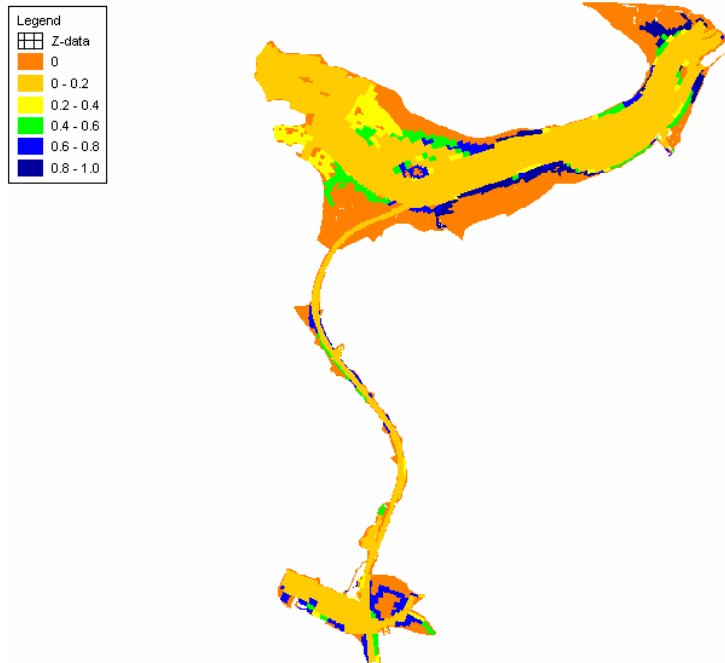
6.1.2 Kaderrichtlijn Water

Waterplanten M20 (zoet)

Voor de *ondergedoken waterplanten* zijn zoutgehalte en lichtbeschikbaarheid sturende factoren. Door het hogere zoutgehalte (0.6 - 1 gCl/L) is het westelijk deel van het Krammer-Volkerak slecht geschikt (HSI < 0.2). Van het overige gebied zijn alleen de randen geschikt, omdat alleen daar voldoende licht de bodem bereikt (figuur 6.1.5).

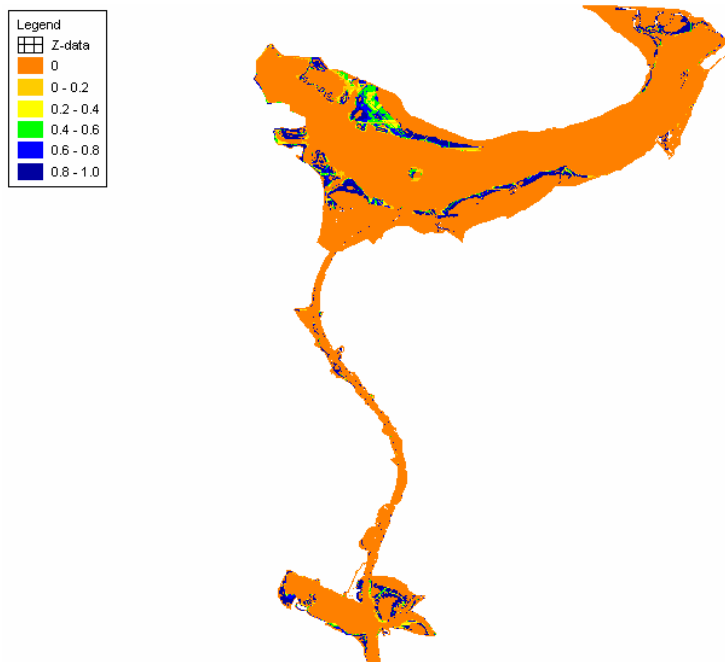
Tabel 6.1.1 Oppervlakte (ha) van de verschillende vegetatietypen per geschiktheidsklasse.

| Geschiktheidsklasse | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ondergedoken waterplanten | 4110 | 414 | 368 | 322 | 270 |
| oevervegetatie intolerant | 120 | 106 | 141 | 132 | 475 |
| oevervegetatie tolerant | 120 | 106 | 141 | 132 | 475 |



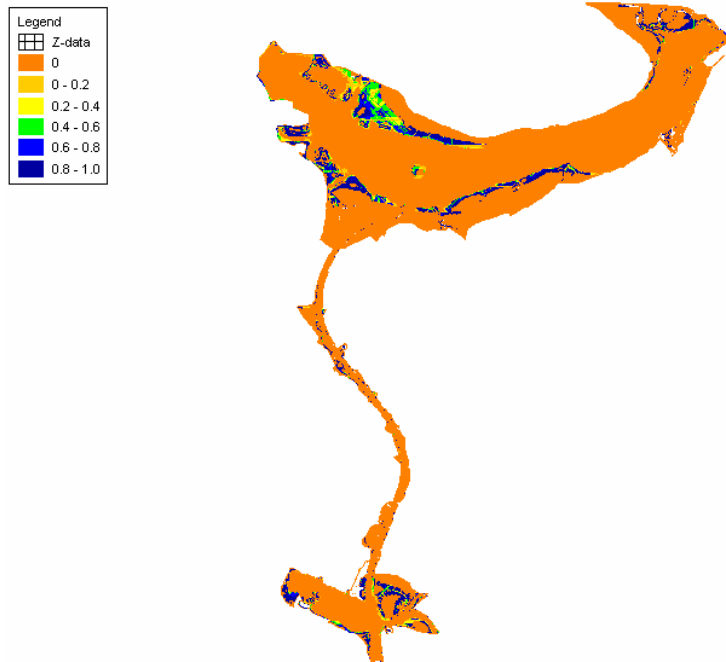
Figuur 6.1.5 Totale habitatgeschiktheid voor ondergedoken waterplanten voor de huidige situatie

De habitatgeschiktheid voor de *oevervegetatie* wordt voornamelijk bepaald door de diepte en de expositie aan de wind. In gebieden om en nabij de gemiddelde waterstand en achter de dammen aan de randen van het meer aan de west en zuidkant, zijn geschikte gebieden te vinden (bijvoorbeeld bij de Krammerse slikken, Suijzpolder, Slikken van Heen en Dintelse gorzen). Hier is weinig verstoring door golven en wind (door de dammen) en is het water ondiep. Het zoutgehalte is in de huidige situatie dermate laag dat dit geen beperkende factor is.



Figuur 6.1.6 Totale habitatgeschiktheidskaart voor de zout-intolerante oevervegetatie voor de huidige situatie

In deze huidige, zoete, situatie is er vrijwel geen verschil in geschiktheid tussen de zout-intolerante en de zout-tolerante oeverplanten, het zoutgehalte is laag en daarmee geen beperkende factor voor de zout-intolerante soorten (vergelijk figuur 6.1.6 en figuur 6.1.7, tabel 6.1.1).



Figuur 6.1.7 Totale habitatgeschiktheidskaart voor de zout-tolerante oevervegetatie voor de huidige situatie

Waterplanten M32 (zout)

Voor het voorkomen van de zeegrassoorten *Zostera marina*, *Zostera noltii* en *Ruppia maritima* is het zoutgehalte in deze variant te laag. Hetzelfde geldt voor zeesla. Voor geen van de soorten is een geschikt habitat berekend.

Vissen M20 (zoet)

Het Volkerak-Zoommeer scoort in de huidige situatie matig op de maatlat voor vis. Dit wordt veroorzaakt door de lage scores voor de indicatoren 'aandeel brasem', 'aandeel baars + blankvoorn' en 'aandeel plantminnende vis'. Met name de laatstgenoemde indicator scoort erg laag (< 0,1). De lage score's worden veroorzaakt door het zeer lage doorzicht en het geringe percentage submergente vegetatie.

| INPUT STUURVARIABLEN | Maatlatindicatoren | OUTPUT | | |
|--|---|--------|-----------|---|
| | | waarde | deelscore | ecologische toestand |
| aandeel submergente vegetatie: 15,9% aandeel emergente vegetatie: 11,9% doorzicht: 0,06 m afstand tot oever: 1562 m | aantal soorten (op basis van expert judgement) | 12 | 0,80 | matig (gewogen gemiddelde deelscores = 0,47) |
| | aandeel brasem (%) | 60,9% | 0,20 | |
| | aandeel baars + blankvoorn (% van alle eurytopen) | 20,9% | 0,32 | |
| | aandeel plantminnende vis (%) | 0,5% | 0,05 | |
| | aandeel zuurstoftolerante vis (%) | 6,4% | 1,00 | |

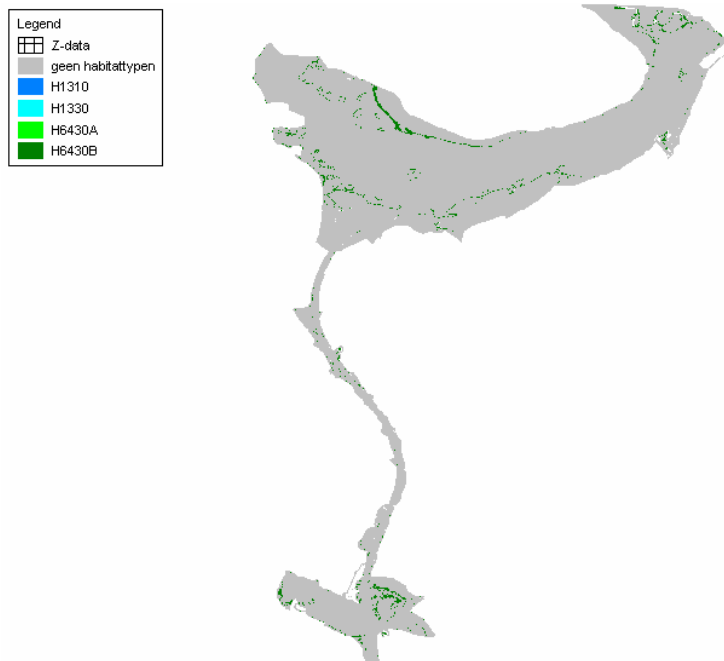
6.1.3 Habitatrichtlijn

Habitattypen

In de huidige, zoete, situatie is er alleen areaal geschikt voor habitattypen H6430A en H6430B (tabel 6.1.2 en figuur 6.1.8). De zoute habitattypen komen niet voor (H1310 en H1330). Het oppervlak voor de voedselrijke zoomvormende ruigten in zoete tot matig brakke getijdengebieden (type H6430B) bedraagt 211 ha, terwijl het oppervlak voor type H6430A vrijwel nihil is (0.44 ha in het oostelijk deel van het Volkerak). Voor type H6430A, kenmerkend voor zoetwatergetijdengebied, is het zoutgehalte te hoog.

Tabel 6.1.2 Oppervlakte (ha) van de verschillende habitattypen.

| | |
|--------|------|
| H1310 | 0 |
| H1330 | 0 |
| H6430A | 0.44 |
| H6430B | 211 |



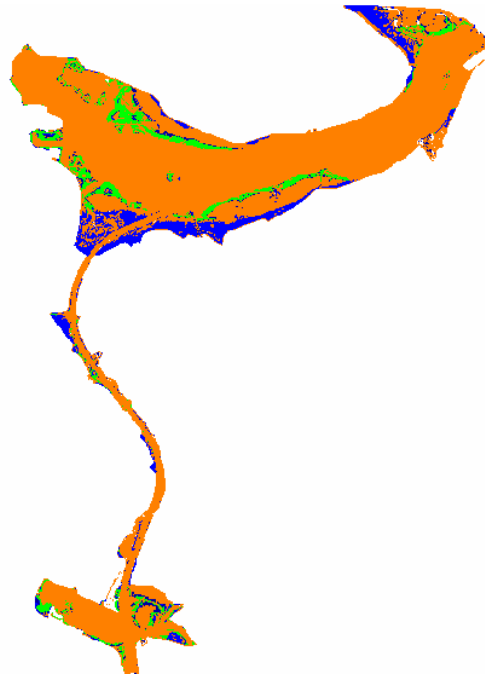
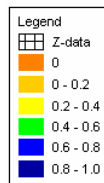
Figuur 6.1.8 Habitatkaart voor de gedefinieerde habitattypen voor de huidige situatie

Noordse Woelmuis

Het areaal dat geschikt is voor de Noordse Woelmuis is beperkt door de specifieke eisen die de soort stelt aan zijn omgeving (tabel 6.1.3, figuur 6.1.9). Het zijn de natte riet en ruigte gebieden onder invloed van overstroming waar deze muis zich het beste staande kan houden ten opzichte van andere muizen. De drogere gebieden met riet en ruigtes zijn minder geschikt. Ook dient het oppervlak aan geschikt habitat voldoende groot te zijn. Dit is vrijwel overal het geval. Slechts een kleine rand is een optimaal habitat. Dit areaal is niet zo groot vanwege de combinatie overstroming en het voorkomen van riet en ruigtes.

Tabel 6.1.3 Oppervlakte (ha) foerageergebied voor de Noordse Woelmuis per geschiktheidsklasse.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Noordse Woelmuis | 0 | 0 | 516 | 661 | 168 |

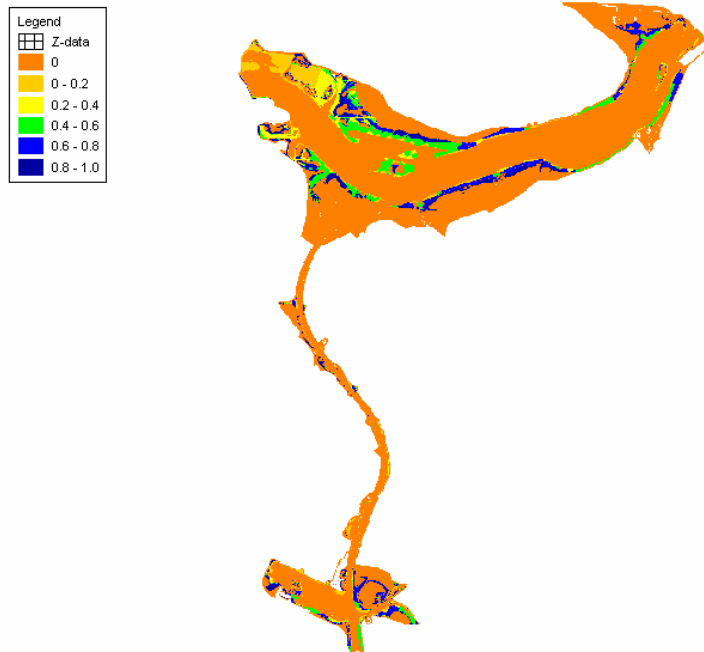
**Figuur 6.1.9** Totale habitatgeschiktheidskaart voor de Noordse Woelmuis voor de huidige situatie

Vissen

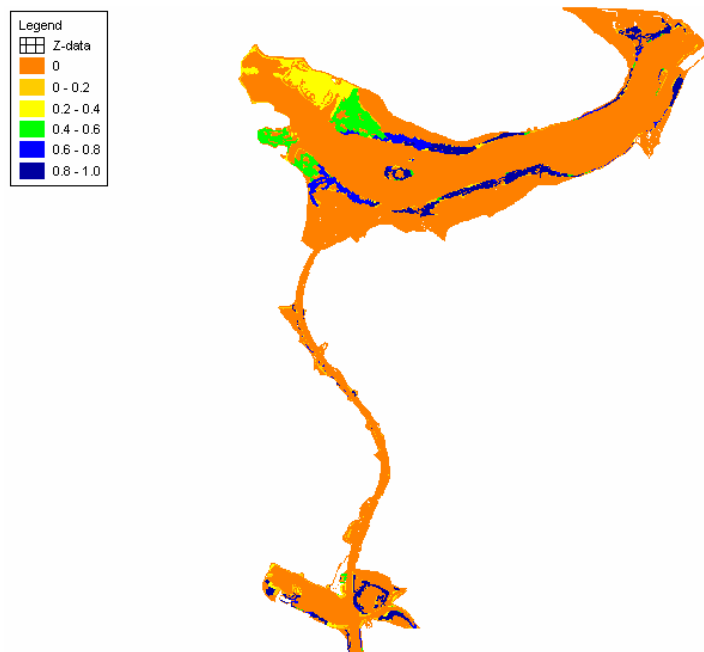
De habitatgeschiktheid voor de Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper wordt met name bepaald door de aanwezigheid van waterplanten. Daarmee wordt het areaal beperkt tot de ondiepere delen, daar waar de (ondergedoken) planten over voldoende licht beschikken om te kunnen groeien (figuren 6.1.10 en 6.1.11). Voor de Bittervoorn is er in potentie 580 ha habitat met een geschiktheid groter dan 0.6 beschikbaar. Voor de Kleine Modderkruiper is het gebied van 608 ha met een geschiktheid van meer dan 0.6 vergelijkbaar aan de Bittervoorn. De plaatsen in het Volkerak-Zoommeer die geschikt zijn, zijn vergelijkbaar voor deze twee soorten (figuur 6.1.10 en 6.1.11) en bevinden zich op de voormalige slikken en gorzen (Krammerse slikken, Slikken van de Heen, Dintelse Gorzen, Hellegatsplaten).

Tabel 6.1.4 Oppervlakte (ha) per habitatgeschiktheidsklasse voor de Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bittervoorn | 323 | 213 | 387 | 306 | 272 |
| Kleine Modderkruiper | 211 | 285 | 277 | 187 | 421 |



Figuur 6.1.10 Totale habitatgeschiktheidskaart voor de Bittervoorn voor de huidige situatie.



Figuur 6.1.11 Totale habitatgeschiktheidskaart voor de Kleine Modderkruiper voor de huidige situatie.

6.1.4 Vogelrichtlijn

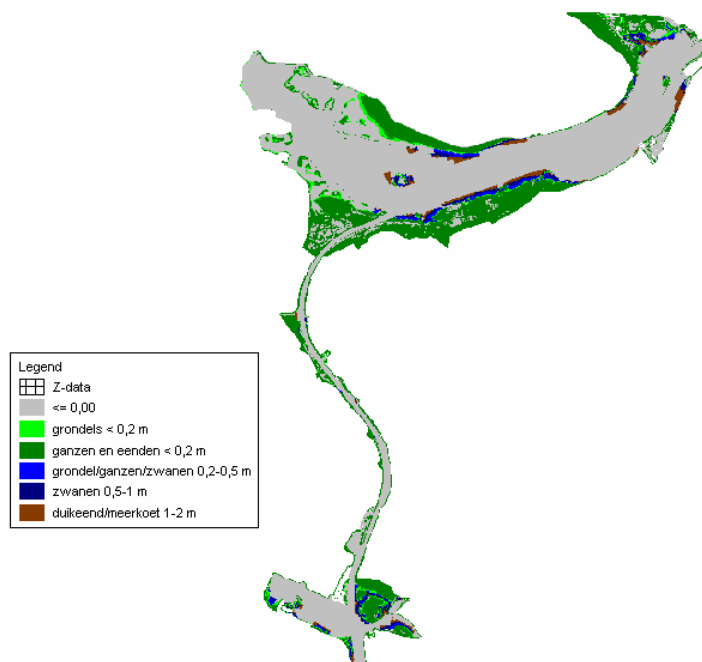
Plant-etters

Voor de plant-etende vogels is met name het areaal voor vogels die hun voedsel zoeken in gebieden in ondiep water en op slikken en grasland (zoals ganzen) goed vertegenwoordigd. Voor eenden die aan de rand van het water foerageren op planten (Smient, Krakeend, Slobeend) is 205 ha beschikbaar. Voor vogels met een dieper bereik, zoals duikeenden en meerkoeten, is er 157 ha geschikt foerageergebied, maar ook de ondiepere gebieden waar ook andere vogels kunnen foerageren zijn geschikt (tabel 6.1.5).

Tabel 6.1.5 Oppervlakte (ha) foerageergebied per groep van plantetende vogels.

| | |
|---|------|
| plant-etters ganzen < 0.2 m | 1933 |
| plant-etters grondels en ganzen 0.0 - 0.2 m | 205 |
| grondels/ganzen/zwanen 0.2 - 0.5 m | 129 |
| zwanen 0.5-1.0 m | 151 |
| duikeend/meerkoet 1-2 m | 157 |

Het gebied geschikt voor grondels bevindt zich aan de oevers, terwijl voor duikeenden en meerkoeten het geschikte habitat zich verder het water op bevindt. De diepe geulen zijn echter geen geschikt foerageergebied voor de plant-etende vogels; er is daar geen vegetatie of de vegetatie zit te diep en is daardoor onbereikbaar (figuur 6.1.12).



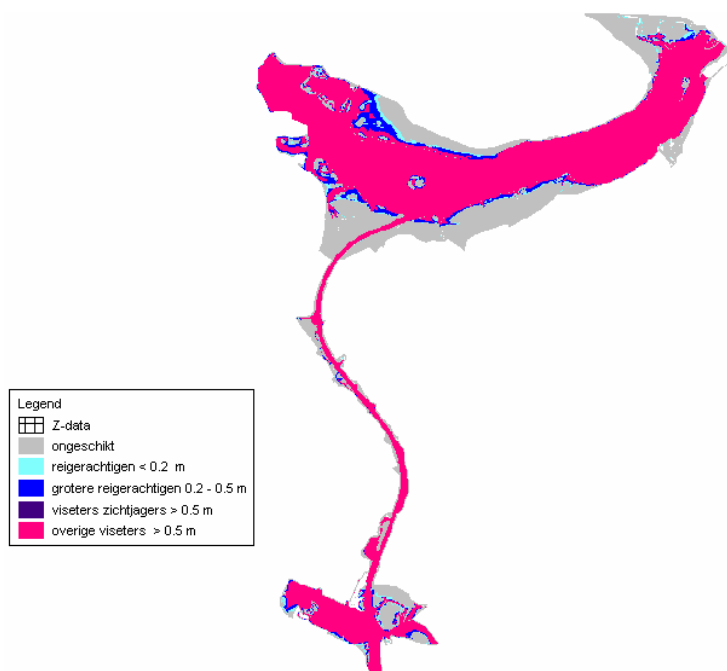
Figuur 6.1.12 Habitatgeschiktheidskaart voor plant-etende vogels voor de huidige situatie.

Vis-eters

Van de vis-etende vogels hebben de reigerachtigen 205 ha foerageergebied tot hun beschikking. Voor grote reigers, die met hun langere poten en hals diepere delen kunnen bereiken, is 383 ha geschikt als foerageergebied (figuur 6.1.13). De vis-etende vogels die duiken naar hun voedsel hebben verreweg het grootste areaal: 4800 ha als zicht geen belemmering vormt. Als zicht wel van belang is om te kunnen jagen, bijvoorbeeld voor de Fuut en Middeldste zaagbek, dan is alleen in de ondiepere delen, waar ook de reigers foerageren, areaal beschikbaar voor de vis-etende vogels (tabel 6.1.6).

Tabel 6.1.6 Oppervlakte (ha) foerageergebied per groep van vis-etende vogels.

| | |
|-------------------------------|------|
| reigerachtigen < 0,2 m | 205 |
| grotere reigers 0,2-0,5 m | 383 |
| vis-eters zichtjagers > 0,5 m | 0 |
| overige vis-eters > 0,5 m | 4800 |



Figuur 6.1.13 Habitatgeschiktheidskaart voor vis-etende vogels voor de huidige situatie.

Bodemfauna-eters

De habitatgeschiktheid voor de Driehoeksmossel, voedsel voor de bodemfauna-eters die foerageren op een diepte van 0,5 – 5,0 m, wordt voor het grootste deel bepaald door de diepte (figuur 6.1.14). Alleen in de diepere zandige delen en geulen is het Volkerak-Zoommeer geschikt voor de Driehoeksmossel (tabel 6.1.7). De overige parameters (fosfaat- en zoutgehalte) hebben in deze gebieden een hogere geschiktheidswaarde waardoor het voorkomen niet meer van deze parameters afhankelijk is.

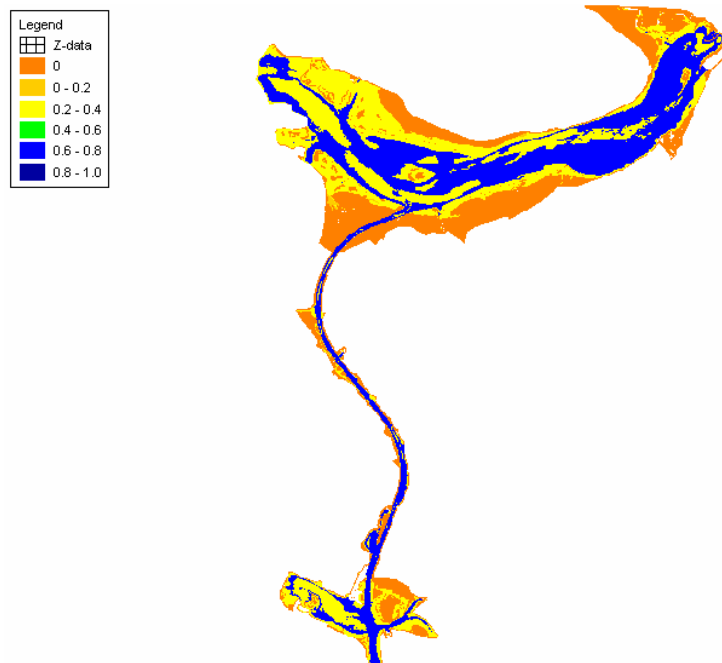
Voor de bodemfauna-etende vogels is er 383 ha areaal beschikbaar voor grondels en bergeenden in de diepere delen van het Volkerak-Zoommeer, en 1110 ha voor duikeenden en meerkoeten in de diepste delen. Voor steltlopers die foerageren op slikken is het areaal 224 ha. Het overige areaal in ondiep water is slechts 112 ha (tabel 6.1.8, figuur 6.1.15).

Tabel 6.1.7 Oppervlakte (ha) per habitatgeschiktheidsklasse voor de Driehoeksmossel.

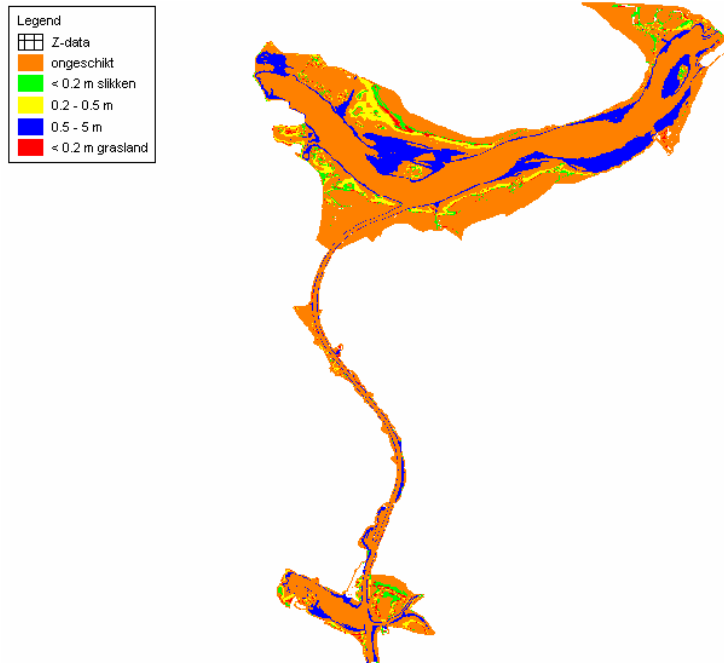
| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Driehoeksmossel | 15 | 2610 | 0.3 | 2760 | 0.0 |

Tabel 6.1.8 Oppervlakte (ha) foerageergebied per groep van bodemfauna-etende vogels.

| | |
|--|------|
| steltlopers, bergeend, grondeleenden < 0,2 m (slikken) | 224 |
| bergeend, grondeleenden < 0,2 m (grasland, kwelder) | 112 |
| bergeend, grondeleenden 0,2 - 0,5 m | 383 |
| duikeend en meerkoet 0,5 – 5,0 m | 1110 |



Figuur 6.1.14 Totale habitatgeschiktheidskaart voor de Driehoeksmossel voor de huidige situatie.



Figuur 6.1.15 Habitatgeschiktheidskaart voor bodemfauna-etende vogels voor de huidige situatie.

Rust- en broedgebied

Het rust- en broedgebied voor vogels bestaat in totaal 6961 ha, waarvan ruim 5200 ha altijd onder water staat (tabel 6.1.9). De hogere permanent droge delen (1650 ha) aan de randen van het Volkerak-Zoommeer, waar geen bos voorkomt, zijn in principe beschikbaar om te broeden voor de doelsoorten Strandplevier, Bontbekplevier en Zwartkopmeeuw (figuur 6.1.16). Als gevolg van het stabiele peil is het areaal met dynamiek dat incidenteel onder water staat klein (31 ha). Dit droogvallende areaal is uitermate geschikt als rustgebied voor steltlopers, ganzen en meeuwachtigen.

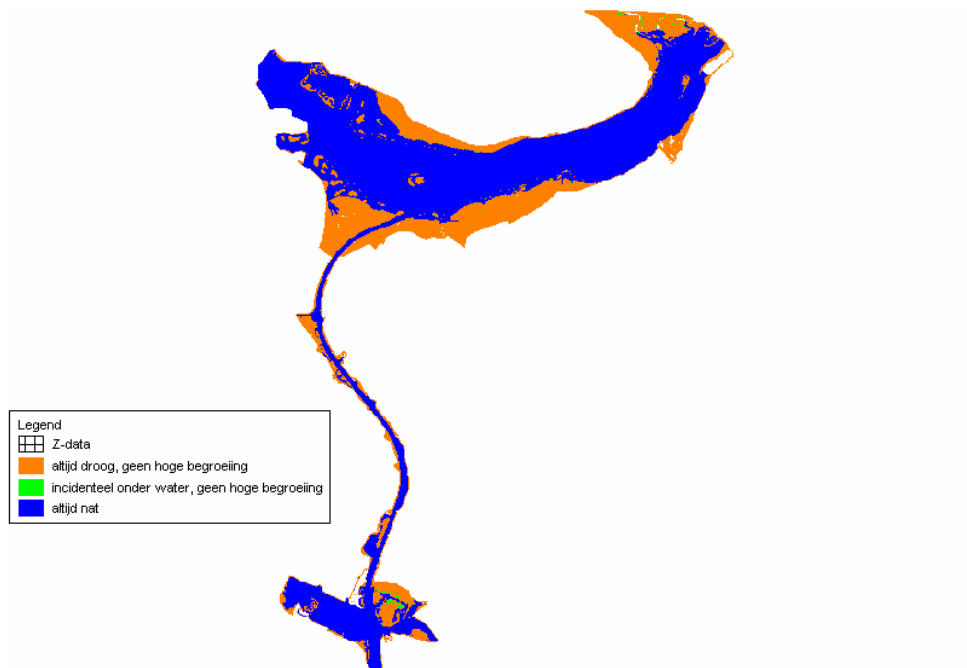
Tabel 6.1.9 Oppervlakte (ha) van rust- en broedgebieden voor vogels.

| | |
|---|------|
| altijd droog (slikken, schorren, graslanden) | 1650 |
| incidenteel onder water (hoog water vluchtplaats) | 31 |
| altijd onder water | 5280 |

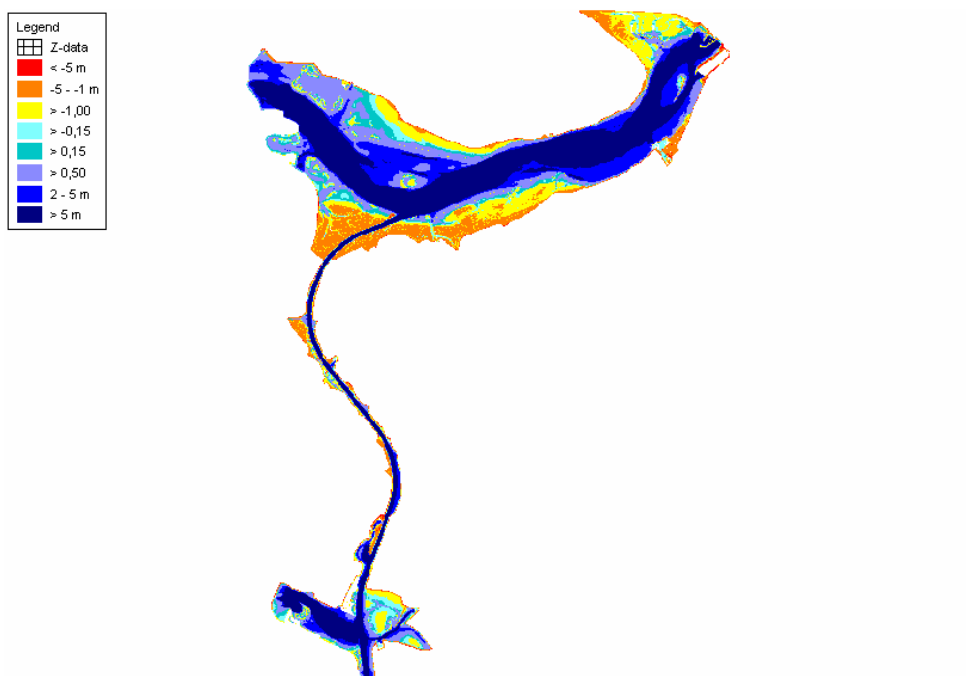
6.2 Zoete variant

6.2.1 Milieucondities

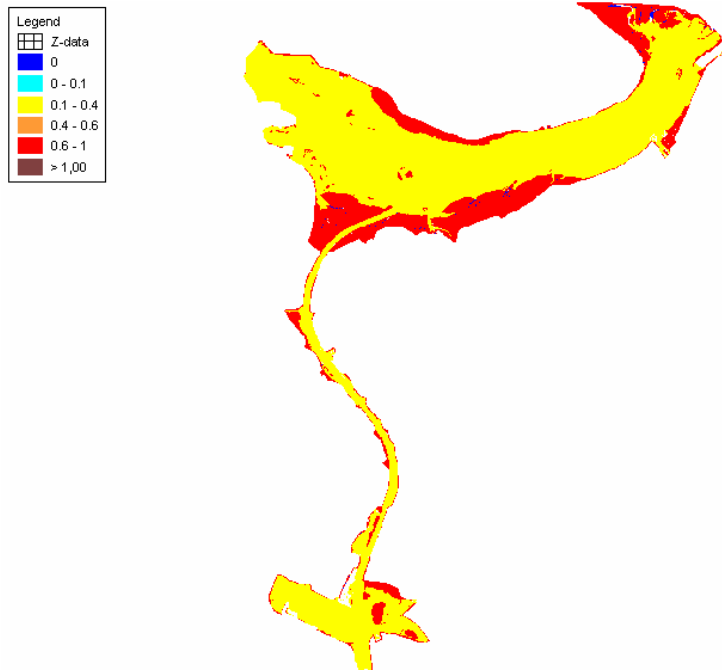
Het peil in de zoete variant is 0.07 m boven NAP. De waterstand is dan iets hoger dan in de huidige situatie. De gemiddeld hoogste en laagste waterstand zijn respectievelijk 0.15 en 0.03 m NAP. Het zoutgehalte is varieert tussen de 0.1 en 0.4 gCl/L (figuur 6.2.2). Het doorzicht en de lichtcondities bij de bodem zijn een stuk verbeterd ten opzichte van de huidige situatie (figuur 6.2.3 en 6.2.4). Het doorzicht is gemiddeld 0.95 m (Secchi-diepte).



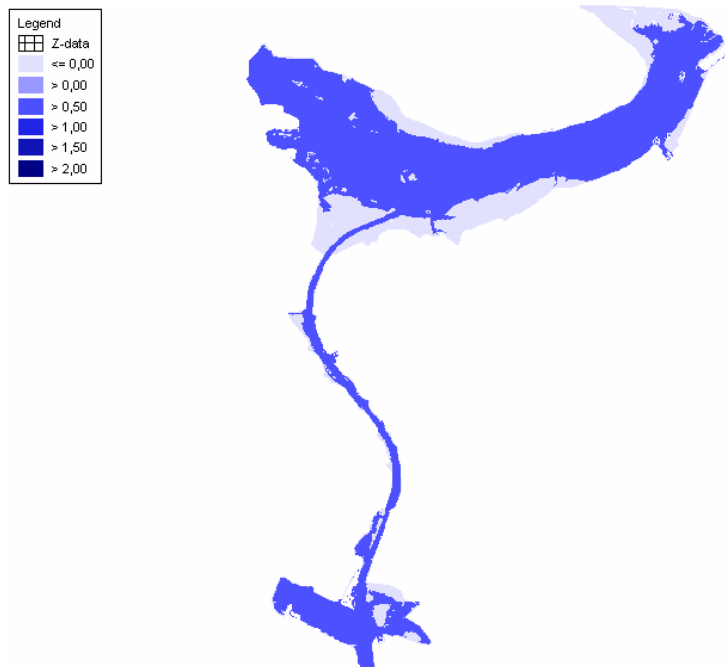
Figuur 6.1.16 Habitatgeschiktheidskaart voor rust- en broedgebied voor vogels voor de huidige situatie.



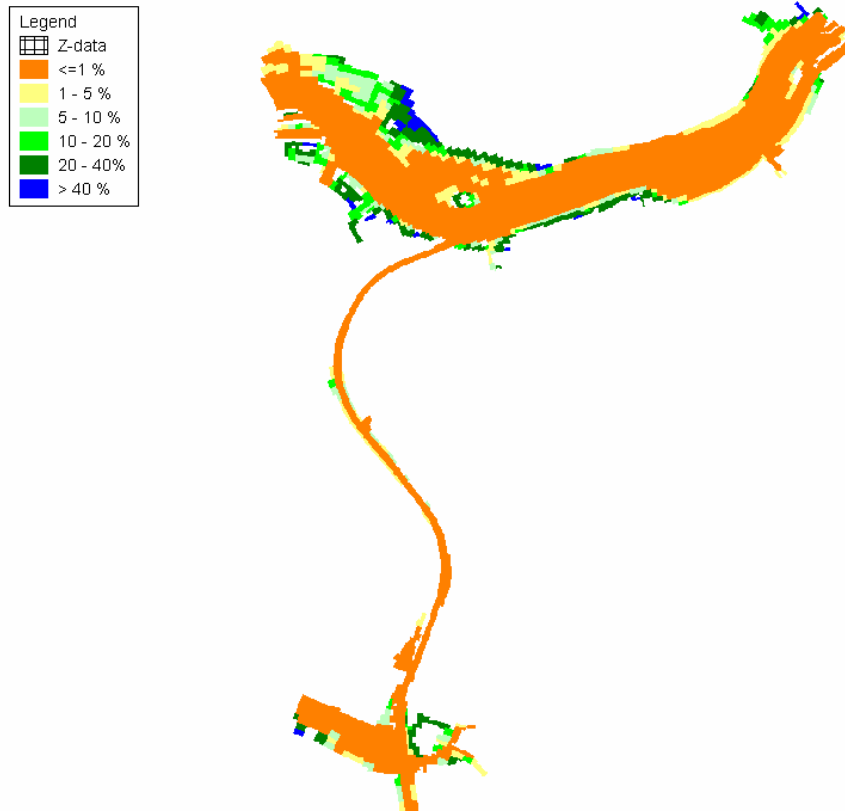
Figuur 6.2.1 Gemiddeld waterpeil van het Volkerak-Zoommeer voor de zoete variant.



Figuur 6.2.2 Jaargemiddeld zoutgehalte van het Volkerak-Zoommeer voor de zoete variant.



Figuur 6.2.3 Doorzicht (Secchi-diepte) van het Volkerak-Zoommeer voor de zoete variant.



Figuur 6.2.4 Percentage van het invallende licht dat de bodem bereikt in het Volkerak-Zoommeer voor de zoete variant.

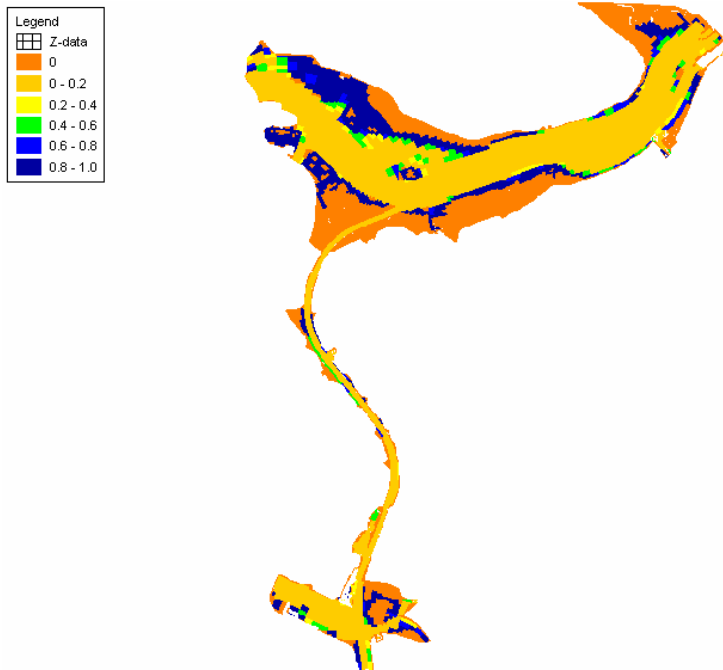
6.2.2 Kaderrichtlijn water

Waterplanten M20 (zoet)

Voor de *ondergedoken waterplanten* is het meeste areaal beschikbaar. Voor deze planten zijn ook in de zoete variant de ondiepere delen het meest geschikt (tabel 6.2.1 en figuur 6.2.5). Doordat het water helderder wordt en er dus meer licht de bodem bereikt, heeft deze variant een gunstiger effect op de geschiktheid ten opzichte van de huidige situatie. Een lager zoutgehalte in het Krammer zorgt er voor dat het areaal naar het westen is uitgebreid.

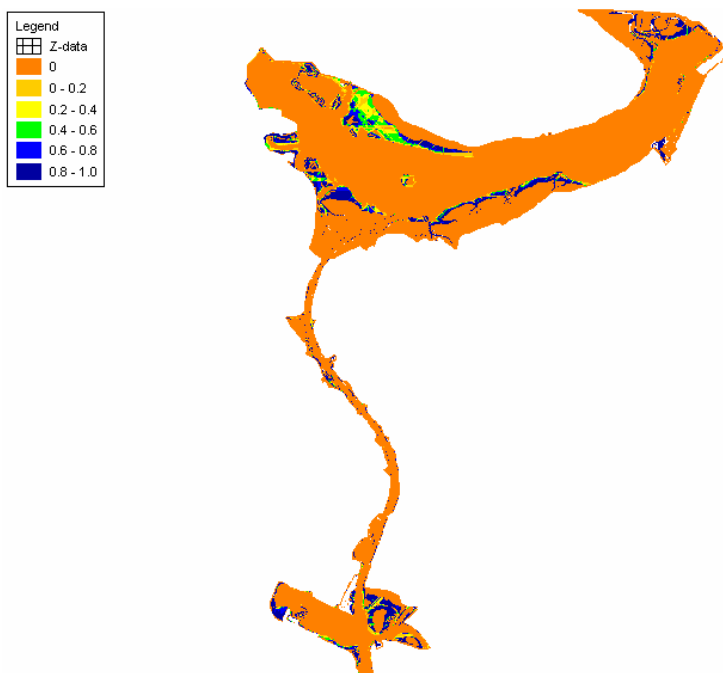
Tabel 6.2.1 Oppervlakte (ha) van de verschillende vegetatietypen per geschiktheidsklasse.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ondergedoken waterplanten | 3720 | 160 | 241 | 194 | 1180 |
| oevervegetatie intolerant | 130 | 130 | 154 | 130 | 505 |
| oevervegetatie tolerant | 130 | 130 | 154 | 130 | 505 |

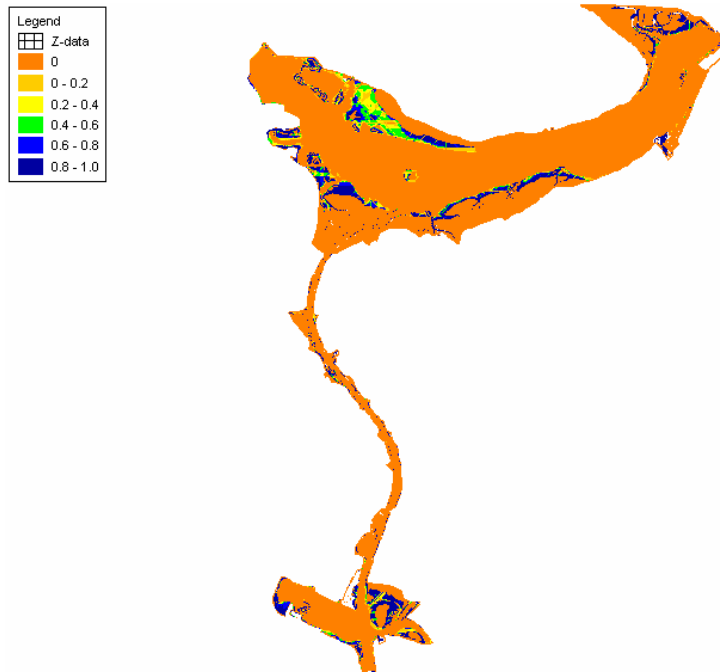


Figuur 6.2.5 Habitatgeschiktheidskaart voor ondergedoken waterplanten voor de zoete variant.

Ook in de zoete variant is er geen verschil in habitat tussen de zout-intolerante en zout-tolerante *oevervegetatie*. Ook in deze variant liggen de geschikte gebieden voor oevervegetatie achter de dammen aan de randen van het meer en bij de prinsesseplaat in het ondiepe water (figuur 6.2.6 en 6.2.7).



Figuur 6.2.6 Habitatgeschiktheidskaart voor zout-intolerante oevervegetatie voor de zoete variant.



Figuur 6.2.7 Habitatgeschiktheidskaart voor zout-tolerante oevervegetatie voor de zoete variant.

Waterplanten M32 (zout)

Voor het voorkomen van de zeegrassoorten *Zostera marina*, *Zostera noltii* en *Ruppia maritima* is het zoutgehalte in deze variant te laag. Hetzelfde geldt voor zeesla. Voor geen van de soorten is een geschikt habitat berekend.

Vissen

Door een toename van het doorzicht en het areaal ondergedoken waterplanten t.o.v. de huidige situatie zijn de scores voor de indicatoren ‘aandeel brasem’, ‘aandeel baars + blankvoorn’ en ‘aandeel plantminnende vis’ enigszins toegenomen. De ecologische toestand ligt echter nog steeds in de klasse matig. Dit is dezelfde beoordeling als in de huidige situatie.

| INPUT STUURVARIABLEN | Maatlatindicatoren | OUTPUT | | |
|--|---|--------|-----------|---|
| | | waarde | deelscore | ecologische toestand |
| aandeel submergente vegetatie: 27,6% aandeel emergente vegetatie: 12,7% doorzicht: 0,95 m afstand tot oever: 1562 m | aantal soorten (op basis van expert judgement) | 12 | 0,80 | matig (gewogen gemiddelde deelscores = 0,52) |
| | aandeel brasem (%) | 29,3% | 0,44 | |
| | aandeel baars + blankvoorn (% van alle eurytopen) | 26,3% | 0,43 | |
| | aandeel plantminnende vis (%) | 1,5% | 0,15 | |
| | aandeel zuurstoftolerante vis (%) | 6,8% | 1,00 | |

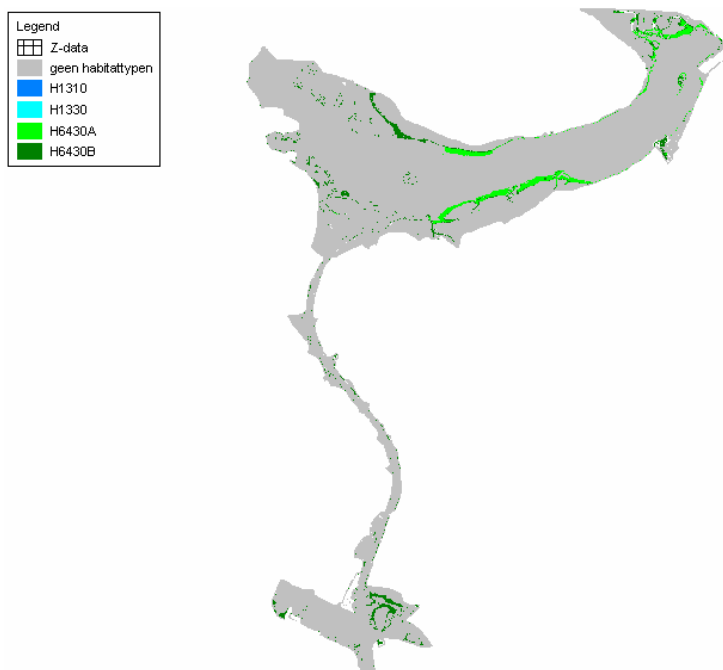
6.2.3 Habitatrichtlijn

Habitattypen

Beide zoete habitattypen (H6430A&B) met voedselrijke ruigten nemen toe in areaal. Type A, kenmerkend voor echt zoet water, neemt toe doordat het zoutgehalte lager is dan in de huidige situatie. Door een verandering van het waterpeil (hoger dan in huidige situatie) ten opzichte van de huidige situatie is het gebied met een waterpeil tussen de -15 en +15 cm groter geworden. Dit heeft een positief effect op het voorkomen van habitatype H6430B, dat in de oeverzone voorkomt (tabel 6.2.2). Het areaal voor habitatype H6430A (wat hoger op de oever voorkomt) is hierdoor ook, naast het positieve effect van het zoutgehalte in deze variant, wat vergroot (figuur 6.2.8).

Tabel 6.2.2 Oppervlakte (ha) van de verschillende habitattypen.

| | |
|--------|-----|
| H1310 | 0 |
| H1330 | 0 |
| H6430A | 196 |
| H6430B | 255 |



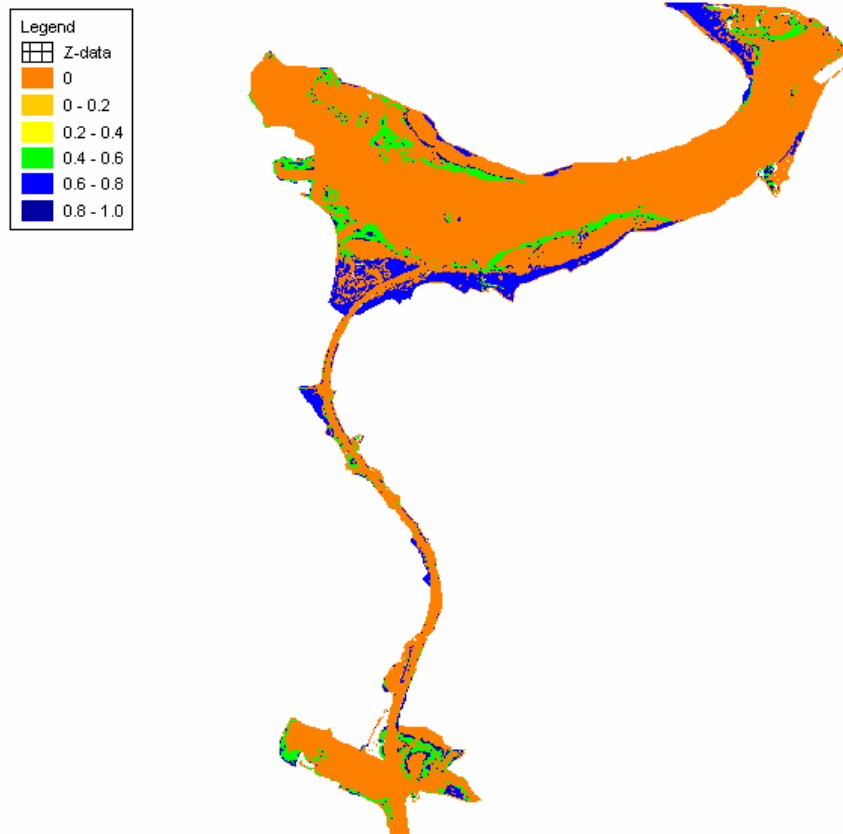
Figuur 6.2.8 Habitatgeschiktheidskaart voor habitattypen voor de zoete variant.

Noordse Woelmuis

Het totale areaal voor de Noordse Woelmuis gaat er in vergelijking met de huidige situatie op vooruit in de zoete variant (tabel 6.2.3 en figuur 6.2.9). Dit wordt veroorzaakt door de toename van de oevervegetatie. Het areaal is echter van mindere kwaliteit doordat een groter deel altijd onder water staat.

Tabel 6.2.3 Oppervlakte (ha) voor de noordse woelmuis per geschiktheidsklasse voor de zoete variant.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Noordse Woelmuis | 0 | 0 | 575 | 642 | 134 |

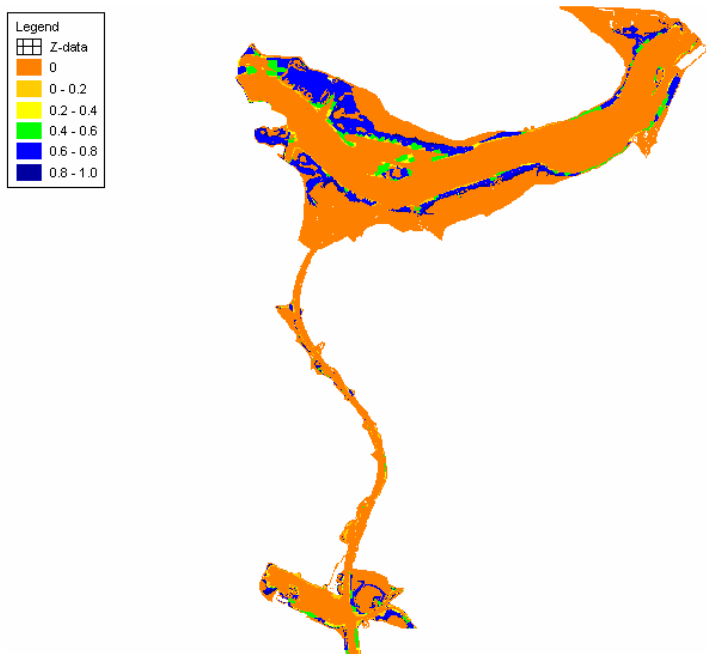
**Figuur 6.2.9** Habitatgeschiktheidskaart voor de Noordse Woelmuis voor de zoete variant.

Vissen

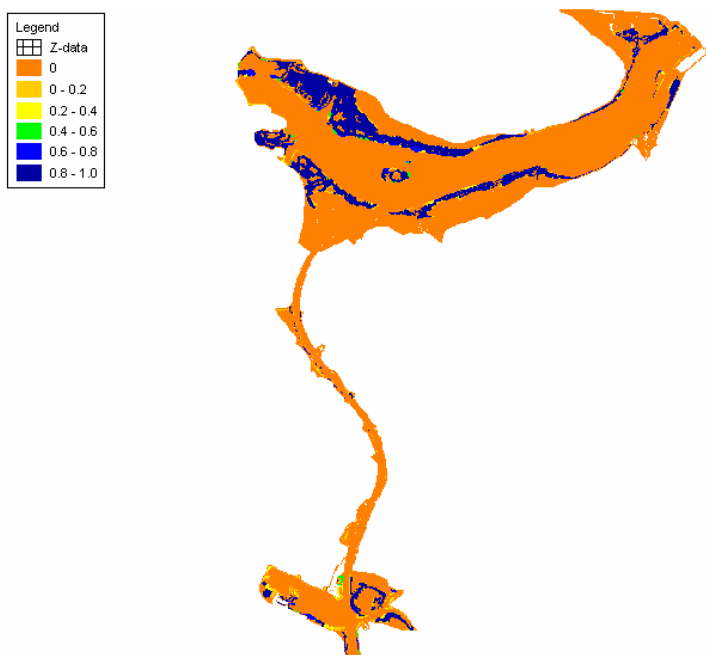
De habitatgeschiktheid voor de Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper neemt flink toe bij de zoete variant in vergelijking tot de huidige situatie. Voor de Bittervoorn neemt het areaal met een geschiktheid groter dan 0.6 toe van 578 ha tot 975 ha (tabel 6.2.4). Voor de Kleine Modderkruiper verdubbelt het areaal met een habitatgeschiktheid groter dan 0.6 zelfs en gaat van 608 ha naar 1105 ha. De toename in habitatgeschiktheid wordt veroorzaakt door de toename van het areaal ondergedoken vegetatie (verdubbelt ten opzichte van de huidige situatie) als gevolg van de toegenomen zichtdiepte in het Volkerak-Zoommeer bij de zoete variant. Het verschil in toename tussen de Kleine Modderkruiper en Bittervoorn wordt veroorzaakt doordat de eerstgenoemde een grotere preferentie voor ondergedoken vegetatie heeft. De plaatsen in het Volkerak-Zoommeer die geschikt zijn, zijn dezelfde als in de huidige situatie (voormalige slikken en gorzen). Alleen is de omvang van deze gebieden toegenomen doordat vegetatie als gevolg van het grotere doorzicht nu ook in de diepere gedeelten voorkomt (figuur 6.2.10 en 6.2.11).

Tabel 6.2.4 Oppervlakte (ha) voor de Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper per geschiktheidsklasse voor de zoete variant.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bittervoorn | 188 | 73 | 240 | 822 | 153 |
| Kleine Modderkruiper | 196 | 53 | 28 | 75 | 1030 |



Figuur 6.2.10 Habitatgeschiktheidskaart voor de Bittervoorn voor de zoete variant.



Figuur 6.2.11 Habitatgeschiktheidskaart voor de Kleine Modderkruiper voor de zoete variant.

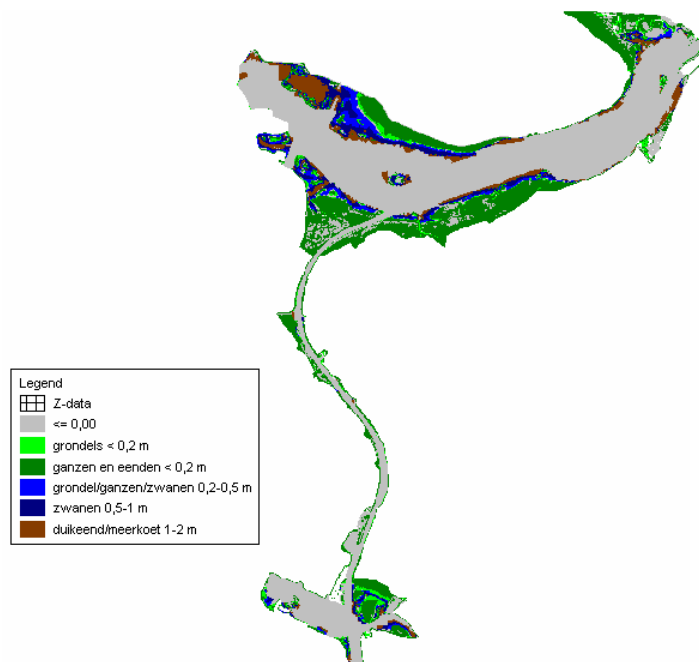
6.2.4 Vogelrichtlijn

Plant-etters

Voor de plant-etters is er meer areaal beschikbaar ten opzichte van de huidige situatie (tabel 6.2.5). Dit geldt vooral voor de plant-etende vogels die in diepere delen hun voedsel zoeken. Door het lage zoutgehalte en het verbeterde lichtklimaat in deze zoete variant is er meer areaal geschikt voor waterplanten, die het voedsel vormen voor deze groep vogels (figuur 6.2.12).

Tabel 6.2.5 Oppervlakte (ha) foerageergebied per groep van plant-etende vogels.

| | |
|---|------|
| plant-etters ganzen < 0.2 m | 1811 |
| plant-etters grondels en ganzen 0.0 - 0.2 m | 231 |
| grondels/ganzen/zwanen 0.2 - 0.5 m | 275 |
| zwanen 0.5-1.0 m | 408 |
| duikeend/meerkoet 1-2 m | 435 |



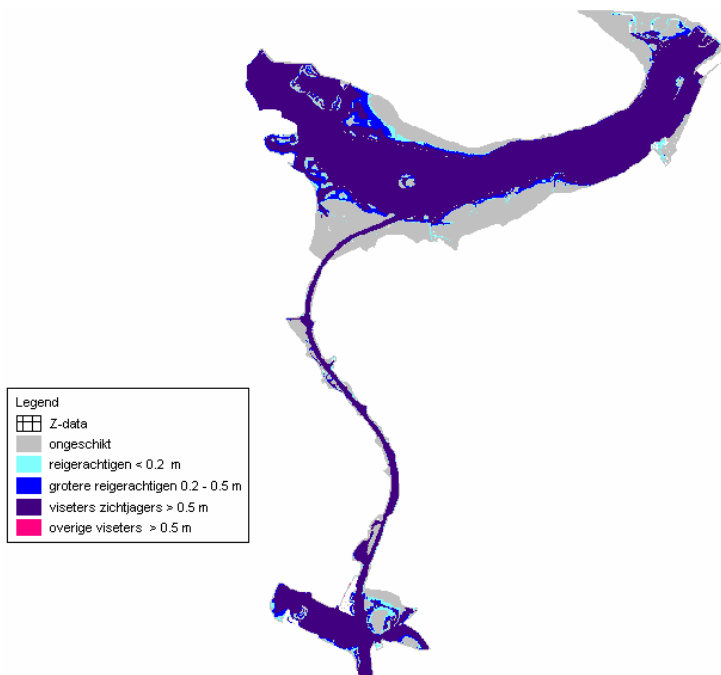
Figuur 6.2.12 Habitatgeschiktheidskaart voor plant-etende vogels voor de zoete variant.

Vis-etters

Voor de vis-etende vogels gaat vooral het areaal van de zichtjagers er op vooruit omdat het doorzicht in de zoete variant zeer sterk verbetert. Veel areaal, dat in de huidige variant in de categorie ‘overige vis-etters’ viel, is nu beschikbaar (tabel 6.2.6). Deze vissen kunnen nu ook in diepere delen genoeg zien om te kunnen jagen (figuur 6.2.13).

Tabel 6.2.6 Oppervlakte (ha) foerageergebied per groep van visetende vogels.

| | |
|--------------------------------|------|
| reigerachtigen < 0,2 m | 236 |
| grotere reigers 0,2-0,5 m | 372 |
| vis-etters zichtjagers > 0,5 m | 4930 |
| overige vis-etters > 0,5 m | 0.3 |

**Figuur 6.2.13** Habitatgeschiktheidskaart voor vis-etende vogels voor de zoete variant.

Bodemfauna-etters

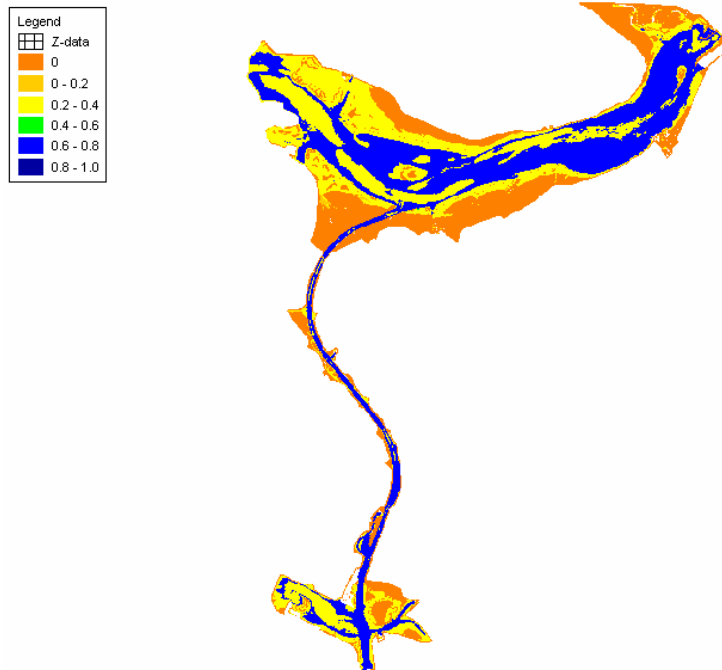
In de zoete variant gaat de hoeveelheid areaal voor de bodemfauna-etters er op bijna alle dieptes op vooruit ten opzichte van de huidige situatie (tabel 6.2.8, figuur 6.2.15). De veranderingen zijn klein en zijn het gevolg van een ander peil. Het geschikte areaal voor de Driehoeksmossel blijft in de zoete variant vrijwel gelijk aan de huidige situatie (tabel 6.2.7, figuur 6.2.14).

Tabel 6.2.7 Oppervlakte (ha) per habitatgeschiktheidsklasse voor de Driehoeksmossel voor de zoete variant.

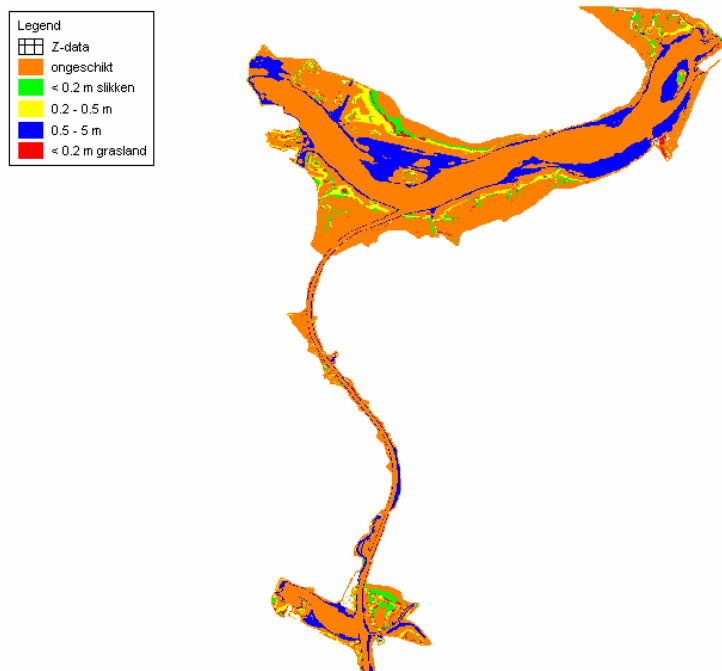
| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Driehoeksmossel | 16 | 2610 | 0.4 | 2790 | 0 |

Tabel 6.2.8 Oppervlakte (ha) foerageergebied per groep van bodemfauna-etende vogels.

| | |
|--|------|
| steltlopers, bergeend, grondeleenden < 0,2 m (slikken) | 259 |
| bergeend, grondeleenden < 0,2 m (grasland, kwelder) | 129 |
| bergeend grondeleenden 0,2 - 0,5 m | 372 |
| duikeend en meerkoet 0,5 – 5,0 m | 1150 |



Figuur 6.2.14 Habitatgeschiktheidskaart voor de Driehoeksmossel voor de zoete variant.



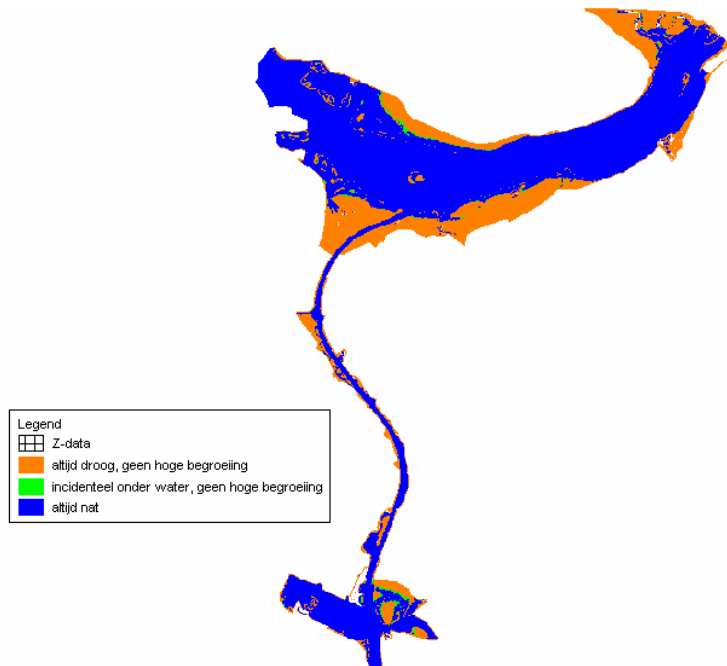
Figuur 6.2.15 Habitatgeschiktheidskaart voor bodemfauna-etende vogels voor de zoete variant.

Rust- en broedgebied

Het broedgebied (altijd droge gebied) neemt af, maar is nog altijd een groot gebied (1500 ha). Het gebied dat als rustgebied dienst doet en altijd onder water staat, neemt toe in deze variant. Hetzelfde geldt voor het areaal dat incidenteel onder water staat. Dit gebied is meer dan verdubbeld maar is nog steeds klein (tabel 6.2.9 en figuur 6.2.16).

Tabel 6.2.9 Oppervlakte (ha) rust- en broedgebied voor vogels.

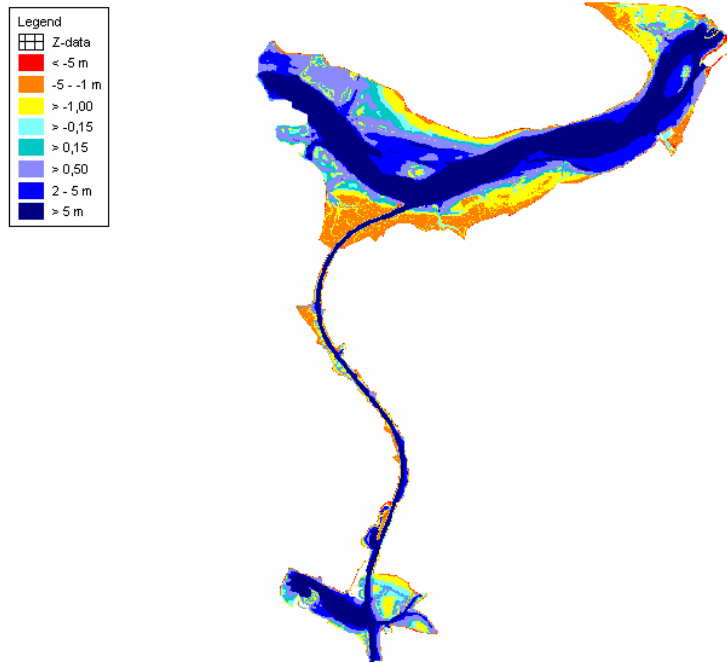
| | |
|---|------|
| altijd droog (slikken, schorren, graslanden) | 1560 |
| incidenteel onder water (hoog water vluchtplaats) | 86 |
| altijd onder water | 5480 |

**Figuur 6.2.16** Habitatgeschiktheidskaart voor rust- en broedgebieden voor vogels voor de zoete variant.

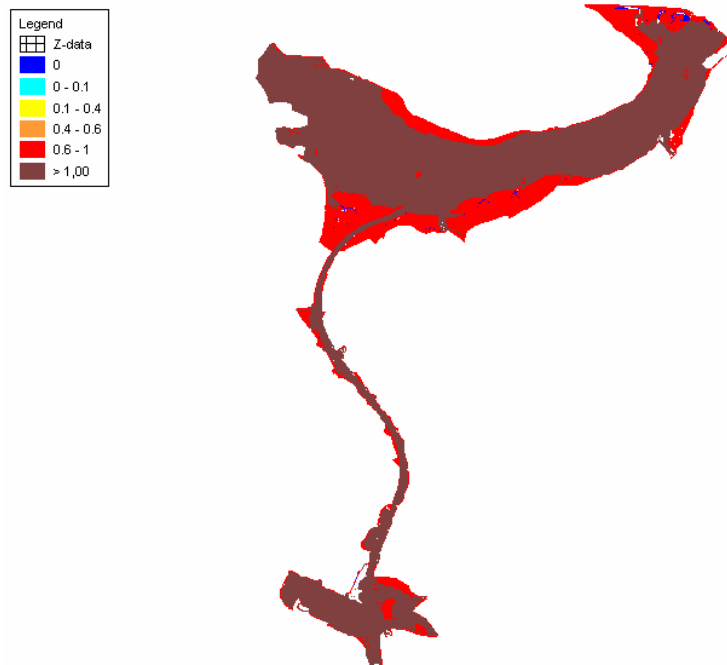
6.3 Zoute variant

6.3.1 Milieucondities

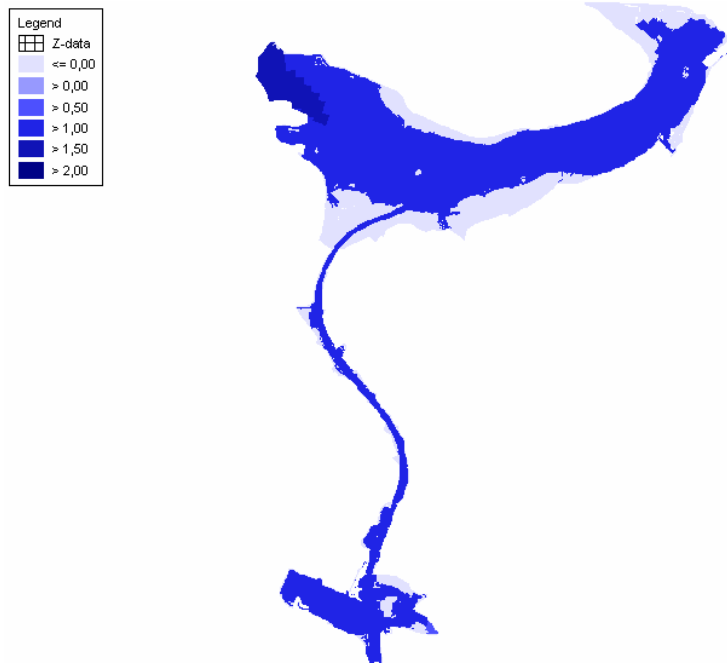
Voor de zoute variant is het gemiddelde waterpeil welke door Delft3D-DBS is berekend 0.06 m boven NAP. De hoogste en laagste waterstand (95 en 5 percentiel) is respectievelijk 0.15 en -0.03 m NAP. Het gemiddelde chloride gehalte varieert tussen de 13 gCl/L in het Volkerak, en 23 gCl/L in de Krammer (figuur 6.3.2). Het doorzicht dat wordt berekend door Delft3D-DBS ligt rond de 1.0 m in het Volkerak en 1.7 m bij de Krammersluizen (gemiddeld 1.3 m) (figuur 6.3.3). Het percentage licht dat de bodem bereikt is toegenomen ten opzichte van de huidige variant (figuur 6.3.4).



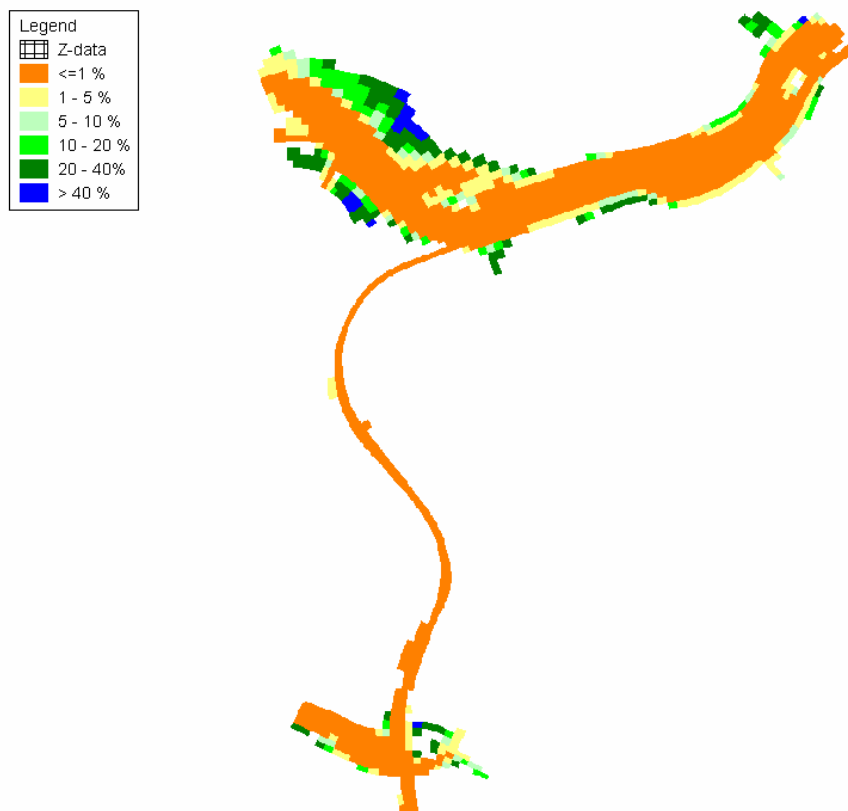
Figuur 6.3.1 Dieptekaart van het Volkerak-Zoommeer voor de zoute variant.



Figuur 6.3.2 Jaargemiddelde zoutgehalte van het Volkerak-Zoommeer voor de zoute variant.



Figuur 6.3.3 Doorzicht (Secchi-diepte) van het Volkerak-Zoommeer voor de zoute variant.



Figuur 6.3.4 Percentage van het invallende licht dat de bodem bereikt in het Volkerak-Zoommeer voor de zoute variant.

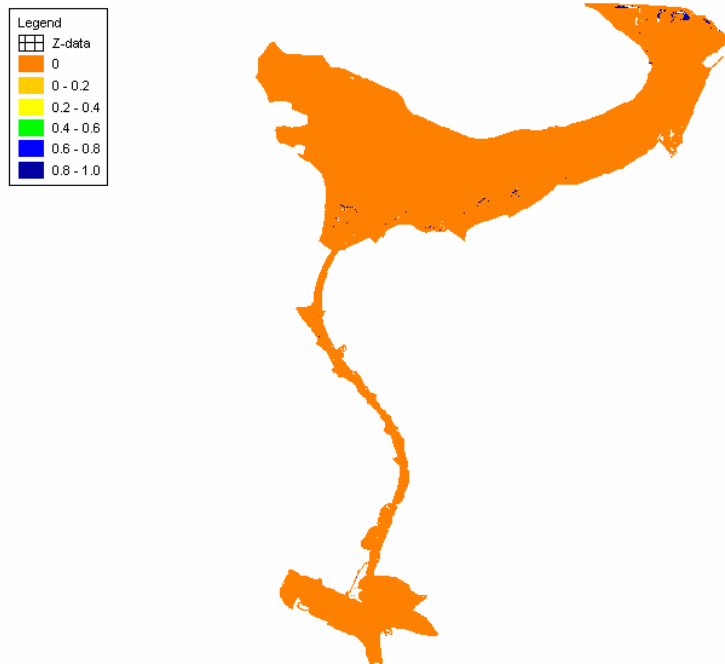
6.3.2 Kaderrichtlijn Water

Waterplanten M20 (zoet)

In de zoute variant zijn er geen *ondergedoken waterplanten* te verwachten van het type M20 (tabel 6.3.1). De *oevervegetatie* kan nog op enkele plekken voorkomen maar alleen als het zoutgehalte laag genoeg is. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de Krammer, daar waar beekjes het meer instromen (figuur 6.3.5).

Tabel 6.3.1 Oppervlakte (ha) per habitatgeschiktheidsklasse voor zoete waterplanten.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ondergedoken waterplanten | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oevervegetatie intolerant | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 |
| Oevervegetatie tolerant | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 |



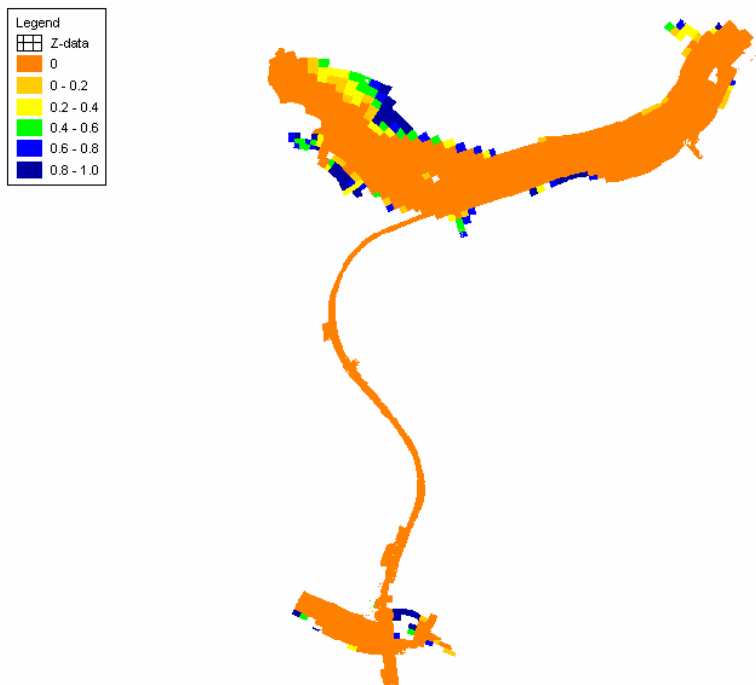
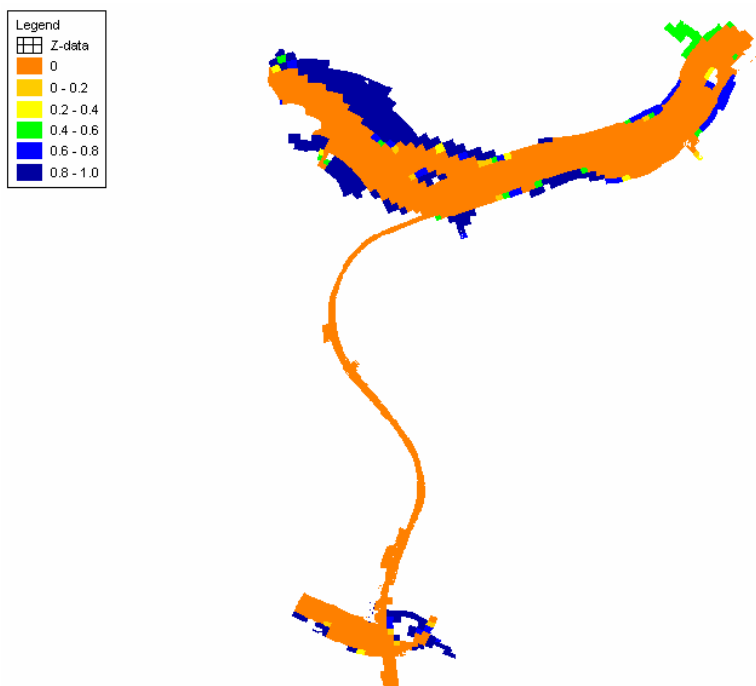
Figuur 6.3.5 Totale habitatgeschiktheidskaart voor zout intolerante en zout tolerante oevervegetatie voor de zoute variant

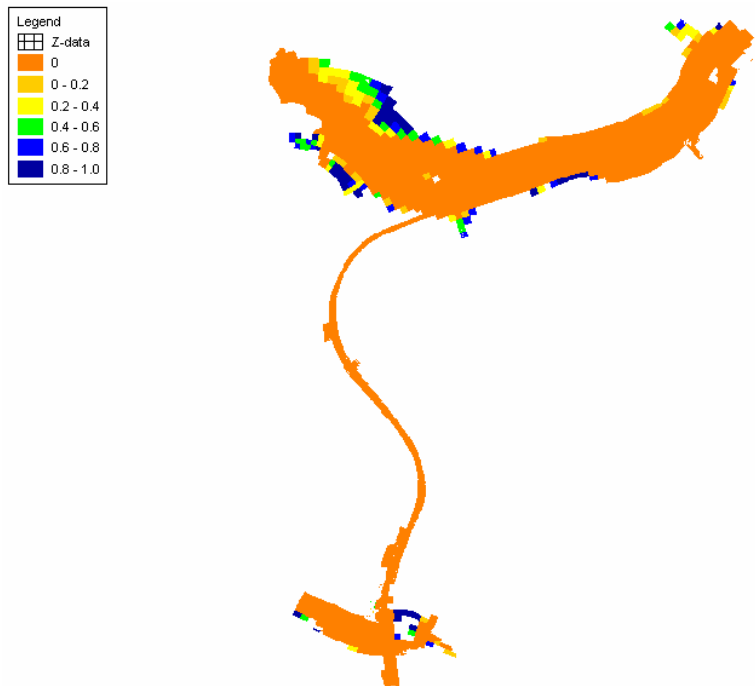
Waterplanten M32 (zout)

In de zoute variant is er habitat dat geschikt is voor het voorkomen van zeegras (tabel 6.3.2). De zoutgehalten, die in de huidige situatie en de zoete variant het gebied ongeschikt maken, zijn in deze variant geen belemmering voor de groei van *Zostera marina*, *Zostera noltii* en *Ruppia maritima* (figuur 6.3.6, 6.3.7 en 6.3.8). De beperkende factor in het voorkomen van de soorten is het lichtklimaat op de bodem. Hierdoor zijn alleen de ondiepe delen van het Volkerak-Zoommeer geschikt. Het aantal hectare per geschiktheidsklasse is weergegeven in tabel 6.3.2. Vanwege de tolerantie van *Zostera noltii* voor licht-arme omstandigheden is voor deze soort een groter oppervlak geschikt dan voor de andere twee soorten.

Tabel 6.3.2 Oppervlakte (ha) per habitatgeschiktheidsklasse voor de drie zeegrassoorten.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>Zostera marina</i> | 195 | 188 | 153 | 138 | 218 |
| <i>Zostera. noltii</i> | 51 | 47 | 147 | 197 | 1080 |
| <i>Ruppia maritima</i> | 195 | 188 | 153 | 138 | 218 |

**Figuur 6.3.6** Totale habitatgeschiktheidskaart voor de *Zostera marina* voor de zoute variant**Figuur 6.3.7** Totale habitatgeschiktheidskaart voor de *Zostera noltii* voor de zoute variant



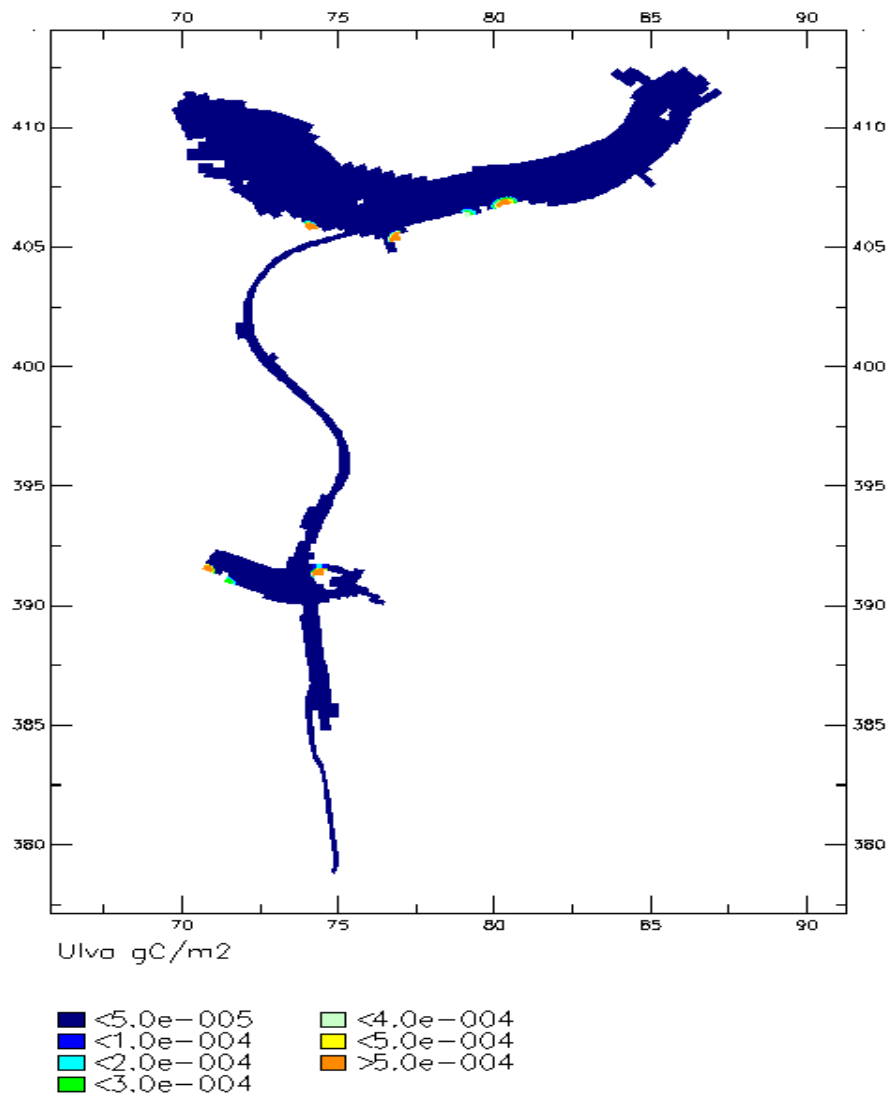
Figuur 6.3.8 Totale habitatgeschiktheidskaart voor de *Ruppia maritima* voor de zoute variant

De aanwezigheid van zeesla wordt niet berekend door Habitat maar door het waterkwaliteitsmodel gebaseerd op Delft3D-DBS (een karakteristiek resultaat is weergegeven in Figuur 6.3.9). De hoeveelheid zeesla per vierkante meter wordt met name geproduceerd op een zeer beperkt aantal locaties in het Krammer, Volkerak en Zoommeer.

Vissen

Voor het bepalen van de ecologische toestand voor vis in grote tot brakke zoute wateren zijn geen rekenregels beschikbaar. Daarom is het niet mogelijk de ecologische toestand voor de zoute variant van het Volkerak-Zoommeer modelmatig te voorspellen. Hieronder wordt op basis van expert judgement ingegaan op de ontwikkeling van de visgemeenschap in een zout Volkerak-Zoommeer en de mogelijke score voor de KRW.

Afhankelijk van de toename van het zoutgehalte (en de connectiviteit met de Noordzee/Oosterschelde) zullen zich andere soorten in het Volkerak-Zoommeer gaan vestigen bij een zoute variant. Tot een zoutgehalte van 0,3 gCl/L zal de visgemeenschap nog overwegend uit zoetwatersoorten bestaan. Bij hogere zoutgehalten zullen estuarien residente en mariene soorten hun intrede doen. Bij een zoutgehalte hoger dan 3 gCl/L liter zullen de zoetwatersoorten verdwijnen. Bij een geringe verhoging (3-10 gCl/L) van het zoutgehalte zullen allereerst de zouttolerante estuarien residente en mariene soorten zoals Bot, Brakwatergrondel, Dikkopje, Schol, Tong, Harder en juveniele Haring en Sprot voor gaan komen. Bij een sterke verhoging van het zoutgehalte (> 10 gCl/L) zullen ook de mariene en estuariene soorten die een voorkeur hebben voor hogere zoutgehalten hun intrede doen. De aanwezigheid van de diadrome trekvissoorten zal bepaald worden door de grootte van de zoetwaterlokstroom richting de Noordzee en door de mate connectiviteit met de bovenstrooms gelegen gebieden en de Noordzee.



Figuur 6.3.9 Delft3D-DBS modelresultaat voor de maximaal gemeten waarde voor zeesla (in gC/m²) op de bodem van het Volkerak-Zoommeer.

Bij de zoute variant neemt het zoutgehalte toe tot gemiddeld 13 gCl/L in het Volkerak en 23 gCl/L in het Krammer. Hierdoor wordt het Volkerak polyhalien (10 tot 17 gCl/L) en het Krammer euhalien (17-23 gCl/L). Bij deze zoutgehalten zullen zoetwatervissen verdwijnen en zal er een visgemeenschap die gedomineerd wordt door estuarien residente en mariene soorten ontstaan. De soortensamenstelling zal afhankelijk van het waterbeheer (inlaat zout water) en de ecologie van vissoorten (trek/voortplantingsperiode) wisselen gedurende het seizoen. De visgemeenschap in een zout Volkerak-Zoommeer zal waarschijnlijk overeenkomsten vertonen met de visgemeenschap in de Oosterschelde. De visstand in de Oosterschelde bestaat uit platvis, grondels, kabeljauwachtigen en haringachtigen. Schol, tong, jonge platvis en bot komen in grote hoeveelheden voor. Hiernaast heeft de Oosterschelde een kinderkamerfunctie (tong, kabeljauw, zeebaars, schol en haring) en voor een aantal soorten een kraamkamerfunctie (geep, harnasmannetje, ansjovis, zeenaalden, puitaal en zeedonderpad).

De beoordeling van vis in grote brakke wateren voor de KRW gebeurt op basis van de soortensamenstelling en de abundantie van vier soortgroepen (Van der Molen & Pot, 2006):

- diadrome soorten;
- estuarien residente soorten;
- marien juveniele soorten en mariene seizoensgasten;
- zoetwatersoorten.

Binnen de maatlat ‘vis in grote brakke wateren’ zijn voor deze indicatorgroepen klassen opgesteld voor de vijf ecologische toestanden die de KRW onderscheidt. Opgemerkt dient te worden dat als gevolg van gebrek aan kennis over dit type wateren de klassengrenzen niet op een gedegen manier onderbouwd zijn (Van der Molen & Pot, 2006). Het expert judgement-gehalte, voor met name de indicatoren op basis van abundantie, is hoog.

Tabel 6.3.3 geeft voor zover mogelijk een inschatting voor de score's van de indicatoren uit de maatlat vis voor de zoute variant van het Volkerak-Zoommeer. Voor de abundantie indicatoren van de estuarien residente en mariene soorten is geen inschatting gemaakt. Een inschatting van de abundantie van deze soortgroepen vraagt om een analyse van visstandgegevens in de Oosterschelde en de ontwikkeling van de visgemeenschap in relatie tot het zoutgehalte in zoute meren (Grevelingen, Veerse Meer, buitenlandse afgesloten zeearmen).

De verwachting is dat op basis van de klassenindeling van de concept-maatlat voor ‘vis in natuurlijke grote brakke wateren’ een score van 0,5 (toestand matig) en mogelijk hoger haalbaar is.

Aangezien een zout Volkerak-Zoommeer waarschijnlijk de status ‘sterk veranderd’ krijgt zullen er in dit geval MEP's/GEP's opgesteld worden die zijn toegespitst op het Volkerak-Zoommeer. Het is goed mogelijk dat dit behoorlijk afwijkt van de klassengrenzen uit de huidige maatlat voor natuurlijke wateren. De verwachting is dat een zout Volkerak-Zoommeer met voldoende zoutdynamiek op ecologisch gebied beter zal scoren dan een zoet Volkerak-Zoommeer met een geringe zoetwaterdoorstroming.

Tabel 6.3.3 Inschatting van ecologische score (expert judgement) voor de indicatoren uit de maatlat ‘vis in grote brakke wateren’ (M32) bij een zoute variant van het Volkerak-Zoommeer.

| Indicatoren | Inschatting maximale score |
|--|----------------------------|
| <i>Soortensamenstelling</i> | |
| Diadrome soorten (CA) | 0,6-0,8 |
| Estuarien residente soorten (ER) | 0,6-0,8 |
| Marien juveniele soorten en mariene seizoensgasten (MJ+MS) | 0,6-0,8 |
| Zoetwatersoorten (Z1+Z2) | 0,4-0,6 |
| <i>Abundantie</i> | |
| Diadrome soorten (CA) | 0,0-0,2 |
| Estuarien residente soorten (ER) | ? |
| Marien juveniele soorten en mariene seizoensgasten (MJ+MS) | ? |
| Zoetwatersoorten (Z1+Z2) | 0,0-0,2 |
| Maximale totaalscore (gemiddelde deelscore's) | 0,5-? |

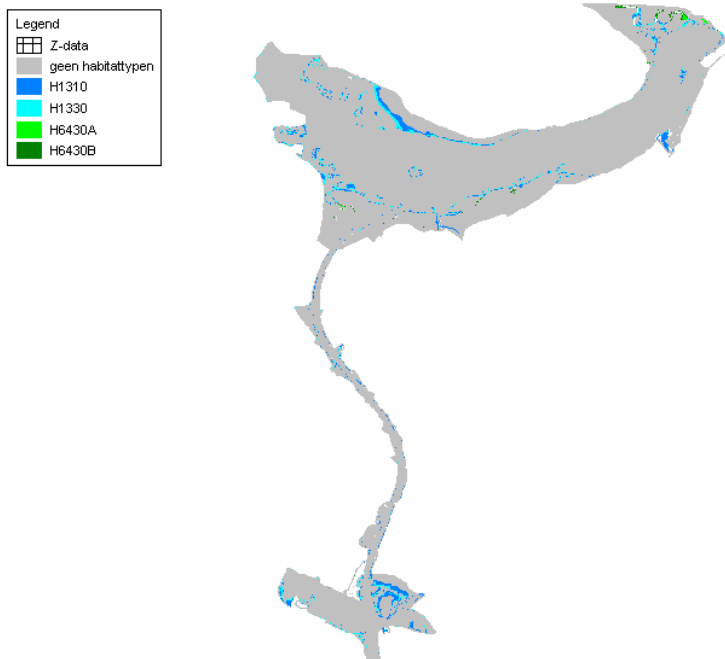
6.3.3 Habitatrichtlijn

Habitattypen

In de zoute variant is het voorkomen van de habitattypen omgedraaid ten opzichte van de huidige en zoete situatie. De zoute habitattypen beslaan zo'n 376 ha, waarvan 238 bestaat uit kwelder en grasland en het overige deel uit slikken en zandgebieden (tabel 6.3.4). In het oostelijk deel van het Volkerak, waar het zoete water het meer in komt, is nog 23 ha geschikt voor de zoete habitattypen H6430A en H6430B (figuur 6.3.9).

Tabel 6.3.4 Oppervlakte (ha) van de verschillende habitattypen.

| Habitatype | Oppervlak (ha) |
|------------|----------------|
| H1310 | 238 |
| H1330 | 138 |
| H6430A | 7 |
| H6430B | 16 |



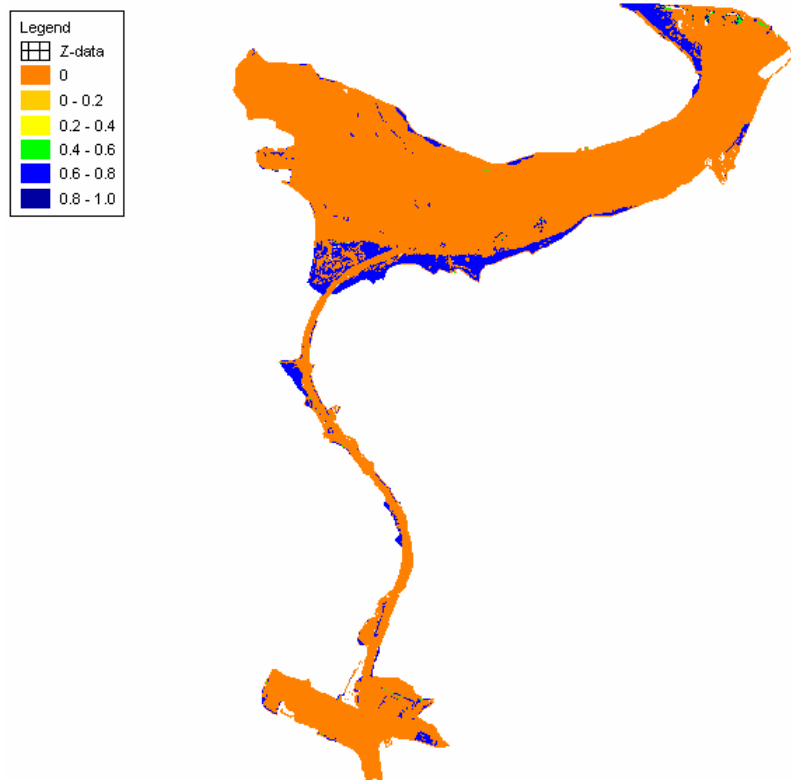
Figuur 6.3.10 Habitatkaart voor de gedefinieerde habitattypen voor de zoute variant.

Noordse Woelmuis

In de zoute variant is in totaal 700 ha geschikt voor de Noordse Woelmuis. Dit is iets minder (10 ha) dan wat er in de huidige situatie beschikbaar is. Met name de afname van geschikte vegetatie zoals riet is hier de oorzaak van (tabel 6.3.5, figuur 6.3.10).

Tabel 6.3.5 Oppervlakte (ha) per habitatgeschiktheidsklasse voor de Noordse Woelmuis voor de zoute variant.

| | 0.0-0.2 | 0.2-0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-0.8 | 0.8-1.0 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Noordse Woelmuis | 0 | 0 | 16 | 666 | 18 |



Figuur 6.3.11 Totale Habitatgeschiktheidskaart voor de woelmuis voor de zoute variant.

Vissen

In de zoute variant komen de Bittervoorn en de Kleine Modderkruiper niet voor. Het zoutgehalte is te hoog voor deze vissoorten wat een habitatgeschiktheid van 0 oplevert.

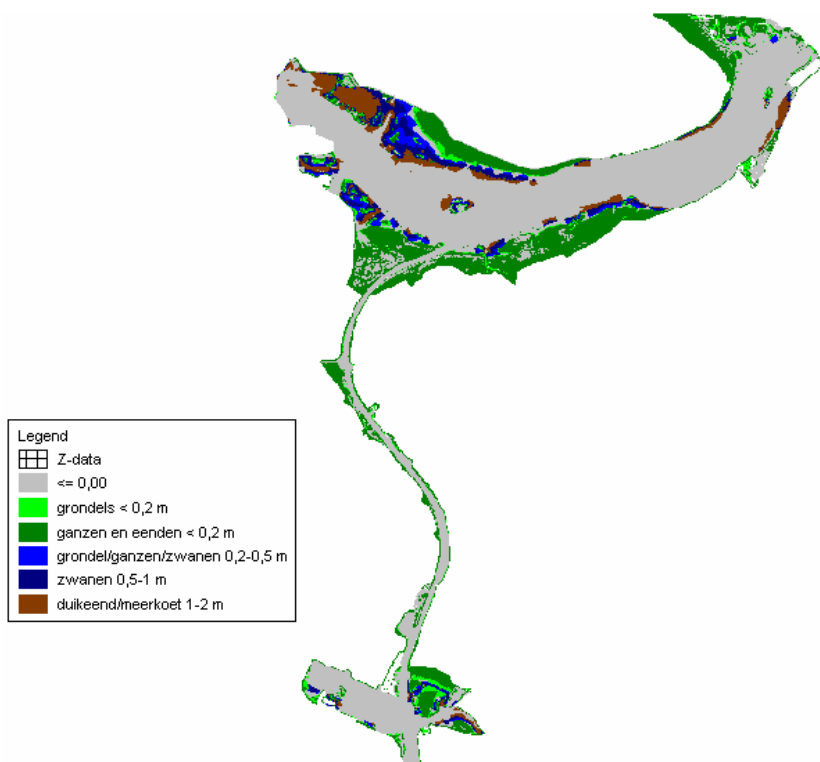
6.3.4 Vogelrichtlijn

Plant-eters

Ten opzichte van de huidige variant neemt het voedselgebied voor plant-eters toe (tabel 6.3.6 en figuur 6.3.11). In vergelijking met de zoete variant neemt het areaal iets af. Dit laatste heeft te maken met het areaal waterplanten. Zeegrassoorten stellen namelijk strengere eisen aan het lichtklimaat dan de zoetwaterminnende waterplanten.

Tabel 6.3.6 Oppervlakte (ha) foerageergebied per groep van plantetende vogels.

| | |
|--|------|
| plant-eters ganzen < 0.2 m | 1811 |
| plant-eters grondels en ganzen 0.0 - 0.2 m | 231 |
| grondels/ganzen/zwanen 0.2 - 0.5 m | 198 |
| zwanen 0.5-1.0 m | 334 |
| duikeend/meerkoet 1-2 m | 416 |



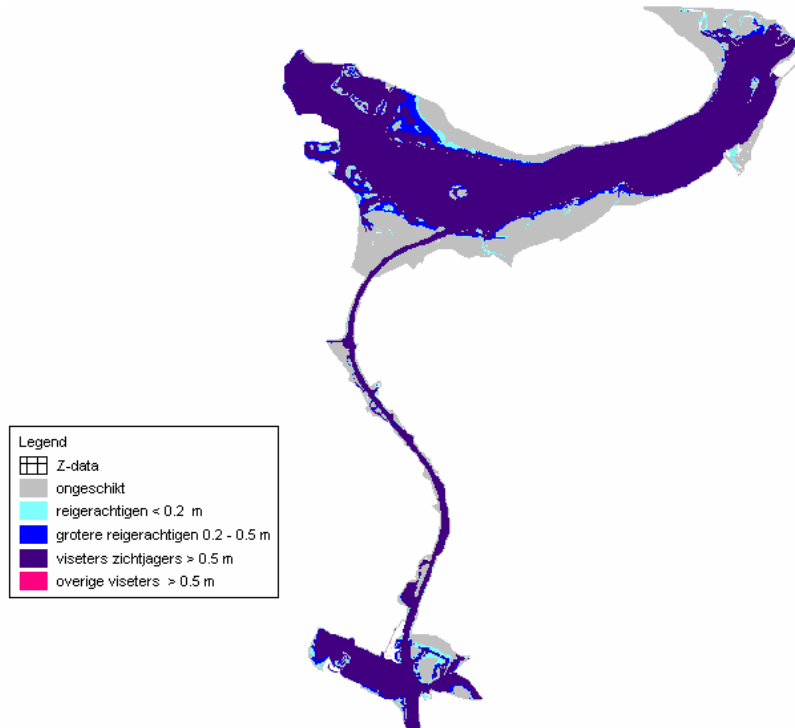
Figuur 6.3.12 Habitatgeschiktheidskaart voor plant-etende vogels voor de zoute variant.

Vis-etters

In de zoute variant is er in totaal 5517 ha als foerageergebied beschikbaar, waarvan bijna 5000 ha voor vis-etters die diep kunnen duiken (tabel 6.3.7 en figuur 6.3.12). Net als bij de zoete variant is het sterk verbeterde doorzicht de belangrijkste factor waardoor het areaal vergeleken met de huidige situatie toeneemt.

Tabel 6.3.7 Oppervlakte (ha) voor vis-etende vogels in de zoute variant.

| | |
|--------------------------------|------|
| reigerachtigen < 0,2 m | 231 |
| grotere reigers 0,2-0,5 m | 375 |
| vis-etters zichtjagers > 0,5 m | 4910 |
| overige vis-etters > 0,5 m | 1.1 |



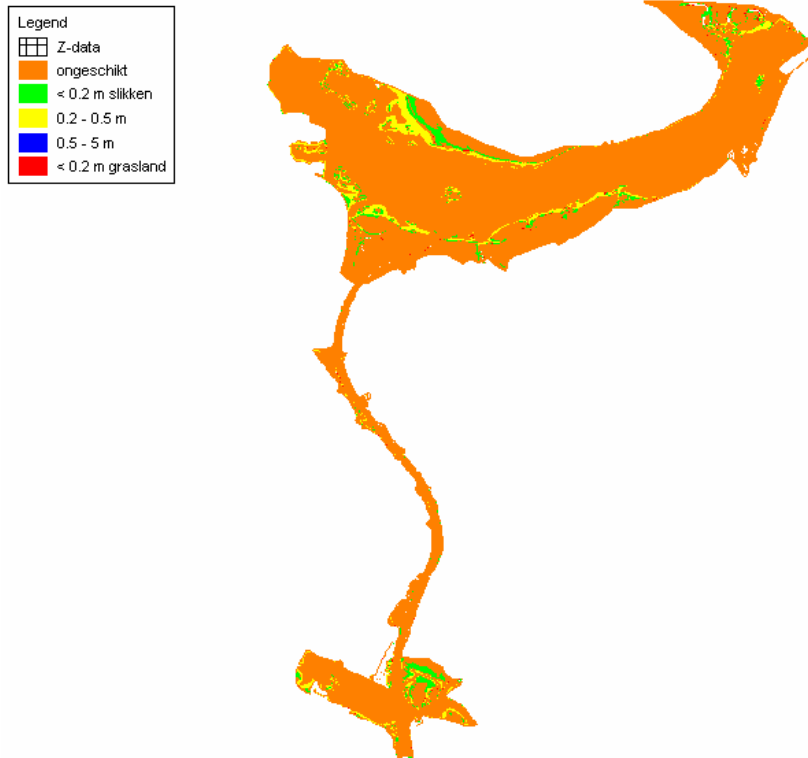
Figuur 6.3.13 Habitatgeschiktheidskaart voor vis-etende vogels voor de zoute variant.

Bodemfauna-eters

Voor berg- en grondeleenden is de afwezigheid van de driehoeksmossel een belangrijke factor voor het verlies aan areaal (diepere delen) ten opzichte van de huidige situatie (tabel 6.3.8). Er is echter geen analyse gedaan voor schelpdieren die in zout water voorkomen. Dit betekent dat de afname in areaal alleen toegepast kan worden indien men er van uit gaat dat er geen alternatieve voedselbron beschikbaar komt voor deze eendensoorten. Door tijdelijk overstromen van gebieden die in de huidige situatie droogstaan is er in de zoute variant meer habitat geschikt voor steltlopers en dergelijke, die van slikken gebruik maken als foerageergebied (figuur 6.3.13).

Tabel 6.3.8 Oppervlakte (ha) voor bodemfauna-etende vogels in de zoute variant.

| | |
|--|-----|
| steltlopers, bergeend, grondeleenden < 0,2 m (slikken) | 252 |
| bergeend, grondeleenden < 0,2 m (grasland, kwelder) | 20 |
| bergeend grondeleenden 0,2 - 0,5 m | 375 |
| duikeend en meerkoet 0,5 – 5,0 m | 0 |



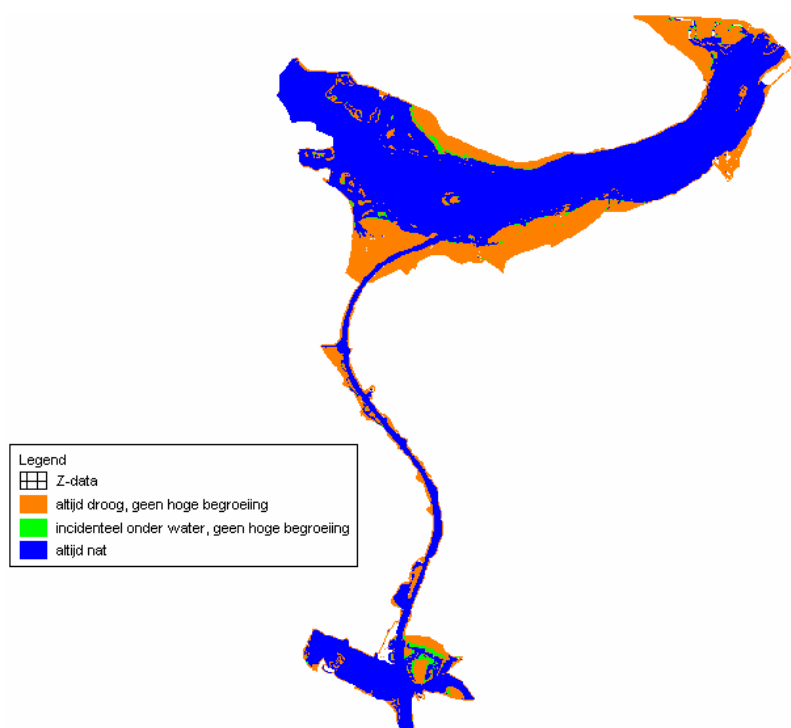
Figuur 6.3.14 Habitatgeschiktheidskaart voor bodemfauna-etende vogels voor de zoute variant.

Rust- en broedgebied

Door een kleine verhoging van het gemiddelde waterpeil ten opzichte van de huidige variant, is in de zoute variant het totale beschikbare areaal toegenomen met 160 ha (tabel 6.3.9 en figuur 6.3.14). Het aandeel areaal dat altijd droog staat is in deze variant wat lager dan in de huidige situatie, maar het areaal dat incidenteel of altijd onder water staat is toegenomen.

Tabel 6.3.9 Oppervlakte (ha) van rust- en broedgebieden vogels in de zoute variant.

| | |
|---|------|
| altijd droog (slikken, schorren, graslanden) | 1563 |
| incidenteel onder water (hoog water vluchtplaats) | 113 |
| altijd onder water | 5384 |



Figuur 6.3.15 Habitatgeschiktheidskaart voor rust- en broedgebied voor vogels voor de zoute variant.

7 Evaluatie varianten

7.1.1 Milieucondities

Het gemiddelde zomerpeil heeft in de huidige situatie en de onderzochte varianten een waarde rond NAP (tabel 7.1.1). In de varianten ligt het iets hoger dan in de huidige situatie. Uit de analyse blijkt dat een kleine verandering in peil kan leiden tot grote verschuivingen in arealen met ondiep tot matig diep water, dan wel het areaal dat af en toe onder water staat. Dit is belangrijk voor de ecologische toestand van het watersysteem. Zowel bij de zoete als zoute variant neemt het areaal dat af en toe onder water staat ten opzichte van de huidige situatie toe (tussen 95 en 5 percentiel van de waterstanden). Dit heeft te maken met de morfologie van het gebied; net boven het waterpeil verloopt de bathymetrie erg flauw (met name in het westelijk deel van het Krammer-Volkerak en ook bij de Princesseplaat in het Zoommeer). Deze morfologie is een restant van de getijdendynamiek vóór de afsluiting van het systeem. Het huidige systeem is bezig zich aan te passen aan de nieuwe condities en in het bijzonder aan een vast peil. Dit betekent dat de flauwe oever straks zal verdwijnen in de omgeving van het waterpeil. Het water zorgt immers steeds op dezelfde plek voor afkalving van de oever als gevolg van wind en golven.

Door het inlaten van zoet water is het **zoutgehalte** in de zoete variant lager dan in de huidige situatie. In de zoute variant is het zoutgehalte een stuk hoger en kan het systeem geclassificeerd worden als een zoutwatersysteem (tabel 7.1.1). Het zoutgehalte varieert ruimtelijk en is vooral hoog in het westelijk deel van het Krammer-Volkerak. Daarnaast varieert het ook in de tijd. Het maximale zoutgehalte van daggemiddelde zoutgehaltes kan in de zoute variant oplopen tot 27 gCl/L. Ook in de huidige en zoete variant kan het maximale zoutgehalte hoger zijn dan de gemiddelde omstandigheden, waardoor de condities voor sommige soorten tijdelijk verslechteren met als gevolg dat een soort er niet meer kan voorkomen.

Het **doorzicht** in de huidige situatie is zeer beperkt, maar het verbetert in de zoete variant en wordt nog groter in de zoute variant (tabel 7.1.1). Voor het percentage invallend licht dat uiteindelijk de bodem bereikt gelden dezelfde verhoudingen tussen de 3 bekeken situaties (maar met gering verschil tussen huidig en zoet). Vooral de westelijke rand van het Krammer-Volkerak heeft een percentage dat gunstig is voor de groei van waterplanten. In het oosten is het licht dat op de bodem valt veel minder, omdat het daar snel dieper wordt. De zoute variant heeft een groter areaal waar licht de bodem bereikt en het aandeel licht is ook groter. Dit komt omdat het systeem een stuk helderder is dan in de huidige situatie en de zoete variant.

Tabel 7.1.1 Milieucondities in huidige situatie en bij de varianten.

| | Huidig | Zoet | Zout |
|--|-----------------|-----------------|---------------|
| Gemiddelde waterstand | -0.03 m | 0.07 m | 0.06 m |
| Hoogste waterstand | 0.02 m | 0.15 m | 0.15 m |
| Laagste waterstand | -0.14 m | 0.03 m | -0.03 m |
| Gemiddeld zoutgehalte | 0.1 – 1.0 gCl/L | 0.1 – 0.4 gCl/L | 14 – 23 gCl/L |
| Maximaal zoutgehalte | 0.4 -1.0 gCl/L | 0.3 – 0.4 gCl/L | 18 - 27 gCl/L |
| Doorzicht | 0.06 m | 0.95 m | 1.30 m |
| % licht op bodem (SI) in ondiepe delen | 5 – 40% | 5 – 40% | 10 – 40% |

7.1.2 Effecten op ecologische doelstellingen

Onderstaande tabellen geven een samenvatting van de resultaten voor de huidige situatie, de zoete en de zoute variant. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de ecologische doelstellingen van de verschillende richtlijnen. Voor deze samenvatting zijn alleen de meer geschikte gebieden meegenomen, de gebieden met een geschiktheid hoger dan 0.6. De kolom met de huidige situatie geeft de huidige arealen. De kolommen voor zoet en zout geven de absolute en procentuele veranderingen van het areaal ten opzichte van de huidige situatie weer.

Kaderrichtlijn water

In de **zoete variant** zijn, door een verbetering van het doorzicht en een afname van het zoutgehalte, de omstandigheden voor de ondergedoken **waterplanten** in de zoete wateren verbeterd ten opzichte van de huidige situatie. Het areaal met een geschiktheid boven de 0.6 neemt met bijna 800 ha toe. In de huidige en zoete variant is het maximale zoutgehalte beperkend voor de groei van zoete ondergedoken waterplanten in het westelijke deel van het studiegebied. Voor de **oevervegetatie** zijn de omstandigheden enigszins verbeterd ten opzichte van de huidige situatie. Dit heeft vooral te maken met een toename van het areaal dat af en toe overstroomt.

De **vissen** scoren in de huidige situatie matig door het lage doorzicht en het geringe percentage ondergedoken waterplanten en oevervegetatie. Vooral de deelscore plantminnende vis is laag. In de zoete variant wordt de score hoger als gevolg van een groter areaal aan waterplanten, maar de uiteindelijke score blijft matig.

De maximale chlorofyl-a concentratie, dat in de habitat-analyse is gebruikt als invoer, is ook onderdeel van de maatlat voor beide onderzochte meertypes M20 en M32 en wordt daarom ook gepresenteerd in de evaluatie (resultaten Delft3D-DBS, WL 2006). De maximale chlorofyl-a concentratie is een maat is voor de aanwezigheid van **algenbloei** en is in de zoete variant lager ten opzichte van de huidige situatie, maar is nog steeds hoog: de chlorofyl-a concentratie is overal 100 mg/m³ of hoger. Dit is ruim boven de grens, waarin het systeem wordt geclassificeerd als slecht/ontoereikend (58.2 mg/m³).

De **zoute variant** is te zout voor het voorkomen van **waterplanten** behorende bij het meertype ‘matig grote diepe gebufferde meren’ (M20). Ook de tolerantere oevervegetatie (Heen en Riet) zal verdwijnen. Dit hangt samen met het feit dat in de Kaderrichtlijn water oevervegetatie is gedefinieerd als het deel dat tot de hoogwaterlijn voorkomt en de vegetatie in deze zone zal worden beïnvloed door het (zoute) oppervlaktewater. In het terrestrische deel, wat niet binnen de Kaderrichtlijn water valt, kan nog wel rietvegetatie voorkomen omdat het grondwater daar zoet is als gevolg van neerslagoverschot. Voor ondergedoken zoutwaterplanten (zeegras) ontstaan er volop mogelijkheden (doelstelling meertype ‘grote brakke tot zoute wateren’, M32). Er is dan echter ook meer kans op zeesla, die de uiteindelijke ontwikkeling van zeegras kan beperken door verstikking (Experts workshop). Bovendien hangt de aanwezigheid van zeegras niet alleen af van gunstige milieucondities, maar ook van de zaadbeschikbaarheid. Omdat zeegraszaad maar 1 jaar ‘houdbaar’ is, is geen sprake van een zaadbank (Experts workshop)

Voor de **vissen** zijn nog geen kennisregels beschikbaar om te toetsen aan de doelen van meertype M32. Op basis van expert judgement is een schatting gemaakt van de score van de zoute variant voor het meertype van ‘brakke tot zoute wateren’ (M32). Bij de zoute variant neemt het zoutgehalte toe tot gemiddeld 13 gCl/L in het Volkerak en 23 gCl/L in de Krammer. Bij deze zoutgehalten zullen zoetwatervissen verdwijnen en zal er een visgemeenschap ontstaan die gedomineerd wordt door estuarien residente en mariene soorten. De soortensamenstelling zal afhankelijk van het waterbeheer (inlaat zout water) en de ecologie van vissoorten (trek/voortplantingsperiode) wisselen gedurende het seizoen. De verwachting is dat een zout Volkerak-Zoommeer met voldoende zoutdynamiek op ecologisch gebied beter zal scoren dan een zoet meer met een geringe zoetwaterdoorstroming.

Tabel 7.1.2 Verandering areaal geschikt habitat Kaderrichtlijn water doelen voor de zoete en de zoute variant ten opzichte van de huidige situatie.

| | Huidig | Zoet | | Zout | |
|---------------------------------|-------------|----------|------|----------|--------|
| | areaal (ha) | ha | % | ha | % |
| M20: Ondergedoken planten | 592 | +782 | +132 | -592 | -100,0 |
| M20: Oevervegetatie | 607 | +28 | +5 | -580 | -96 |
| M32: Zeegras | 0 | 0 | nvt | +1989 | nvt |
| M32: Zeesla | 0 | 0 | nvt | >>0* | nvt |
| M20/32 KRW score vis | matig | matig ** | | matig*** | |
| M20/32 Chlorofyl-a (Algenbloei) | slecht | slecht | | slecht | |

*in zoute variant komt zeesla voor i.t.t. andere varianten. Dit wordt als negatief beoordeeld in de KRW-maatlat.

** score voor M20

*** score voor M32 gebaseerd op expert judgement. Score is matig en mogelijk beter

| Legenda | % | ha |
|---------|-----------|-------------|
| | > 50 | > 200 |
| | 20 – 50 | 100 – 200 |
| | 5 -20 | 25 – 100 |
| | 5 - -5 | -25 – 25 |
| | -5 – -20 | -25 – -100 |
| | -20 – -50 | -100 – -200 |
| | > -50 | < -200 |

In de zoute variant is de maximale chlorofyl-a concentratie verminderd, maar ook hier is nog steeds een reële kans op **algenbloei** en is de situatie dus onvoldoende om de KRW-doelen voor het biologische kwaliteitselement 'algen' van de referentie voor meertype M32 te bereiken.

Habitatrichtlijn

De instandhoudingsdoelen voor de habitatrichtlijn beschrijven een heterogeen systeem met zoete tot matig brakke condities en zilte condities. In de **zoete variant** komen dan ook potentieel zoete habitattypen voor, te weten: **ruigte in zoetwatergetijdengebied** (H6430 type A en B). Als er geen verstoring plaatsvindt, hetzij door begrazing danwel door overstroming als gevolg van hydrodynamiek, zullen deze ruigtes snel overgaan in struweel of moerasbos. **Slikken en kwelders** (H1310, H1330) vragen om zoutere condities en komen dus niet voor. In werkelijkheid zijn nu in het terrestrische gebied nog wel brakke en zilte condities te vinden vanwege het historische contact met zout water uit de situatie van voor de afsluiting van het meer. Sindsdien spoelt dit zout langzamerhand uit en worden de condities zoet. Het gebied zit nu dus in een overgangssituatie. De slikken en kwelders zullen (als er niets verandert) uiteindelijk verdwijnen. In de modelanalyse is uitgegaan van een eindstadium.

Het potentiële areaal voor de **Noordse Woelmuis** is in de zoete variant groter in vergelijking met de huidige situatie. De muis profiteert hier van de toename van het areaal oevervegetatie.

Het geschikte habitat voor de **Kleine Modderkruiper en de Bittervoorn** neemt flink toe. Voor de Kleine Modderkruiper verdubbelt het areaal met een hogere geschiktheid. Dit is het resultaat van een groter areaal vegetatie als gevolg van een beter doorzicht en lager zoutgehalte.

In de **zoete variant** worden de condities gunstig voor de ontwikkeling van **slikken en kwelders** (H1310, H1330). Een grotere hydrodynamiek dat bij deze habitattypen past, maar nu niet in het systeem of varianten voorkomt, zal de ontwikkeling verder verbeteren. Hier en daar zijn ook mogelijkheden voor de ontwikkeling van de habitats voorkomend in zoete standplaatsen. Dit is met name in het oosten van het gebied en ook in delen waar de rivieren uit het landelijke gebied instromen het geval. De zoute variant heeft dus een grotere diversiteit aan habitats en ook in totaal is het areaal waar de habitatrichtlijn-instandhoudingsdoelen voorkomen groter.

In de zoute variant is er vrijwel geen geschikt habitat voor de **Kleine Modderkruiper en de Bittervoorn**. Het zoutgehalte is daarvoor te hoog.

De **Noordse Woelmuis** gaat er in de zoute variant op achteruit ten opzichte van de huidige situatie, als gevolg van een afname van de oevervegetatie. In het terrestrische gebied is nog wel potentie voor de groei van riet, maar dit zijn drogere standplaatscondities, waar de Noordse Woelmuis veel minder goed kan concurreren met andere muissorten.

Tabel 7.1.3 Verandering areaal geschikt habitat van doelsoorten in de Habitatrichtlijn voor de zoete en de zoute variant ten opzichte van de huidige situatie.

| | Huidig | Zoet | | Zout | |
|---------------------------------|-------------|------|--------|-------|-------|
| | areaal (ha) | ha | % | ha | % |
| Slikken en zand (H1310) | 0 | 0** | nvt** | +238 | nvt |
| Schor en grasland (H1330) | 0 | 0** | nvt** | +138 | nvt |
| Ruigte zoet (H6430A) | 0,4 | +196 | +44194 | +6 | +1427 |
| Ruigte zoet/matig brak (H6430B) | 211 | +44 | +21 | -195 | -93 |
| | | | | | |
| Kleine Modderkruiper | 578 | +397 | +69 | -578* | -100* |
| Bittervoorn | 608 | +497 | +82 | -608* | -100* |
| | | | | | |
| Noordse woelmuis | 829 | -53 | -6 | -145 | -18 |

*Dit zijn soorten die in zoet water voorkomen

** Dit zijn soorten die in brak tot zout water voorkomen

| Legenda | ha | % |
|---------|-------------|-----------|
| | > 200 | > 50 |
| | 100 – 200 | 20 – 50 |
| | 25 – 100 | 5 -20 |
| | -25 – 25 | 5 - -5 |
| | -25 - -100 | -5 - -20 |
| | -100 – -200 | -20 – -50 |
| | < -200 | > -50 |

Vogelrichtlijn

Voor de analyse van de vogels zijn verschillende groepen gedefinieerd op basis van hun voedselbeschikbaarheid en –bereikbaarheid, namelijk waterplanten, macrofauna en vis op verschillende dieptes. Voor alle voedseltypen in de zoete variant zal er waarschijnlijk een zoute tegenhanger voor terugkomen. De meeste vogelsoorten komen ook in zoute deltagebieden voor en hebben daar dus ook hun voedsel gevonden in de vorm van zoute waterplanten, bodemfauna of vis. Voor een aantal soorten wordt dit ook specifiek aangegeven in de literatuur (Bijlage A)

In het geval de zoute variant wordt uitgevoerd, zullen in plaats van ondergedoken waterplanten uit zoete wateren (zoals kranswieren) soorten uit zoute wateren voorkomen zoals zeegras. In zowel de zoete als zoute variant neemt het areaal ondergedoken waterplanten toe. Dit resulteert in een groter voedselgebied voor **plant-etende vogels**, zoals grondeleenden, ganzen en zwanen (tabel 7.1.4). Voor vogels die voornamelijk foerageren in ondiep water neemt het areaal als gevolg van een iets hoger peil toe in beide varianten. Dit is vooral gunstig voor Smient, Krakeend en Wintertaling. Het areaal voor ganzen (op slikken grasland en kwelders) verandert relatief weinig.

Voor **vis-etters** worden de omstandigheden in beide varianten gunstiger. Dit komt deels doordat het areaal ondiep water toeneemt, maar vooral ook door een beter doorzicht, zodat het vinden van voedsel met name voor zichtjagers gemakkelijker wordt. In de zoute variant wordt het doorzicht nog beter dan in de zoete variant (tabel 7.1.4).

Voor **bodemfauna-eters** zoals steltlopers die foerageren op wormen, schelpdieren en insecten op (droogvallende) slikken en zandgebieden (doelsoorten plevieren en scholekster), neemt het areaal toe als gevolg van een minieme peilverandering in de twee varianten (tabel 7.1.4). Voor Grutto en Kluut, foeragerend op natte kwelder en grasland, neemt het areaal in de zoete variant iets toe en in de zoute variant af. Duikeenden zoals de Kuifeend en de Brilduiker krijgen een groter voedselgebied tot hun beschikking in de zoete variant omdat er meer Driehoeksmosselen voorkomen. Het zoutgehalte in de zoute variant is voor de Driehoeksmossel te hoog om te overleven. Kuifeend en Brilduiker foerageren echter ook op zout water waar dus blijkbaar ander geschikt voedsel beschikbaar is.

Goed **rustgebied** voor steltlopers, ganzen en meeuwachtigen neemt toe in de vorm van droogvallende platen in beide varianten (tabel 7.1.4) Voor het overige rust- en broedgebied is de verandering van het areaal relatief klein.

Tabel 7.1.4 Verandering areaal geschikt habitat voor indicatorgroepen van doelsoorten uit de Vogelrichtlijn voor de zoete en de zoute variant ten opzichte van de huidige situatie.

| Vogels | Huidig | Zoet | | Zout | |
|--|-------------|--------|-------|--------|------|
| | areaal (ha) | ha | % | ha | % |
| plant-eters | | | | | |
| plant-eters ganzen < 0.2 m | 1933 | -122 | -6 | -122 | -6 |
| plant-eters grondels en ganzen 0 - 0.2 m | 205 | +27 | +13 | +27 | +13 |
| grondels/ganzen/zwanen 0.2 - 0.5 m | 129 | +146 | +113 | +69 | +54 |
| zwanen 0.5-1 m | 151 | +258 | +171 | +183 | +121 |
| duikeend/meerkoet 1-2 m | 157 | +278 | +177 | +259 | +165 |
| vis-eters | | | | | |
| reigerachtigen < 0,2 m | 205 | +31 | +15 | +26 | +13 |
| grotere reigers 0,2-0,5 m | 383 | -11 | -3 | -8 | -2 |
| vis-eters zichtjagers > 0,5 m | 0 | +4930 | nvt | +4910 | nvt |
| overige vis-eters > 0,5 m | 4800 | -4800* | nvt * | -4799* | nvt* |
| bodemfauna-eters | | | | | |
| steltlopers, bergeend, grondeleenden < 0,2 m (slikken) | 224 | +35 | +16 | +28 | +13 |
| bergeend, grondeleenden < 0,2 m (grasland, kwelder) | 112 | +17 | +15 | -92 | -82 |
| bergeend, grondeleenden 0,2 - 0,5 m | 383 | -11 | -3 | -8 | -2 |
| duikeend, meerkoet 0,5 - 5 m | 1110 | +40 | +4 | -1110 | -100 |
| rust- en broedgebied | | | | | |
| altijd droog (slikken, schorren, graslanden) | 1650 | -90 | -6 | -87 | -5 |
| incidenteel onder water (hoog water vluchtplaats) | 31 | +55 | +177 | +82 | +265 |
| altijd onder water | 5280 | +200 | +4 | +104 | +2 |

*Dit areaal neemt af, maar deze vis-eters kunnen ook foerageren in het habitatgebied dat de zichtjagers gebruiken.

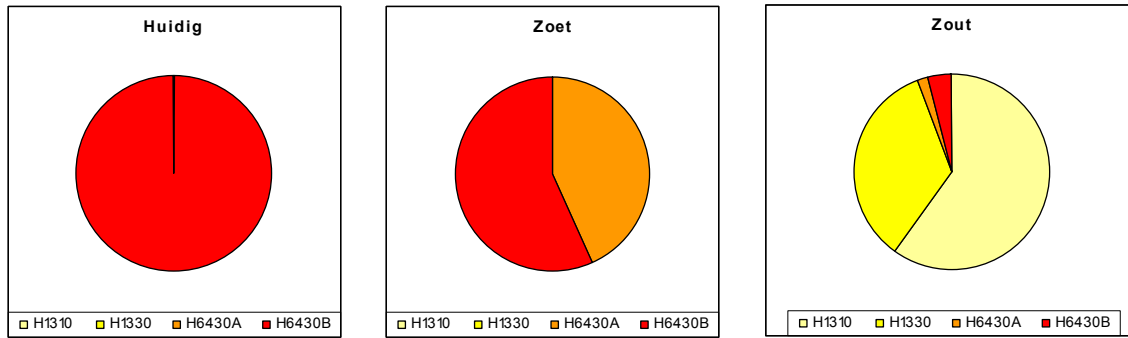
| Legenda | % | ha |
|---------|-----------|-------------|
| | > 50 | > 200 |
| | 20 - 50 | 100 - 200 |
| | 5 - 20 | 25 - 100 |
| | 5 - -5 | -25 - 25 |
| | -5 - -20 | -25 - -100 |
| | -20 - -50 | -100 - -200 |
| | > -50 | < -200 |

8 Reflectie

Voor het Volkerak-Zoommeer is nog geen ecologisch potentieel vastgesteld voor de **Kaderrichtlijn Water**. In deze studie is getoetst aan doelen behorend tot twee verschillende meertypen, namelijk ‘matig grote diepe gebufferde meren’ (M20) en ‘grote brakke tot zoute wateren’ (M32). Op dit moment is het Volkerak-Zoommeer getypeerd als een zoet meer (M20). Daarom is voor beide varianten gekeken of de doelen voor dit meertype in zicht komen. Echter de zoute variant resulteert in dermate zout water, dat het behalen van doelen voor een zoet meertype (M20) onrealistisch is. Voor de zoute variant is een toetsing voor daarom M20 niet reëel en zou M32 gebruikt moeten worden om geen ‘appels met peren te vergelijken’. Voor beide meertypen geldt dat een systeem goed scoort op de ecologische maatlat als het areaal ondergedoken waterplanten groot is (ofwel soorten uit zoet water ofwel soorten uit zout water), als er geen algenbloei voorkomt en als er een visgemeenschap past bij het meertype. Bij de zoete variant worden de omstandigheden voor het halen van een ecologische toestand zoals beschreven voor M20 beter. Bij een zoute variant zijn de omstandigheden gunstiger voor het brakke tot zoute meertype (M32).

De kernopgaven van **Natura2000** geeft als doelstelling onder andere het herstel van een zoet-zout overgang Oosterschelde via het Volkerakmeer naar Zoommeer. Ook de instandhoudingsdoelen van de **Habitatrichtlijn** gaan uit van een heterogeen gebied met slikken en schorren onder invloed van zout water en ruigtes behorende bij een zoetwatergetijdengebied onder invloed van zoet oppervlaktewater. De ruigtes van H6430 kunnen mogelijk ook op de hoger gelegen delen onder invloed van zoet grondwater voorkomen, maar daar is beheer voor nodig omdat zonder verstoring uiteindelijk struweel en bos zullen ontstaan. Beide varianten resulteren in een systeem met een grotere diversiteit dan wanneer er geen maatregelen worden genomen en er uiteindelijk een zoet meer ontstaat met een stabiel peil, waar maar één van de habitattypen uit de instandhoudingsdoelen kan voorkomen (figuur 7.1.1). Bij de zoute variant is de **diversiteit** uiteindelijk het grootst. Voor alle vier de habitattypen zijn er gunstige milieucondities te vinden en het totale areaal is groter. Een goede ontwikkeling van slikken en schorren (en deels ook de H6430 typen) vraagt echter om **hydrodynamiek**: een temporele variatie in het peil. Om de condities brak tot zout te houden moet het gebied daarom af en toe overstromen met zout water.

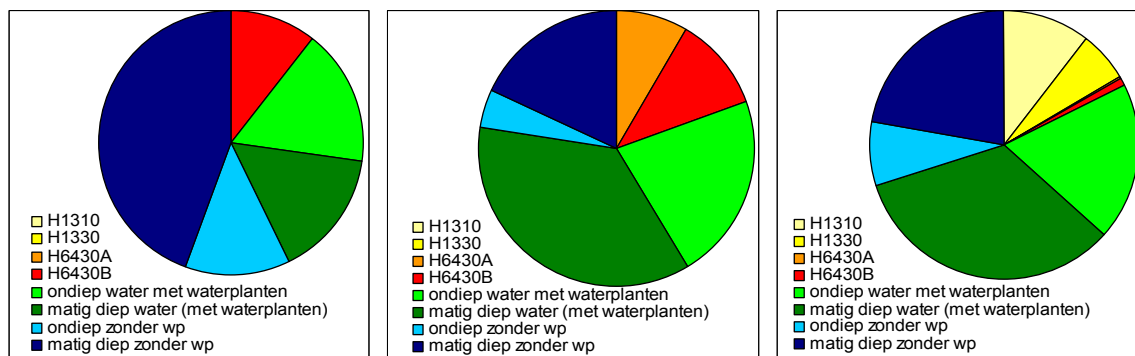
De zoute variant scoort dus goed voor de habitattypen, maar minder goed voor sommige soorten (Kleine Modderkruiper, Bittervoorn en Noordse Woelmuis). Deze soorten zijn eigenlijk allen gerelateerd aan zoete wateren. Een verhoging van de score van de instandhoudingsdoelen kan mogelijk worden bereikt door het vergroten van de zoete milieucondities in het Zoommeer (in de zoute variant ontstaan ook daar brakke tot zoute condities). Dan wordt echt een zoet-zoet-overgang gecreëerd.



Figuur 7.1.1 Taartdiagrammen van de habitattypen voor de huidige situatie en de zoete en zoute variant.

De aquatische habitats, welke ook belangrijk zijn voor de instandhoudingsdoelen uit de **Vogelrichtlijn**, nemen in beide varianten toe in diversiteit (groter areaal van ondiepe wateren) doordat het peil hoger ligt en daarmee het flauwe talud, gevormd in de tijd dat er een getijdengebied was, overstroomd wordt (figuur 7.1.2). Door een beter doorzicht neemt in beide varianten ook het areaal waterplanten toe. Dit is gunstig voor het foerageergebied voor de vogels en ook voor het foerageren van zichtjagers (op vis). Voor de zoute variant is het waterplantenareaal echter onzekerder omdat de introductie van zeegras moeizaam is, zoals is gebleken in andere gebieden in Nederland.

Het grotere areaal en diversiteit aan aquatische habitats geeft een extra reden om te pleiten voor een grotere hydrodynamiek, namelijk: de invloed van peil op de morfologie. Bij een constant peil vindt afkalving van de oever steeds op dezelfde plek plaats. Ondiep water zal daardoor op termijn verdwijnen. Slikken en zandplaten zullen zonder hydrodynamiek begroeien, waardoor een specifiek rust-, foerageer- en broedhabitat zal verdwijnen. Ook de ontwikkeling van oevervegetatie zal baat hebben bij een grotere hydrodynamiek.



Figuur 7.1.2 Taartdiagrammen van de habitattypen en waterdiepten voor de huidige situatie (links) en de zoete (midden) en zoute variant (rechts).

9 Referenties

- Backman, T.W. and D.C. Barilotti, 1976. Irradiance reduction: effects on standing crop of eelgrass *Zostera marina*. *Marine Biology* 34: 33-40.
- Bakema, A.H. 1988. Empirische lichtmodellering voor een aantal Nederlandse meren. WL | Delft Hydraulics rapport T387, Delft.
- Borum, J., 1983. The quantitative role of macrophytes, epiphytes, and phytoplankton under different nutrient conditions in Roskilde Fjord, Denmark. In: Proceedings of the International Symposium on Aquatic Macrophytes. Faculty of Science, Nijmegen, The Netherlands. pp. 35-40.
- Buiteveld, H. 1988. Beschrijving van licht extinctie in oppervlaktewater op basis van spectrale eigenschappen van stoffen. DBW/RIZA notitie 88.058X, Lelystad.
- Buiteveld, H. 1990. UITZICHT model voor berekening van doorzicht en extinctie. RIZA rapport 90.058, Lelystad.
- Burkholder, P.R. and T.E. Doheny, 1968. The biology of eelgrass. Contribution No. 1227 from the Lamont Geological Observatory, Palisades, New York, 120 pp.
- Burrell, D.C. and J.R. Schubel, 1977. Seagrass ecosystem oceanography. In C.P. McRoy and C. Helfferich (Eds.) *Seagrass Ecosystems: A Scientific Perspective*. Dekker, New York, pp. 195-232.
- Chambers, P.A. and Kalf, J. 1985. Depth distribution and biomass of submersed aquatic macrophyte communities in relation to Secchi depth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45. 1010-1017.
- Coops, H. 2002. Ecologische effecten van peilbeheer: een kennisoverzicht. RIZA rapport 2002-040, RIZA Lelystad.
- Coops, H. 2004. Effect van maatregelen op macrofyten-maatlatten in meren. RIZA werkdocument, Lelystad.
- Coops, H. and Van der Velde, G. (1999). Helophyte zonation in two regulated estuarine areas in the Netherlands: vegetation analysis and relationships with hydrological factors. In: *Estuaries*, 22, 657-668.
- Coops, H., Vulink, J.T. and Van Nes, E.H. (2004). Managed water levels and the expansion of emergent vegetation along a lakeshore. In: *Limnologica*, 34, 57-64.
- Davison, D.M. and D.J. Hughes, 1998. *Zostera* biotopes. An overview of the dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs, Volume I. Prepared by the Scottish Association for Marine Science (SAMS) for the UK Marine SACs Project, August 1998, 95 pp.
- De Jong, D.J., M.M. van Katwijk en A.G. Brinkman, 2005. Kanskaart Zeegrass Waddenzee. Potentiële groeimogelijkheden voor zeegrass in de Waddenzee. Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ, Rapport RIKZ/2005.013, Augustus 2005, 51 pp.
- Den Hartog, C., 1970. *The Sea grasses of the World*. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 275 pp.
- Dennison, W.C., 1987. Effects of light on seagrass photosynthesis, growth and depth distribution. *Aquatic Botany* 27: 15-26.
- Dennison, W.C., R.J. Orth, K.A. Moore, J.C. Stevenson, V. Carter, S. Kollar, P.W. Bergstrom and R.A. Batiuk. 1993. Assessing water quality with submerged aquatic vegetation. *BioScience*, 43:86-94.
- Duarte, C.M., 1991. Seagrass depth limits. *Aquatic Botany* 40: 363-377.
- Erfteemijer, P. 2005. Onderzuigen van zand onder zeegrass vegetaties. WL | Delft Hydraulics rapport Z3756, Delft.
- Gittenberger, E., A.W. Janssen, W.J. Kuiper, T. Meijer, G. van der Velde, J.N. de Vries. 2004. Nederlandse Fauna deel 2: De Nederlandse Zoetwatermollusken. KNNV Uitgeverij.
- Haasnoot, M., J. Kranenbarg, R. van Buren. 2005. Seizoensgebonden peilen in het IJsselmeergebied. RIZA werkdocument, Lelystad.
- Hansson Ecodata. Calibratie van het model EMOE voor de vegetatie van de voordelta van het Haringvliet. Freiburg, 2005.
- Hollander, H. en J.O. Reinhold. 1999. HSI-Modellen voor 5 oevergebonden zoogdiersoorten. Voorlopige versie op basis van de huidige ecologische kennis. Rijkswaterstaat Dienst Weg en Waterbouwkunde. DWW Rapport W-DWW-99-011.

- Janssen, J.A.M. en Schaminée, J.H.J.. Europese natuur in Nedeland; Habitattypen. KNNV Uitgeverij Utrecht. 2003.
- Kantrud, H.A.. Wigeongrass (*Ruppia maritima* L.): A literature review. Northern Prairie Science Center, Jamestown, ND. U.S. Fish and Wildlife Service. Fish and Wildlife Research no. 10. 2004.
- Kirk, J.T.O. 1983. Light and photosynthesis in aquatic ecosystems. Cambridge University Press, 509 pp. (second edition, 1994).
- Koch, E.W. and S. Beer, 1996. Tides, light and the distribution of *Zostera marina* in Long Island Sound, USA. *Aquatic Botany* 53: 97-107.
- Middelboe, A.L. and Markager, S. (1997). Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophytes. In: *Freshwater Biology*, 37, 553-568.
- Moore, K.A., 1991. Field studies of the effects of variable water quality on temperate seagrass growth and survival. In: W.J. Kenworthy and D.E. Haurert (Eds.) *The light requirements of seagrass*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-287, pp. 42-57.
- Nolte, A., L. Arentz en M. Haasnoot. 2006. Studie naar het effect van verschillende peilalternatieven op de waterkwaliteit en ecologie van het Veerse Meer, MER peilbeheer Veerse Meer, Rapport Z4064.
- Ostenfeld, C.H., 1908. On the ecology and distribution of the grass-wreck (*Zostera marina*) in Danish waters. Report of the Danish Biological Station, Copenhagen, Denmark.
- Penning, W.E., Haasnoot, M., Kuijper, M. en Van Buren, R. 2006. Rekenregels voor macrofyten in meren ten behoeve van de KRW. WL | Delft Hydraulics rapport Q4058, Delft.
- Peralta, G., J.L. Perez-Lorens, I. Hernandez and J.J. Vergara, 2002. Effects of light availability on growth, architecture and nutrient content of the seagrass *Zostera noltii* Hornem. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 269: 9-26.
- Pool, H.H. and Atkins, W.R.G. 1929. Photoelectric measurements of submarine illumination throughout the year. *J. Mar. Biol. Ass. UK* 16: 297-324.
- Remmelzwaal, A. J., Platteeuw, M., Lenselink, G., and Oosterberg, W. (1998). Evaluatie van de oeverinrichting van het Volkerak-Zoommeer. RIZA rapport 98.061, Lelystad.
- Rutjes, P. & J. Wulink, 2003. Visstandbemonstering Volkerak-Zoommeer. Aquaterra Water & Bodem BV, Geldermalsen.
- Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J. en Westhoff, V.. De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala-Leiden. 1998.
- Schep, S & N. Jaarsma, in prep. KRW-Verkenner factsheet maatlat vis zoete meren & stromende wateren.
- Schouten, W.J., 1992a. Habitatgeschiktheid index model Bittervoorn *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch, 1782). OVB, Nieuwegein.
- Schouten, W.J., 1992b. Habitatgeschiktheid index model Kleine Modderkruiper *Cobitis taenia* L.. OVB, Nieuwegein.
- Schwarz, A.M., Howard_Williams, C. and Clayton, J. 2000. Analysis of relationships between maximum depth limits of aquatic plants and underwater light in 63 New Zealand Lakes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 34: 157-174.
- Short, F.T., D.M. Burdick, and J.E. Kaldy III, 1995. Mesocosm experiments quantify the effects of eutrophication on eelgrass, *Zostera marina*. *Limnology and Oceanography* 40: 740-749.
- Ter Heerdt, G. N. J. (1995). Planten in de Peiling: Literatuuronderzoek naar de invloed van het zoutgehalte in de bodem op de ontwikkeling van helofyten. Notanummer 95.041 Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, RIZA, Directie Zeeland, Lelystad.
- Van den Berg, M.S. (2004). Achtergrondrapportage referentie en maatlatten waterflora. Rapportage van de expertgroepen macrofyten en fyto bentos.
- Van der Lee, G.E.M, H.F.P. van den Boogaard, W.E. Penning. 2003. Achtergronddocument voor aanvulling van het habitatinstrument: flexibilisering invoer, onzekerheidsanalyse, validatie.
- Van der Meulen, Y.A.M.. Meren Ecotopen Stelsel. RIZA nota 97.076. 1997.
- Van der Molen (ed), 2004. Referenties en concept-maatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn water. STOWA rapport 2004-42, Utrecht.
- Van der Molen, D.T. & R. Pot (redactie), 2006. Referenties en concept-maatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn water, update April 2006. STOWA, Rapportnummer 2004-42.

- Van Deursen, E.J.M. 1994. Ontwikkeling van moerasvegetaties in het IJsselmeergebied bij het huidige peilbeheer en bij natuurlijker scenario's: toepassing van het model WAVEG. LIO-1994-27 (werkdokument Directie IJsselmeergebied).
- Van Geest, G.J. (2005). Macrophyte succession in floodplain lakes; spatio-temporal patterns in relation to river hydrology, lake morphology and management. Ph.D. thesis, University of Wageningen.
- Van Lent, F., P.H. Nienhuis and J.M. Verschuure, 1991. Production and biomass of the seagrasses *Zostera noltii* Hornem. and *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers. at the Banc d'Arguin (Mauritania, NW Africa): a preliminary approach. *Aquat. Bot.* 41: 353-367.
- WL | Delft Hydraulics, 2006. Resultaten scenario-berekeningen met het 2D en 3D-blauwalgenmodel voor het Volkerak, Krammer en Zoommeer. Rapport Q4015. Planstudie Volkerak-Zoommeer. Juli 2006.

A Vogels en hun habitateisen

Deze tekst is een bewerkte versie van de tekst op de Natura2000 website van LNV (www.minlnv.nl/natura2000.)

Brandganzen foerageren in het Noordelijk Deltagebied hoofdzakelijk op intensief beheerde graslanden en op beweide grasgorzen en slikken. De slaappleatsen bestaan uit rustige, zoete of zoute wateren, zand- of modderbanken. Ze kunnen op enkele tientallen kilometers van de foerageergebieden liggen.

De **Kolgans** is een wintergast, die voornamelijk foerageert op grasland en daarnaast op akkerland (wintergraan, bieten, aardappelen, koolzaad en stoppelvelden). Als slaappleats worden ofwel de foerageergebieden, of allerlei wateren (zoet of zout), en zand- en modderbanken gebruikt, die op enkele tientallen kilometers van de foerageergebieden kunnen liggen.

De **Grauwe gans** is in Nederland zowel broedvogel als wintergast. Er wordt voornamelijk gefoerageerd op ondergrondse knollen of worteldelen van zeebies, zeeaster, riet of lisdodde, maar ook wel op grasland en kwelders. De slaappleatsen bevinden zich tot op enkele tientallen kilometers van de foerageergebieden, op zoet of zout water, zand- en modderbanken.

De **Rotgans** foerageert in het najaar vooral op wadplaten en slikken in het getijdengebied en in het Deltagebied ook op grasland. Vanaf februari nemen vooral in het Waddengebied de aantallen sterk toe en de soort komt dan behalve op de eilanden ook veel voor langs de Fries-Groningse kust. In het voorjaar wordt veelal overgeschakeld naar buitendijkse kweldergebieden. De slaappleatsen bevinden zich in de buurt van de foerageergebieden, op open water, zandbanken of kwelders.

De **Smient** is een plant-eter. In de kustgebieden foerageert de soort op zeesla, kweldergrassen en zeekraal. In de loop van de winter wordt meer en meer gefoerageerd in natte graslanden en neemt het belang van de binnendijkse gebieden en het rivierengebied toe. Vooral in strenge winters verblijft een groot deel in het Deltagebied. De soort maakt overdag gebruik van open water en ondergelopen graslanden om te rusten, maar in rustige gebieden wordt ook overdag gefoerageerd. De rustplaatsen liggen binnen een straal van 10 kilometer van de foerageergebieden.

De **Krakeend** is een plant-eter, die foerageert langs de oevers van de wateren (o.a. op wieren op basaltblokken). Ze komen voor op allerlei zoete of zoute wateren.

Het foerageergebied van de **Wintertaling** bestaat uit allerlei ondiepe, zowel zoete als zoute wateren. De soort foerageert voornamelijk op zaden in en rond de wateren waar ze verblijven.

De **Slobeend** komt voor in zoet of zout water. De soort foerageert al zwemmend op dierlijk en plantaardig plankton, dat met hun speciaal gebouwde snavel uit het water wordt gefilterd.

De **Pijlstaart** foerageert grondelend op zoetwaterplanten (aan de kust ook op zee gras). Ze komt in het najaar en de winter veel voor op kwelders, slikken, zandplaten en akkerland (gemaaide graanvelden). In het voorjaar hebben ondiepe zoetwaterplassen en drassige graslanden de voorkeur.

De **Tafeleend** heeft een voorkeur voor zoet water, maar komt ook voor in zoute wateren. Vooral 's nachts wordt tot op enkele meters diepte gefoerageerd op ondergedoken waterplanten en ongewervelde dieren.

De **Kleine Zwaan** is een plant-eter en foerageert vooral op fonteinkruid langs de randen van het IJsselmeer en het Lauwersmeer. Als de fonteinkruidknolletjes uitgeput raken, schakelt de soort in veel gevallen over op wintergranen, suikerbieten of aardappelen en graslanden. De slaappleaatsen bestaan uit open zoete of zoute wateren of zand- en modderbanken die op enkele tientallen kilometers van het foerageergebied kunnen liggen.

De **Meerkoet** gebruikt vooral grote open, zoete dan wel zoute wateren, en daarnaast allerlei wateren verspreid over het hele land. Ook maakt de soort regelmatig gebruik van het stedelijk gebied (stadsparken, grachten en vijvers). De slaappleaatsen bestaan uit rustige, open wateren en de oevers van allerlei wateren. Meerkoeten foerageren voornamelijk op plantaardig materiaal en schelpdieren, in het water of op de oevers, maar ook op akker- en grasland.

De **Kleine zilverreiger** foerageert in ondiep water. Het voedsel van de Kleine Zilverreiger bestaat voornamelijk uit vis, amfibieën en insecten, die al wadend door het ondiepe water worden gevangen. De kleine zilverreiger is een bewoner van lagunes, moerassen en andere gebieden met ondiep zoet water, omgeven door wilgen- of abelenbos met een rijke struiklaag. De Kleine Zilverreiger heeft een voorkeur voor ondiepe meren, rivieren, plassen en poelen, of zoute en brakke wateren, doorgaans met weinig begroeiing.

De **Lepelaar** heeft een voorkeur voor dynamische milieus op de overgang tussen zoet en zout en broedt daar op eilanden, in duinvalleien en kwelders, en in het binnenland ook in uitgestrekte moerassen met veel waterriet en wisselend waterpeil. De soort nestelt zowel op de grond (op eilandjes, drijfzillen en rietpollen) als in toenemende mate in struiken als meidoorn, duindoorn en vlier. In het voorjaar bestaat het voedsel uit zoetwaterprooien (o.a. stekelbaars). Er wordt dan vooral gefoerageerd in ondiepe poldersloten, ondiepe platen en oeverzones en moerassen. In het getijdengebied wordt in het late voorjaar en in de zomer ook veel gefoerageerd op zoutwaterprooien (o.a. garnaal). Het voedselgebied strekt zich uit tot op 40 km van de broedkolonie. In de nazomer verzamelt de soort zich in de grote wateren met een gunstig voedselaanbod en veilige rustplaatsen, zoals het Lauwersmeer, de Oostvaardersplassen, het Wadden- en Deltagebied.

De **Middelste Zaagbek** is als vis-eter gebonden aan open, zoete of zoute wateren. Belangrijke pleisterplaatsen zijn het westelijke Waddengebied, het IJsselmeer en het Deltagebied (vooral Grevelingen en Veerse Meer). (SOVON 1987, Camphuysen & Leopold 1994, Arts & Meininger 1995a).

Futen zijn vis-etters en foerageren gedurende de dag. Om hun prooien te vangen duiken ze onder en achtervolgen hun prooi. Ze zijn hiervoor dus afhankelijk van een goed zicht. In troebel water kunnen ze hun prooi niet goed vinden en bij een te grote zichtdiepte wordt het voor de fuut moeilijker om de prooi te verrassen. In het algemeen kan worden gesteld dat de optimale zichtdiepte tussen de 2 a 4 meter is (Wijsman et al. Veerse meer rapport). Na het broedseizoen concentreren Futen zich op de grotere zoete of zoute wateren om te ruien. Het voedsel van de Fuut bestaat hoofdzakelijk uit vis en aquatische insecten.

De **Kuifduiker** heeft een voorkeur voor zoute of brakke wateren, en wordt sporadisch in zoete wateren in het binnenland gezien. De soort foerageert voornamelijk op vis en kreeftachtigen.

De **Visdief** broedt voornamelijk op rustige, schaars begroeide eilanden voor de kust, in rivieren en meren, alsmede gras-, zand- of kiezeloevers van rivieren en zoetwaterplassen, strandweiden en (kust)moerassen met voldoende voedsel in een straal tot 10 km van de kolonie en zoveel mogelijk gevrijwaard van landpredatoren. Ook broedt de soort wel op drijvende vegetatiematten, op kiezelrijke daken van gebouwen, opgespoten terreinen en verkeerspleinen. De verspreiding beperkt zich grotendeels tot de lage gedeelten van Nederland. Als rustgebied maakt de soort vooral gebruik van strandvlakten, zandbanken, kwelders en andere vlakke zandige gebieden. Het merendeel foerageert binnen 5-10 km van de kolonie, hoewel soms tot op meer dan 30 km wordt gevoerageerd. Het voedsel bestaat voornamelijk uit vis, die meestal duikend bemachtigd wordt en daarnaast uit kreeftachtigen, wormen en insecten bestaat.

De **Dwergstern** broedt voornamelijk in rustige, schaars begroeide en dynamische milieus, zoals zand, kiezel- of schelpenbanken, eilandjes en opgespoten terreinen. Hoewel de soort in Nederland tegenwoordig uitsluitend in zoute milieus broedt, zijn Dwergsterns niet strikt gebonden aan mariene milieus. Het voedsel bestaat voornamelijk uit vis en kreeftachtigen, die gevangen worden binnen een straal van 3 km van de kolonie. Als rustgebieden worden vooral vlakke zandige platen en stranden gebruikt.

De broedkolonies van de **Kleine Mantelmeeuw** bevinden zich in grazige, moerassige gedeelten van duinen en kwelders, maar ook in industriegebieden, op opspuitreinen, (op eilandjes) in afgesloten zeearmen, op sluiscomplexen en op daken van gebouwen. Het voedsel bestaat zowel uit mariene prooien (vooral vis) als ook uit terrestrische prooien afkomstig uit landbouwgebieden (zowel akkerland als grasland) en vuilnisbelten. De soort foerageert tot op zeer grote afstand van de kolonie, doorgaans binnen een straal van 135 km van de kolonie, maar afstanden tot 200 km zijn ook bekend.

De **Zwartkopmeeuw** broedt vooral op door de mens gecreëerde terreinen zoals eilandjes in zoetwatergebieden in de afgedamde estuaria, en elders ook op slibdepots en opspuitreinen met relatief korte vegetatie en lage bomen, maar ook in moeras-, duin-, en kweldergebieden. Broedende zwartkopmeeuwen worden vooral aangetroffen in Kokmeeuwenkolonies. Het dieet bestaat vooral uit terrestrische prooien, die gevangen worden in landbouwgebieden (zowel grasland als akkerland). De foerageergebieden kunnen zich op grote afstand van de kolonie bevinden (tot 30 km en uitzonderlijk zelfs tot 80 km).

De **Strandplevier** broedt op schaars begroeide plekken, zoals drooggevallede zandplaten, slikken en duinranden, meestal in de omgeving van zoute of brakke wateren. Ze foerageert vooral op insecten en wormen in de omgeving van het nest.

De **Bontbekplevier** broedt op schaars begroeide plekken, stranden en duinranden. In zand- en modderbanken en oeverzones van rivieren foerageren ze op wormen, weekdieren en kreeftachtigen.

De **Steenloper** wordt vooral aangetroffen op stranden, kwelders, steenglooingen, strekdammen en havenhoofden en in mindere mate verder uit de kust (op mosselbanken en wierevelden) en op graslanden. Daarbij bestaat een voorkeur voor de zoute milieus, hoewel de soort ook bij zoete wateren (o.a. het Haringvliet en het IJsselmeergebied) wordt waargenomen. Het voedsel bestaat hoofdzakelijk uit insecten en mariene, ongewervelde dieren.

De **Scholekster** foerageert op schelpdieren (onder andere kokkels en mossels) en bodemdieren op slikken. Daarnaast worden ook de binnenlandse graslanden grenzend aan de kustgebieden veel gebruikt als foerageergebied. De gezamenlijke rustplaatsen liggen in de buurt van de foerageergebieden en bestaan uit rustige, open gebieden, zoals stranden, zandbanken, kwelders, dijken, graslanden en akkers.

De **Grutto** heeft buiten de broedtijd een voorkeur voor vochtige gebieden, zoals zoetwaterslikken, vochtige graslanden, uiterwaarden, hoogveen en natte heidegebieden, zandwinplassen, opspuitterreinen, vloeivelden en kwelders. In Nederland foerageren Grutto's buiten de broedtijd hoofdzakelijk op graslanden en in getijdengebieden, op bodemdieren zoals insecten, larven en wormen. De slaappleatsen worden gekenmerkt door de aanwezigheid van ondiep water. Ze liggen soms op enkele tientallen kilometers verwijderd van de voedselgebieden.

Kluten zijn kenmerkende pioniervogels die leven op de grens van land en zout of brak water. Vooral zilte krekens, schorren, inlagen en zandplaten zijn als broedgebied in trek. De Kluut nestelt op kale of schaars begroeide, vaak buitendijkse terreinen, zoals kwelders, strandvlakten, zandplaten, afgesloten zeearmen, inlagen en krekens, opspuitterreinen en ingepolderde gebieden. In de kuststreek wordt ook binnendijks gebroed op akkers en graslanden. De foerageergebieden en slaappleatsen bevinden zich in de buurt van het nest en bestaan uit ondiepe wateren met een zachte slibrijke bodem. De nabijheid van ondiep water en losse, slikgige bodems is een vereiste, daar kluten liefst daarin naar voedsel zoeken. De oogst bestaat uit kleine kreeftachtigen, insecten en wormen. Deze prooi wordt gezocht op de tast: met snelle maaibewegingen wordt de snavel als een zeis door het water bewogen, de beide snavelhelften een stukje uit elkaar. Voelt de kluut daar iets tussen komen, dan sluit hij zijn snavel en de prooi is gevangen. Op deze manier kan de kluut ook voedsel zoeken in troebel water, een groot voordeel gezien het leefgebied van de kluut.

De **Bergeend** foerageert veelal op het drooggevallen wad op schelpdieren en kreeftachtigen en tijdens de rui ook op open water waar wordt gefoerageerd op wieren en de daarop vastgehechte poliepen. Rustende bergeenden gebruiken voornamelijk open zandige gebieden, zoals stranden, wadplaten en opspuitterreinen.

De **Kuifeend** prefereert zoete, niet al te diepe, wateren. Open zee en zoute wateren worden gemeden, maar in de brakke wateren in het Deltagebied komt de soort wel voor, mits er niet te veel golfslag is. De soort zoekt overwegend 's nachts naar voedsel, waarbij tot op enkele meters diepte wordt gefoerageerd op ongewervelde dieren (vooral driehoeksmosselen) en in mindere mate op plantenmateriaal. De dagrustplaatsen kunnen zich tot op vele kilometers (gemiddeld 3-5 km en maximaal 15 km) van de foerageergebieden bevinden en bestaan uit rustige, redelijk windstille wateren.

De **Brilduiker** verblijft buiten de broedtijd op zowel zoete als zoute wateren. De nachtelijke slaappleatsen bestaan uit rustige, beschutte wateren. Het voedsel bestaat voornamelijk uit dierlijk materiaal (o.a. schelpdieren, kreeftachtigen, insecten en kleine vis) dat al duikend tot op enkele meters diepte wordt gevangen.

De **Visarend** is een vis-eter, die gebonden is aan open watergebieden (vooral zoete wateren) met voldoende aanbod aan vis. De belangrijkste pleisterplaatsen liggen in het IJsselmeergebied, het Friese merengebied, het Utrechts plassengebied en langs de grote rivieren. Maar ook elders bij allerlei zoete wateren wordt de soort regelmatig gezien (SOVON 1987).

De **Slechtvalk** jaagt vooral op vogels die in de vlucht worden gevangen. Als overwinteringsgebied prefereert de soort daarom open landschappen met voldoende prooiaanbod en uitkijkposten, zoals open wateren en agrarische gebieden. Dit type habitat zal naar verwachting niet veranderen als gevolg van één van de varianten. (SOVON 1987, Bijlsma 1993, Hustings & Van der Winden 1998).

De **Bruine kiekendief** broedt in rietlanden. In deze gebieden en in agrarische gebieden en ruigtes vindt deze soort zijn voedsel (o.a. muizen, jonge vogels en kikkers).