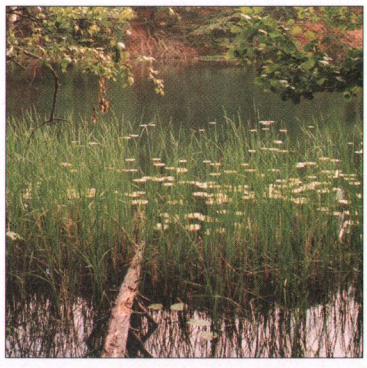
Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

Provincie Noord-Holland

Ecologische normstelling boezemwateren



Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

Provincie Noord-Holland

Ecologische normstelling boezemwateren

registratie	projectcode	status
HLM242-3/panh/005	HLM242-4	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
drs. M. Klinge	drs. M.P. Grimm	30 september 2003

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. M. Klinge	

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Het kwaliteit management systeem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001 : 1994

© Witteveen+Bos
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

1947051

INHOUDSOPGAVE blz.

SAMENVATTING

1. INLEIDING 1
1.1. Kader 1
1.2. Doel 1
1.3. Leeswijzer 1

2. ALGEMENE KARAKTERISTIEKEN EN STURENDE FACTOREN 2
2.1. Algemene karakteristieken 2
2.2. Ecologisch functioneren boezemwateren: sturende factoren voor de visstand 3

3. METHODIEK 5
3.1. Methodiek SEND 5
3.2. Opstellen watertypologie: voorbewerking en analyse 5
3.2.1. Voorbewerking 5
3.2.2. Analyse 7
3.2.3. Indeling in watertypen 8
3.3. Selectie van karakteristieke soorten 8
3.4. Opstellen conceptnormen per watertype 9
3.5. Opstellen uiteindelijke normen per watertype 10

4. RESULTATEN 11
4.1. Analyse macrofauna 11
4.1.1. Clusteringen 11
4.1.2. Ordinatie 13
4.2. Analyse macrofyten 15
4.2.1. Clustering 15
4.2.2. Ordinatie 16
4.3. Integratie biotiek (macrofyten en macrofauna) en abiotiek 17
4.4. Opstellen watertypologie 18
4.4.1. Karakterisering licht-brakke boezemwateren 19
4.4.2. Karakterisering diepe boezemwateren 19
4.4.3. Karakterisering ondiepe boezemwateren 20
4.5. Selectie van karakteristieke soorten 21
4.6. Grond voor onderscheiden ambitieniveaus 24
4.6.1. Licht-brakke boezemwateren: chloridegehalte sturend 24
4.6.2. Diepe boezemwateren: aandeel emergente vegetatie 24
4.6.3. Ondiepe boezemwateren: trofiegraad en helderheid 25

5. NORMERING 27
5.1. Opstellen van conceptnormen 27
5.2. Opstellen van definitieve normen 30
5.2.1. Vergelijking conceptnormen met huidige kwaliteit van de boezemwateren 31
5.2.2. Overwegingen bij gevonden verschillen huidig kwaliteit en conceptnormen 32
5.2.3. Gronden voor aanpassing van de conceptnormen 32
5.2.4. Aanpassingen van de conceptnormen 33
5.2.5. Definitieve normen 34

6. DISCUSSIE **36**
6.1. SEND normering in relatie tot ecologisch functioneren van boezemwateren 36
6.2. SEND normering in relatie tot waterbeheer en potenties van het watersysteem 36
6.3. SEND normering in relatie tot functie "vissenwater" HHNK 36
Synthese 37

LITERATUUR **39**

laatste bladzijde 39

bijlagen aantal bladzijden

I Taxonomische afstemming macrofauna 3
IIa en IIb Karakterisering clusters macrofauna en macrofyten 8
III a t/m c Resultaten directe ordinatie (DCCA) macrofauna (a en b) en macrofyten (c) 3
IV Hoog-laaggrafieken van licht-brakke boezemwateren 14
V Hoog-laaggrafieken van diepe boezemwateren 14
VI Hoog-laaggrafieken van ondiepe boezemwateren 14

SAMENVATTING

Dit rapport beschrijft de ecologische normdoelstelling (SEND-normering) voor boezemwateren in de provincie Noord-Holland. De boezemwateren in Noord-Holland bestaan uit een onderling verbonden stelsel van vaarten, kanalen, meren en plassen. Binnen het boezemstelsel zijn drie deelsystemen te onderscheiden, ten zuiden van het Noordzeekanaal liggen de Rijnlandsboezem en de Amstellandboezem, ten noorden hiervan het boezemsysteem van Hollands Noorderkwartier. De ecologische normstelling voor deze boezemwateren is gebaseerd op de soortgroepen macrofauna (met het oog zichtbare ongewervelde dieren) en macrofyten (water- en oeverplanten).

kenmerken boezemwateren
De boezemsystemen in Noord-Holland kenmerken zich door een groot aandeel lijnvormige wateren. Het aandeel meren en plassen is relatief klein, daarom is het wateroppervlak ook klein in verhouding tot het afwaterend landoppervlak. Dit heeft ten gevolg dat op veel plaatsen tijdelijk betrekkelijk veel stroming kan optreden door inlaat of afvoer van overtollig water. Ook is een groot deel van de kanalen beschoeid en vervullen de wateren een functie voor (beroeps)scheepvaart. Op plaatsen met veel stroming en in beschoeide wateren met scheepvaart komen weinig waterplanten voor. Ook is de visstand hier laag en is de soortenrijkdom van macrofauna veel lager dan in wateren met een natuurlijke oever. In kleinere, ondiepere en meer beschutte boezemwateren worden meer ondergedoken waterplanten gevonden en zit meer macrofauna en vis.

Een deel van de boezemwateren is licht-brak. Vooral de Amstelmeerboezem en delen van de Schermerboezem zijn brak. In deze wateren komen andere soorten planten en dieren voor, het chloridegehalte en fluctuaties hierin zijn sturend. De macrofauna van brakke wateren kenmerkt zich door een hoog aandeel kreeftachtigen, de vegetatie is soortenarm en schaars. Voor vis is de mate van verbinding met de zee van belang, in brakke wateren die in verbinding staan met de zee worden migrerende zoet-zout reofiele vissen aangetroffen. In "geïsoleerde" brakke wateren zoals de Harger en Pettemervaart komen zouttolerante zoetwatervissen voor.

sturende factoren voor de levensgemeenschappen
Door middel van analyse van gegevens over het voorkomen van macrofauna, waterplanten en vissen in de boezemwateren zijn de belangrijkste sturende factoren onderzocht. Een aantal belangrijke factoren die de verschillen in het voorkomen van planten en dieren (levensgemeenschappen) in de boezemwateren verklaren zijn:
- chloridegehalte, in brakke wateren worden kenmerkende gemeenschappen van planten, vissen en macrofauna aangetroffen;
- diepte, in ondiepe wateren kunnen waterplanten zich beter ontwikkelen dan in diepe wateren;
- oppervlak, in wateren met een groot oppervlak speelt de wind een belangrijke rol in de waterbeweging;
- helderheid, in helder water kunnen waterplanten zich beter ontwikkelen, algen en slibdeeltjes zorgen voor vertroebeling;
- voedingsstoffen, in voedselrijke, stilstaande wateren vaak sterke algengroei en troebel water;
- stroming en verblijftijd, in wateren met een korte verblijftijd komen voedingsstoffen niet tot uitdrukking en wordt weinig vis aangetroffen, in stilstaande wateren meer algen en vis;
- beschoeiing, in beschoeide wateren zit weinig vis, water- en oeverplanten kunnen zich hier slecht ontwikkelen;
- scheepvaart, door opwerveling en "leegtrekken" oevers, troebel water en weinig water- en oeverplanten, weinig habitatvariatie voor macrofauna en slechte paai- en schuil mogelijkheden voor vis.

Bovenstaande factoren staan vaak niet op zichzelf maar zijn onderling verweven. Zo zijn scheepvaart, beschoeiing, diepte, helderheid en stroming vaak sterk met elkaar gecorreleerd. Op basis van deze correlaties kunnen een aantal groepen van wateren worden onderscheiden die, als gevolg van hun functie, een vergelijkbare combinatie van sturende factoren herbergen. Deze wateren hebben vaak ook een vergelijkbare levensgemeenschap.

subwatertypen
Bovenstaande analyse van sturende factoren vormt de basis voor het onderscheiden van subtypen van boezemwateren. Dit zijn wateren met vergelijkbare milieu-omstandigheden en een vergelijkbare soortensamenstelling. De volgende typen zijn onderscheiden:

- licht-brakke boezemwateren: alle boezemwateren met een chloridegehalte groter dan 300 mg/l;
- ondiepe boezemwateren: zoete boezemwateren tot een diepte van circa 1.5 meter en een overwegend stagnant karakter, kleinere lijnvormige wateren en ondiepe (delen van) meren en plassen;
- diepe boezemwateren: hoofdwatergangen, scheepvaartkanalen, en overige lijnvormige watergangen, meren en plassen met een diepte groter dan circa 1.5 meter, vaak periodieke stroming door wateraan- en -afvoer en turbulentie door scheepvaart.

Op basis van het huidige voorkomen van planten en dieren kunnen deze subtypen van boezemwateren worden onderscheiden. Binnen ieder van deze typen zijn andere factoren bepalend voor de ontwikkeling van de levensgemeenschap.

grond voor normering en afleiden conceptnormen
Voor de drie onderscheiden typen zijn volgens de SEND-methodiek waterkwaliteitsnormen opgesteld op basis van milieu-indicatiewaarden van kenmerkende macrofauna en macrofyten. Bij de normering is onderscheid gemaakt tussen de ambitieniveaus hoog, midden en laag. De geselecteerde, kenmerkende soorten zijn daarom verdeeld over de drie ambitieniveaus. Voor ieder subtype zijn één of enkele hoofdfactoren onderscheiden die bepalend zijn voor de ontwikkeling van de levensgemeenschap. Deze factoren worden gebruikt voor het onderscheiden van de ambitieniveaus. De indeling van soorten naar ambitieniveau is daarom vooral gebaseerd op de indicatiewaarde van de betreffende soort voor de belangrijkste sturende factor. Dit zijn:

- chloridegehalte voor het subtype licht brak;
- voedingsstoffen (P) en helderheid voor het subtype ondiep (stagnant);
- aandeel emergente vegetatie (helofyten zoals waterriet) voor het subtype diep.

Op basis van deze factoren en expert judgement zijn de ambitieniveaus ingevuld met soorten. Hieruit volgt een conceptnorm per variabele, dit is de mediaan van de milieu-indicatiewaarden van de soorten per ambitieniveau.

vertaling naar definitieve normen
In deze stap zijn de conceptnormen beoordeeld op hun waarde en eventueel aangepast. In principe voldoen de (afgeronde) conceptnormen als definitieve norm. In bepaalde gevallen is hiervan afgeweken:

- in het geval van de licht-brakke wateren zijn de conceptnormen voor chloride en de hiermee samenhangende ionengehalten aangepast aan enkele veel gehanteerde ecologische grenzen voor levensgemeenschappen, in grote lijnen komt dit overeen met de conceptnormen;
- in het geval van de diepe wateren is alleen onderscheid gemaakt tussen ambitieniveaus wat betreft de oeverkwaliteit. De waterkwaliteitsnormen voor alle niveaus zijn gelijk gesteld aan de hoogste waarde van de conceptnorm van één van de ambitieniveaus;
- voor de ondiepe wateren zijn de ionengehalten bijgesteld, in de huidige situatie zijn deze veel hoger dan de conceptnorm. De hoge ionengehalten zijn voor een belangrijk deel het gevolg van het historische brakkarakter van de regio. Verwacht wordt dat de ionengehalten echter niet direct beperkend zijn voor de ontwikkeling van de levensgemeenschap. Ze zeggen echter wel veel over de herkomst van het water (rijnwater, zeewater, brakke kwel, duinwater) en zijn daarom naar boven bijgesteld aan de hand van huidige 10P, mediaan en 90P.

SEND normering in relatie tot ecologisch functioneren van boezemwateren

Voor watertypen met een duidelijk type-eigen karakter zoals stuwwalwateren of zandwinplassen is er vaak een duidelijke relatie tussen waterkwaliteit en ecologie. Voor het watertype boezemwateren is dat in veel gevallen niet zo. Redenen hiervoor zijn beïnvloedingsfactoren zoals scheepvaart en stroming en hiermee samenhangend inrichting en beheer van de watergangen. In de gevallen waarin deze overige beïnvloedingsfactoren in sterke mate bepalend zijn voor de levensgemeenschap, is normering op basis van waterkwaliteit onvoldoende. Pas wanneer voldaan is aan een bepaalde randvoorwaarden (natuurlijke oevers, geen scheepvaart, luwe delen etc.) komen verschillen in waterkwaliteit tot uitdrukking. Voor een groot deel van de Noord-Hollandse boezemwateren speelt dit een rol. De afgeleide normen moeten ook in dit licht worden gezien en binnen deze randvoorwaarden worden gebruikt.

Onderstaande tabel geeft de hiërarchische volgorde van sturende factoren voor de subtypen van boezemwateren. De volgorde is bepaald door vanuit de huidige situatie de factoren te ordenen in de volgorde waarin ze de levensgemeenschap beïnvloeden (zwart = sterke invloed, grijs is licht sturend).

subtype	ionen	inrichting	stroming	nutriënten
licht-brak				
diep				
ondiep				

SEND normering in relatie tot potenties van het watersysteem en Kaderrichtlijn water

Het doel van SEND is om te komen tot ecologisch onderbouwde waterkwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewateren. Voor waterbeheerders zijn dit in zekere zin streefwaarden, het beheer dient gericht te zijn om de gestelde normen te behalen. Dit impliceert tevens dat de normen ook haalbaar moeten zijn. In veel gevallen is het maximaal haalbare (de potentie) echter nog onzeker. Zo heeft Noord-Holland te maken met een sterke uitspoeling van nutriënten vanuit de polders. Het vroegere brakkarakter van de regio en de hiermee samenhangende hoge ionengehalten zijn waarschijnlijk voor een belangrijke deel verantwoordelijk voor de geringe binding van fosfaat aan de bodem. In hoeverre dit de levensgemeenschappen van de boezemwateren beïnvloedt is slechts in grote lijnen bekend. Zo zijn de nutriënten vooral in de stilstaande delen van het watersysteem van belang. De mogelijkheden van een waterbeheerder om deze nutriëntengehalten te beïnvloeden zijn echter gering. In dat geval moet het als een type-eigen kenmerk worden gezien van het oppervlaktewater in de regio, wat in belangrijke mate de ecologische potenties bepaalt. Het bepalen van deze potenties is een belangrijke opgave die vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water vereist is. Dit rapport poogt reeds een aanzet te geven tot het denken in ecologische potenties van het watersysteem.

1. INLEIDING

1.1. Kader

In het 2e Waterhuishoudingsplan van de Provincie Noord-Holland is een Stelsel van Ecologische NormDoelstellingen (SEND) opgenomen. Dit stelsel geeft per watertype voor verschillende ambitieniveaus de gewenste waterkwaliteit. Eén van de watertypes waarvoor nog een ecologische normstelling moet worden ontwikkeld is het watertype boezemwateren.

1.2. Doel

Doel van dit project is het ontwikkelen van een gedifferentieerd stelsel van ecologische normdoelstellingen voor boezemwateren, dat recht doet aan de aquatisch-ecologische differentiatie op grond van morfologie en fysisch-geografische omstandigheden en zo goed mogelijk aansluit bij andere normenstelsels voor vergelijkbare wateren. De methodiek zoals omschreven in 'Stilstaan bij waterkwaliteit' wordt zo veel mogelijk toegepast. Voorts is door de provincie nadrukkelijk de wens geuit om de normstelling optimaal te laten aansluiten bij de invulling van de functie "vissenwater" voor boezemwateren door het Hoogheemraadschap van Hollands Noorderkwartier.

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft eerst enkele algemene kenmerken van boezemwateren, waarna de sturende factoren voor de flora en fauna worden besproken. In hoofdstuk 3 wordt de werkwijze toegelicht om tot normstelling te komen. De analyse van de beschikbare gegevens, de indeling van boezemwateren in subwatertypen, de selectie van kenmerkende soorten en de grondslag voor het afleiden van de normen staan beschreven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de daadwerkelijke normen afgeleid. Tenslotte worden in hoofdstuk 6 de gevolgde methodiek en de afgeleide normen geëvalueerd in het licht van het ecologisch functioneren van boezemwateren in Noord-Holland.

2. ALGEMENE KARAKTERISTIEKEN EN STURENDE FACTOREN

2.1. Algemene karakteristieken

Het boezemsysteem van Noord-Holland wordt doorsneden door het Noordzeekanaal. Ten noorden hiervan liggen de boezemwateren van Hollands Noorderkwartier, ten zuiden hiervan de Rijnlandse boezem en de boezemwateren van de Amstel, Gooi en Vechtstreek. De boezemsystemen bestaan uit een netwerk van onderling verbonden meren, plassen, ringvaarten, kanalen en kanaaltjes. Het overeenkomstige kenmerk is het waterpeil, de boezemwateren worden op een constant peil gehouden.

Hollands Noorderkwartier, ten noorden van het Noordzeekanaal

In het verleden werd het noorden van de provincie Noord-Holland, het zogenaamde Noorderkwartier, omringd door zout en brak water. Dit gebied lag als het ware als een eiland tussen Noordzee, Zuiderzee en het brakke IJ (later het Noordzeekanaal). De waterstand in het gebied lag vrijwel overal lager dan het zeewaterniveau. Het zoute en brakke water had daarom de neiging om het land binnen te dringen. Na de aanleg van de afsluitdijk ontstond het IJsselmeer wat in de loop der jaren steeds verder verzoette. Vanaf die tijd kon de boezem in Hollands Noorderkwartier in droge perioden worden aangevuld met zoet IJsselmeerwater.

De boezemwateren hadden vroeger vooral een functie voor de afwatering van de polders. In de huidige situatie wordt het boezemsysteem gebruikt voor de afvoer van overtollig water in het natte winterhalfjaar. Sinds de verzoeting van het IJsselmeer wordt tijdens droge perioden in Hollands Noorderkwartier ook zoet water ingelaten bij Schardam en Lutjeschardam. Daarnaast is de scheepvaartfunctie steeds belangrijker geworden. Het watersysteem dat zich in de loop van de tijd als gevolg van deze functies heeft gevormd bestaat uit een combinatie van watertypen zoals kanalen, vaarten, meren en plassen en kleinere watergangen. Daarbij worden drie boezemsystemen onderscheiden:

- de **Schermerboezem** (waterafvoergebied circa 80.000 hectare) is de grootste deelboezem en wordt in het oosten begrensd door het IJsselmeer bij de sluizen van Schardam en Lutjeschardam en het Noordzeekanaal in het zuiden en loopt door tot Den Helder. Deze boezem is overwegend zoet maar lokaal licht brak door verbinding met de zee en voeding met brak grondwater. De Schermerboezem wordt nog verdeeld in een oostelijk, zuidelijk en noordelijk deel;
- in het noorden ligt de **Amstelmeerboezem** (waterafvoergebied circa 13.000 hectare), deze wordt oostelijk bij Den Oever begrensd door het IJsselmeer en loopt door tot het Balgzandkanaal bij Den Helder. Het belangrijkste oppervlak wordt gevormd door het Amstelmeer, deze boezem is voor het grootste deel licht-brak;
- de **Verenigde Raakmaats en NiedorperKoggeboezem** (VRNK, waterafvoergebied circa 10.000 hectare) tenslotte ligt ingeklemd tussen de Schermerboezem en de Amstelmeerboezem. Deze boezem is in zijn geheel zoet.

Tabel 2.1. laat een aantal karakteristieken zien van de verschillende boezemdelen. Opvallend is dat de verblijftijden van het water in de VRNK en Schermerboezem kort is. Uit de verhouding tussen wateroppervlak en afvoergebied blijkt dat deze boezems krap bemeten zijn ten opzichte van het waterafvoergebied.

Tabel 2.1. Kenmerken van de boezemsystemen in Hollands Noorderkwartier. OSB, ZSB en NSB zijn respectievelijk, oostelijke, zuidelijke en noordelijke Schermerboezem

kenmerk	OSB	ZSB	NSB	Schermer boezem	VRNK-boezem	Amstelmeer
oppervlak waterafvoergebied (ha)				80.000	10.000	13.000
oppervlak kanalen (ha)	112	733	260	1.105	109	159
gemiddelde breedte kanalen (m)	36	32	30	32	22	37
totale lengte kanalen (kilometer)				407	67	45
totaal oppervlak (ha)	112	1339	341	1.791	119	863
volume (miljoen m^3)	1.63	13.64	6.76	21.76	1.78	4.96
gemiddelde verblijftijd water (dagen)	4	18	10	19	12	65
verhouding kanaaloppervlak/afvoergebied				1:72	1:92	1:82
verhouding wateroppervlak/afvoergebied				1:45	1:84	1:15

boezemwateren ten zuiden van het Noordzeekanaal
Hier liggen de boezemwateren van Rijnlandsboezem en de Amstellandboezem. Het Rijnlandse boezemstelsel wordt gevoed vanuit de Zuid-Hollandse Rijnboezem, afvoer in het Noord-Hollandse deel vindt plaats in het Noordzeekanaal. In de Amstellandboezem wordt water aangevoerd via het Amsterdam-Rijnkanaal en de Vecht en afgevoerd naar het Noordzeekanaal. In deze boezemsystemen komt een aantal smalle, ondiepe, meanderende voormalige (veen)rivierarmen voor.

2.2. Ecologisch functioneren boezemwateren: sturende factoren voor de visstand

De samenstelling van de flora en fauna (levensgemeenschap) van een boezemwater wordt bepaald door de heersende milieucondities in combinatie met onderlinge relaties tussen soorten. De belangrijkste milieucondities of sturende factoren voor de levensgemeenschappen van boezemwateren zijn onderzocht ten behoeve van de invulling van de functie vissenwater in Hollands Noorderkwartier. Hierbij is een ecologische systeemanalyse uitgevoerd met de visstand als uitgangspunt (Witteveen+Bos, 2003). Tijdens dit project is de visstand van boezemwateren ten noorden van het Noordzeekanaal onderzocht in samenhang met de abiotische karakteristieken. Dit heeft geleid tot een ecologische systeemanalyse van het boezemsysteem waaruit de volgende aspecten sterk naar voren kwamen:

- de trofiegraad van de boezemwateren is extreem hoog, met name P, N is limiterend;
- dit hangt waarschijnlijk samen met historisch brakkarakter en hoge sulfaatgehalten;
- stroming speelt een zeer belangrijke rol in grote delen van de (Schermer)boezem, deze boezem kan in grote lijnen worden vergeleken met een riviersysteem (hoofdwaterlopen en dode zij-armen). Op plaatsen met stroming komen nutriënten niet tot expressie, er zit ook weinig vis;
- zwevend stofgehalten zijn zeer hoog, dit beperkt het doorzicht en niet de algen;
- beschoeiing is een belangrijke factor, in beschoeide wateren zit weinig vis;
- brakke wateren zijn vaak algenrijker en hebben minder vis, de aasgarnaal (*Neomysis integer*) speelt in deze wateren een belangrijke rol in het voedselweb.

Voor vis wordt op basis van de systeemanalyse onderscheid gemaakt tussen de volgende watertypen:

1. Licht-brakke wateren: weinig vis, kenmerkend is de zoet-zout reofiele vis, lokaal is kleine baars dominant (ligging: Amstelmeerboezem en delen van de Schermerboezem).
2. (Hoofd)vaarwegen: weinig vis, beschoeid en/of veel stroming, eurytoop brasem-snoekbaars.
3. Onbeschoeide wateren: breed en diep (> 1,5 meter), stroming en weinig vis, eurytoop brasem-snoekbaars (mn. oostelijke Schermerboezem).
4. Onbeschoeide wateren, meest smal en ondiep(<1,5 meter), stagnant, betrekkelijk plantenrijk en voedselrijk, veel vis; blankvoorn-brasem (afgelegen delen van de Schermerboezem zoals Bergermeergebied, zijtakjes NH-kanaal en Groote Sloot).
5. Onbeschoeide wateren, matig plantenrijk, relatief voedselarm, smal tot matig breed en ondiep (<2 meter), stagnant en relatief weinig vis snoek-blankvoorn (mn. in de VRNK).

Uit bovenstaande blijkt dat een aantal factoren op verschillende niveaus sturend zijn voor de samenstelling en de biomassa van de visgemeenschappen van de boezemwateren. Deze factoren zijn vaak niet geheel los van elkaar te zien, zo zijn stroming en beschoeiing vaak onderling gecorreleerd. De factor trofie is hiermee eveneens gerelateerd, alleen in stilstaande wateren komen voedingsstoffen tot expressie. Toch kan wel een globale hiërarchische volgorde worden aangegeven, achtereenvolgens (van hoog naar laag niveau) spelen de volgende factoren een rol:

1. **Chloride**, op het hoogste niveau is chloride sturend, wateren met een chloridegehalte boven 300 mg/l worden tot de licht brakke wateren gerekend. Niet alleen het absolute (of gemiddelde) zoutgehalte is belangrijk, ook fluctuaties hierin zijn in belangrijke mate sturend.
2. **Stroming en beschoeiing**, beschoeide hoofdwatergangen en wateren met periodieke stroming onderscheiden zich van stagnante wateren. Hier wordt weinig vis aangetroffen vanwege enerzijds het ontbreken van een geschikt habitat (beschoeide oevers) en anderzijds beperking van de productiviteit door stroming.

3. **Dimensie**, kleine en ondiepe wateren hebben een duidelijk andere visstand (meer en vooral jonge vis), hier worden plaatselijk ondergedoken waterplanten aangetroffen die in belangrijke mate bepalend zijn voor de visstand. In zeer diepe wateren (> 6-10 meter) treedt stratificatie op, boven de diepe delen wordt vaak weinig vis aangetroffen.
4. **Zwevend stof**, het zwevend stofgehalte van de boezemwateren is hoog, dit zorgt voor een beperkt doorzicht en bemoeilijkt de groei van ondergedoken waterplanten (licht). Tevens kan zwevend stof de ontwikkeling van visseneieren door verslibbing bemoeilijken. Deze factor hangt samen met stroming en opwerveling door scheepvaart of bodemwoelende vis.
5. **Trofiegraad**, pas op een laag niveau komen nutriënten in beeld, in stilstaande wateren (wat in Hollands Noorderkwartier qua dimensie vaak ook de kleinere wateren zijn), komen nutriënten tot expressie. Bij de visstand is dit duidelijk te zien in de visbiomassa, echter ook algen (chlorofyl) weerspiegelen de nutriëntengehalten.

Bovenstaande hiërarchische ordening van sturende factoren voor de visstand is naar verwachting eveneens van toepassing op andere organismengroepen zoals algen, macrofauna en macrofyten. De factor chloride is voor alle organismengroepen een belangrijke sturende variabele zoals in eerder onderzoek reeds is aangetoond en onderbouwd (bijvoorbeeld Remane, 1971). Chloride wordt ook voor alle relevante watertypen van het SEND-normeringsstelsels als indelingscriterium gehanteerd. De visstand hangt daarnaast in sterke mate samen met de factoren stroming/verblijftijd (mn. van invloed op ontwikkeling van algen) en dimensie (via windwerking en diepte/instraling vooral van invloed op waterplanten). De aquatische macrofauna wordt in sterke mate bepaald door de structuur (waterplanten, bodem en oevers) en voedselbeschikbaarheid (algen, detritus en dierlijke prooien) en dus direct of indirect ook door stroming, beschoeiing en dimensie.

In de SEND-methodiek worden wateren ingedeeld in watertypen en ambitieniveaus (zie hoofdstuk 3). In dat licht zijn sommige van bovenstaande factoren te zien als watertype-specifieke kenmerken van het waterlichaam en vormen de basis voor een typologie bijvoorbeeld chloride, stroming en dimensie. Factoren als beschoeiing (oeverinrichting) en trofiegraad bepalen het kwaliteitsniveau binnen het subtype en vormen de basis voor het onderscheiden van ambitieniveaus. In hoofdstuk 4 worden de beschikbare gegevens van waterplanten en macrofauna van de boezemwateren aan een analyse onderworpen, op basis van die analyse en de analyse van de visstand wordt de definitieve typenindeling voor de SEND-normering gebaseerd.

3. METHODIEK

3.1. Methodiek SEND

De werkwijze voor de totstandkoming van het Stelsel Ecologische Normdoelstellingen wordt gekarakteriseerd door een aanpak van grof naar fijn en kan worden opgedeeld in een drietal stappen (Provincie Noord-Holland, 1999):

1. *Opstellen van een watertypologie*; het onderscheiden van verschillende aquatische ecosystemen binnen Noord-Holland aan de hand van flora- en macrofauna- en waterkwaliteitsgegevens, resulterend in ruwe watertypen. Deze ruwe watertypen bestaan uit lijsten van kenmerkende planten- en macrofaunasoorten, waarvan de gezamenlijke aanwezigheid in een bepaald gebied verwacht kan worden op grond van de aanwezige waterkwaliteit en landschappelijke ligging.
2. *Opstellen van conceptnormen per watertype*; het formuleren van abiotische randvoorwaarden voor deze watertypen met behulp van milieu-indicatiewaarden van een aantal kenmerkende soorten, resulterend in (globale) ecologische normen per watertype. De milieu-indicatiewaarden geven aan bij welke milieukwaliteit soorten in Noord-Holland voorkomen. Bij elk watertype worden drie ambitieniveaus van ecologische normen onderscheiden. Met behulp van de drie ambitieniveaus kan rekening worden gehouden met de multifunctionaliteit van het oppervlaktewater.
3. *Opstellen van uiteindelijke normen per watertype*; het controleren van de conceptnormen op onderlinge samenhang, resulterend in ecologische normdoelstellingen per watertype. De conceptnormen zijn voor iedere parameter afzonderlijk opgesteld. In deze fase wordt vastgesteld of de ecologische normen, binnen de ecologische normdoelstelling voor een watertype, op elkaar afgestemd zijn voor wat betreft ecologie, chemie en watersysteem.

3.2. Opstellen watertypologie: voorbewerking en analyse

Conform de SEND methodiek dient voor het opstellen van een typologie een analyse van de beschikbare biologische en abiotische gegevens plaats te vinden met behulp van clustering en ordinatie. De biologische gegevens van de boezemwateren betreffen vegetatieopnamen en macrofaunagegevens van de provincie Noord-Holland. Van de boezemwateren zijn ook fysisch-chemische gegevens en veldgegevens beschikbaar.

3.2.1. Voorbewerking

macrofauna

De macrofaunagegevens zijn afkomstig van de provincie Noord-Holland. Het betreft een database met gegevens over de abundantie van macrofaunataxa van bemonsteringen met een standaardnet. In totaal zijn 67 locaties in de boezem tijdens verschillende jaren (1989-2001) en seizoenen bemonsterd, samen zijn dit 257 macrofaunamonsters, 543 taxa en circa 14.000 waarnemingen. In een aantal gevallen bleken de bemonsterde wateren niet te behoren tot de boezem, deze monsters zijn uit de analyse verwijderd. De dataset van macrofauna is als volgt voorbewerkt:

- codering monsters (8 letters voor boezemdeel, locatienummer, jaar, maand);
- controle en codering soorten (8-lettercodering);
- taxonomische afstemming (waarnemingen vertalen naar een eenduidig taxonomisch niveau soort, geslacht, familie etc.);
- samenvoegen voor- en najaar van hetzelfde jaar;
- transformatie van aantallen (Preston);
- omzetting naar condensed format.

In onderstaande wordt een aantal van de voorbewerkingstappen nader toegelicht.

controle en codering

De eerste stap is controle en correctie van taxonnamen en -codes. Hiervoor is de soortenlijst van de provincie gekoppeld aan een gestandaardiseerde codelijst met taxonomische rangnummers.

taxonomische afstemming
Voorafgaand aan de analyse is taxonomische afstemming noodzakelijk. Taxa kunnen op verschillende taxonomische niveaus worden gedetermineerd; als voorbeeld de vlokreeften van het geslacht Gammarus. In de lijst komen voor: *Gammarus duebeni, Gammarus pulex,* ***Gammarus* sp**, *Gammarus tigrinus* en *Gammarus zaddachi.* Het vetgedrukte taxon *Gammarus* sp. is een niet tot op soort te determineren individu van het geslacht *Gammarus* en kan tot ieder van de andere soorten behoren. Zonder taxonomische afstemming zou het bij de analyse echter als een afzonderlijke soort worden gezien. Dit introduceert zogenaamde pseudo-variatie in de analyse en kan tot ongewenste resultaten leiden, om dit voorkomen is taxonomische afstemming nodig. Hierbij wordt de keuze gemaakt om *Gammarus* sp. te verwijderen uit de dataset of om juist alle overige taxa een niveau hoger te determineren (*Gammarus* sp. dus). De keuze is afhankelijk van de verdeling van het aantal waarnemingen en de totale aantallen per taxon, het uitgangspunt is om zo veel mogelijk informatie te bewaren en dus tot het laagste (soort)niveau te onderscheiden.

Taxonomische afstemming heeft plaatsgevonden door alle soortenlijsten van de macrofauna samen te voegen in een tabel met daarin het totaal aantal waarnemingen (monsters) en de gesommeerde abundantie per taxon. Van taxa die op verschillende determinatieniveaus in de lijst voorkomen is op basis van frequentie en totale abundantie een keuze gemaakt voor het taxonomische afstemmingsniveau. De taxonomische afstemming is (alleen voor de soorten die zijn aangepast) opgenomen in bijlage I.

transformatie van aantallen
De gebruikte analysetechnieken (clustering en ordinatie) zijn gevoelig voor hoge aantallen. Daarbij is het zo dat veel soorten aan de top van de voedselpyramide (predatoren) vaak in kleinere aantallen voorkomen dan prooisoorten zoals bijvoorbeeld detrivoren. Ook meer kritische soorten hebben vaak een lagere abundantie. Om deze in de analyse niet "onder te laten sneeuwen" is tranformatie nodig om de hoge aantallen minder mee te laten wegen. Gekozen is voor een zogenaamde Preston-transformatie die vaak wordt toegepast bij macrofauna-onderzoek. De transformatie loopt als volgt:

Prestonklasse	groter dan	tot en met
1	0	1
2	1	3
3	3	7
4	7	15
5	15	31
etc.	..	..

Bij iedere klasse wordt het maximum aantal van de voorgaande klasse vermenigvuldigd met 2 en wordt er 1 bij opgeteld.

macrofyten
De macrofytengegevens zijn aangeleverd in database format waarbij iedere soort is gescoord per km-hok en per jaar in tansley-schaal (1 t/m 9). Het betreft data van 596 kilometerhokken van de boezemwateren en de IPI-codes 372 en 374. Van het totale macrofytenbestand zijn de waterplanten (freatofyten volgens Londo (1988), aangevuld met waterplanten volgens Runhaar et. al., 1987 en van der Meijden et. al., 1996;) geselecteerd omdat deze de meest directe relatie met de waterkwaliteit hebben. Voor de analyse zijn de vegetatie-opnamen met IPI-code 372 (kanalen en ringvaarten) gebruikt. De voorbewerking bestond verder uit de taxonomische afstemming van de waterplantendata. Dit is nodig om alle waarnemingen op eenzelfde taxonomisch niveau (in het algemeen genus- of soortniveau) te brengen, determinaties op verschillende taxonomische niveaus introduceren pseudo-variatie (zie voorbewerking macrofauna).

fysisch-chemische gegevens
Fysisch-chemische waterkwaliteitsgegevens zijn opgevraagd bij de drie waterbeheerders, DWR, Rijnland en USHN (nu HHNK). DWR en Rijnland hebben bestanden opgestuurd, de gegevens van USHN zijn van hun internetsite gedownload.

Van de waterkwaliteitsgegevens zijn zomergemiddelden bepaald (mei t/m augustus). De beschikbare fysisch/chemische metingen zijn vervolgens gekoppeld aan iedere combinatie van macrofaunalocatie of vegetatie km-hok en jaar waarin een opname heeft plaatsgevonden. Vervolgens is voor iedere fysisch/chemisch meetlocatie de afstand tot iedere macrofauna-locatie respectievelijk het middelpunt van ieder km-hok bepaald. Vervolgens zijn alle meetlocaties geselecteerd die binnen een straal van 2 km vanaf de macrofauna-locatie, respectievelijk het middelpunt van het km-hok zijn gelegen.

Van elke fysisch/chemisch variabele is voor het jaar waarin de macrofauna/vegetatie opname is uitgevoerd de dichtstbijzijnde meting binnen de straal van 2 km meegenomen. Hoewel een dergelijke methode risico´s met zich meebrengt (lokale verschillen in waterkwaliteit) geldt dit in mindere mate voor de onderling verbonden boezemwateren. Het afstandscriterium van 2 km is gekozen op basis van een inschatting van de variatie in waterkwaliteit (meestal betrekkelijk homogeen in een straal van 2 km) en een optimale koppeling (zo veel mogelijk gekoppelde waarnemingen van macrofauna/waterplanten en chemie).

Alleen bij het Noord-Hollands kanaal zijn een aantal km-hokgegevens van andere wateren gekoppeld aan het fysisch/chemische meetpunt van het Noord-Hollands kanaal. Deze locaties zijn handmatig gecorrigeerd.

3.2.2. Analyse
Voor de analyse van de gegevensbestanden is gebruikt gemaakt van de analysetechnieken clustering en ordinatie, hieronder worden ze toegelicht.

clustering
Clustering heeft tot doel het indelen van monsterpunten in groepen. Deze groepering van monsters gebeurt op basis van overeenkomst in taxonsamenstelling én abundanties of getransformeerde abundanties. De groepen (clusters) bestaan uit monsters met een onderling vergelijkbare taxonsamenstelling. De clusteringen zijn uitgevoerd met FLEXCLUS (Van Tongeren, 1986).

Bij de clustering zijn clusters gefuseerd tot een vooraf te bepalen aantal. Een eerste clustering is uitgevoerd met een zeer lage drempelwaarde, waardoor een groot aantal clusters ontstaat. Het aantal clusters wordt vervolgens door fusie telkens in stappen van 1 gereduceerd. Bij iedere stap wordt voor elk cluster de mate van isolatie ten opzichte van de andere clusters berekend. Dit is een maat voor de scheiding van clusters. De 'average resemblance' is een maat voor de interne homogeniteit van het cluster. Bij de keuze van de 'optimale clustering' is rekening gehouden met het aantal en de grootte van de clusters, de isolatie en interne homogeniteit. Gestreefd wordt naar een zo hoog mogelijke interne homogeniteit en een zo groot mogelijk isolatie, waarbij ook de interpretatie van de clusteringstabel een belangrijke rol speelt.

ordinatie
Ordinatie is een techniek die de variatie in gegevens in een continuüm weergeeft. De monsters, variabelen en/of soorten worden in een meer-dimensionale ruimte geprojecteerd door middel van gewogen gemiddelden langs een denkbeeldige gradiënt. Op elkaar lijkende elementen komen in deze ruimte dicht bij elkaar te staan en onderling verschillende elementen ver uiteen. De lijn die het beste overeenkomt met de ligging van de monsterpunten in de puntenwolk, vormt de eerste as. Deze lijn wordt bepaald met behulp van de 'kleinste kwadraten' methode, waarbij de som van de kwadraten van de afstand van monsters t.o.v. deze lijn het kleinst is. Alle ordinaties zijn uitgevoerd met het ordinatieprogramma CANOCO (Ter Braak, 1998).

De eerste as is de eerste denkbeeldige gradiënt die de belangrijkste spreiding in de gegevens weergeeft. Vervolgens worden de gegevens onafhankelijk van deze eerste as gemaakt en wordt voor de resterende variatie op gelijke wijze een tweede as berekend, enzovoorts. De tweede as is onafhankelijk van de eerste en staat hier loodrecht op. Gewoonlijk worden in totaal vier assen berekend. De resultaten van de berekeningen worden samengevat in ordinatiediagrammen. Het ordinatiediagram geeft het belangrijkste patroon in de gegevens weer. De techniek indiceert daarbij mogelijke relaties, het geeft geen oorzakelijke verbanden aan. Bij de analyses is de optie 'down-weighting of rare species' toegepast om de invloed van weinig voorkomende taxa te verminderen.

combinatie clustering en ordinatie
De door clustering ontstane groepen van monsters worden ingetekend in het ordinatiediagram door de contouren van de buitenste monsters van een cluster met elkaar te verbinden. Op deze wijze worden clustering en ordinatie met elkaar gecombineerd (1e niveau). In de ideale situatie liggen de clusters vrij van elkaar in het ordinatiediagram. Wanneer clusters sterk overlappen kan besloten worden om de monsters van clusters die in het ordinatiediagram vrijliggen van de overige clusters uit de dataset te halen. Met de overgebleven monsters kan weer een nieuwe ordinatie worden uitgevoerd (2e niveau).

3.2.3. Indeling in watertypen
De indeling van boezemwateren in verschillende subwatertypen vindt in beginsel plaats op basis van de analyse van de beschikbare gegevens. Tijdens de analyse wordt gezocht naar groepen van wateren met een overeenkomstige soortensamenstelling (gemeenschap) van macrofyten en macrofauna. Tevens worden de belangrijkste sturende factoren voor deze gemeenschappen onderzocht. Reeds eerder zijn de belangrijkste sturende factoren voor visstand genoemd (paragraaf 2.2.). De sturende factoren dienen, samen met de kenmerkende eigenschappen en randvoorwaarden van boezemwateren zoals zee-invloed, scheepvaart en wateraan- en afvoer, te leiden tot een aantal hoofdgroepen of typen van boezemwateren. De typen onderscheiden zich qua soorten en op hoofdfactoren van elkaar, de wateren binnen een type hebben een overeenkomstige soortensamenstelling en abiotiek.

3.3. Selectie van karakteristieke soorten
De selectie van karakteristieke soorten vindt plaats na het onderkennen van subwatertypen binnen de boezemwateren. Per subwatertype zijn karakteristieke macrofaunasoorten en plantensoorten geselecteerd. Deze selectie heeft als volgt plaatsgevonden:

macrofauna
1. Kenmerkende soorten die uit de analyse naar voren zijn gekomen worden zo veel mogelijk gebruikt, mits karakteristiek voor een bepaald ambitieniveau, zeer algemene soorten bijvoorbeeld niet of alleen voor het laagste niveau.
2. Per subwatertype wordt deze lijst aangevuld met de meest kenmerkende soorten voor een bepaalde kwaliteit. Ieder subwatertype heeft kenmerkende eigenschappen (diepte, chloridegehalte stroming, substraat etc.) waarbij bepaalde soorten horen. Binnen deze groep van soorten wordt gezocht naar soorten die kenmerkend zijn voor een goede kwaliteit bijvoorbeeld soorten van waterplanten, natuurlijke oevers, schoon substraat etc.

macrofyten
1. Per subwatertype worden de kenmerkende ondergedoken waterplanten geselecteerd die uit de analyse naar voren komen.
2. Per subwatertype worden de bijbehorende plantengemeenschappen gezocht, aan de hand van de aanwezige vegetatie en de eigenschappen van de wateren binnen het type. Van de plantengemeenschappen worden de karakteristieke soorten geselecteerd. Dit betreft de kensoorten uit Schaminée *et al.*, (1995) en de karakteristieke soorten per plantengemeenschap beschreven in Weeda *et al.* (2000).
3. Van de totale lijst (1 en 2) kunnen soorten worden afgevoerd vanwege diverse redenen zoals het niet voorkomen in Noord-Holland of de beperkte indicatieve waarde.

3.4. Opstellen conceptnormen per watertype

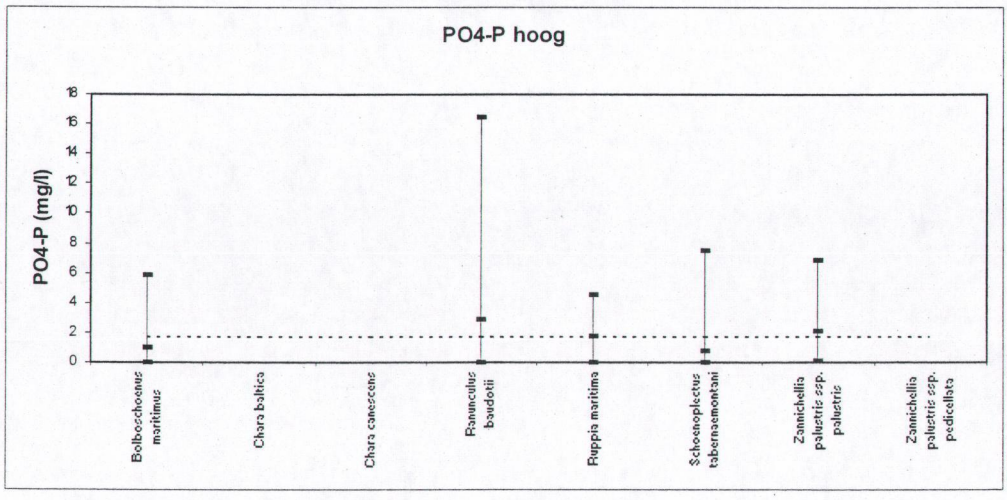
Voor het opstellen van de conceptnormen per watertype zijn milieu-indicatiewaarden van kenmerkende soorten gebruikt. Voor de macrofauna betreft dit de milieu-indicatiewaarden van aquatische macrofauna in Noord-Holland (Amesz en Barendrecht, 1995), voor de planten zijn de waarden uit Barendrecht *et al.*, (1990) gehanteerd. Deze milieu-indicatiewaarden geven aan bij welke milieukwaliteit deze soorten voorkomen in Noord-Holland. De milieu-indicatiewaarden voor macrofauna zijn gebaseerd op 582 bemonsteringspunten in allerlei watertypen in Noord- en Zuid-Holland en bepaald voor 623 taxa. De waarden voor water- en oeverplanten zijn gebaseerd op 770 onafhankelijke waarnemingen op Texel, in de duinen van het vaste land, langs de gehele binnenduinrand in Noord-Holland, in vele veenpolders en droogmakerijen ten noorden en ten zuiden van het Noordzeekanaal en in de gehele Vechtstreek.

Bij het opstellen van de conceptnormen is onderscheid gemaakt in drie ambitieniveaus: hoog, midden en laag. Een indeling in kritische, minder kritische en tolerante soorten als kenmerkend voor respectievelijk een hoog, midden en laag ambitieniveau vormt hierbij de leidraad. De norm van het hoogste niveau is zodanig gekozen dat er sprake is van zo optimaal mogelijke omstandigheden voor alle kritische soorten. Minder kritische soorten kunnen binnen de norm van het midden niveau goed of optimaal voorkomen. Voor het lage ambitieniveau geldt dat voornamelijk tolerante soorten nog een goede kans op voorkomen hebben. De ambitieniveaus zijn als volgt bepaald:

1. Bepalen belangrijkste sturende factor(en) per subwatertype.
2. Ordenen van plantensoorten en macrofauna op gevoeligheid voor deze factor(en).
3. Indelen van de soorten in groepen hoog, midden en laag op basis van overeenkomsten in gevoeligheid voor belangrijkste sturende factor(en) en kennis van de ecologie van deze soorten. De grens tussen de ambitieniveaus is zo veel mogelijk bepaald op basis van een duidelijke overgang in de gevoeligheid van soorten, aangevuld met ecologische kennis. In gevallen waarin dit niet duidelijk was is de grens bepaald door pragmatische overwegingen zoals voldoende soorten per groep voor normstelling.

Vervolgens zijn per ambitieniveau de conceptnormen voor alle in het SEND-stelsel opgenomen variabelen bepaald aan de hand van de ecologische ranges van de soorten die aan het betreffende ambitieniveau zijn toebedeeld. Als ondergrens voor de range geldt de 10-percentiel waarde, als bovengrens de 90-percentiel waarde, de middelste waarneming is de mediaan. Als conceptnorm wordt een waarde gekozen waarbij alle geselecteerde soorten zo optimaal mogelijk kunnen voorkomen. Per ambitieniveau is hiervoor de middelste waarde (mediaan) genomen van de mediane waarden van alle soorten voor de variabele. Er wordt van uitgegaan dat bij deze waarde alle soorten optimaal kunnen voorkomen. Afbeelding 3.1. geeft een voorbeeld.

Afbeelding 3.1. Voorbeeld van afleiden van de conceptnorm voor ortho-fosfaat door bepaling van de mediane waarde van alle soorten



3.5. Opstellen uiteindelijke normen per watertype

In deze fase zijn de conceptnormen beoordeeld op onderlinge samenhang en ecologische relevantie. De volgende aspecten zijn bij deze evaluatie van de normen betrokken:

- de huidige waterkwaliteit in de boezemwateren van de provincie Noord-Holland;
- inschatting van de ecologische- en waterkwaliteitspotenties van de boezemwateren in Noord-Holland;
- overige ecologische normstellingen (vissenwater Hollands Noorderkwartier).

Daar waar nodig zijn de conceptnormen aangepast. Uiteindelijk resulteert dit in een gedifferentieerd normstelsel voor boezemwateren in de provincie Noord-Holland.

4. RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de analyse van de beschikbare databestanden. Aan de hand van deze resultaten wordt een typologie van de Noord-Hollandse boezemwateren gepresenteerd en worden kenmerkende soorten geselecteerd.

4.1. Analyse macrofauna

Met de voorbewerkte dataset is een aantal clusteringen uitgevoerd met het pakket FLEXCLUS (van Tongeren, 1986) en ordinaties met Canoco (ter Braak, 1998).

4.1.1. Clusteringen

Hierbij is voor de dataset de optimale clustering bepaald door vergelijking van overeenkomsten tussen monsters binnen een cluster en de mate van isolatie tussen clusters.

resultaten clustering totale set

Clustering van de totale dataset levert een indeling van de monsters in drie duidelijke groepen. Deze zijn:

1. Brouwerskolk: alle monsters van alle jaren, kenmerkend is de soortenrijkdom met veel soorten van wat plantenrijkere wateren.
2. Licht-brakke wateren: kenmerkend *Neomysis integer, Gammarus duebeni* en in mindere mate *Gammarus tigrinus*.
3. Overige wateren: zeer weinig verschil tussen de overige, zoete wateren, in alle gevallen clusteren ze samen tot een grote diffuse groep. Veel algemene, weinig kritische taxa.

Wat betreft de zoete wateren (1 en 3) wijkt het Brouwerskolkje sterk af, dit is echter geen boezemwater en is daarom uit de dataset verwijderd.

resultaten clustering deelset zonder Brouwerskolkje

Na verwijdering van het Brouwerskolkje uit de dataset blijft er eigenlijk alleen een duidelijk onderscheid bestaan tussen licht-brak en zoet. De zoete groep is vrij divers maar valt niet uiteen in kleinere groepen.

resultaten clustering deelset zonder Brouwerskolkje en zonder de meest algemene soorten

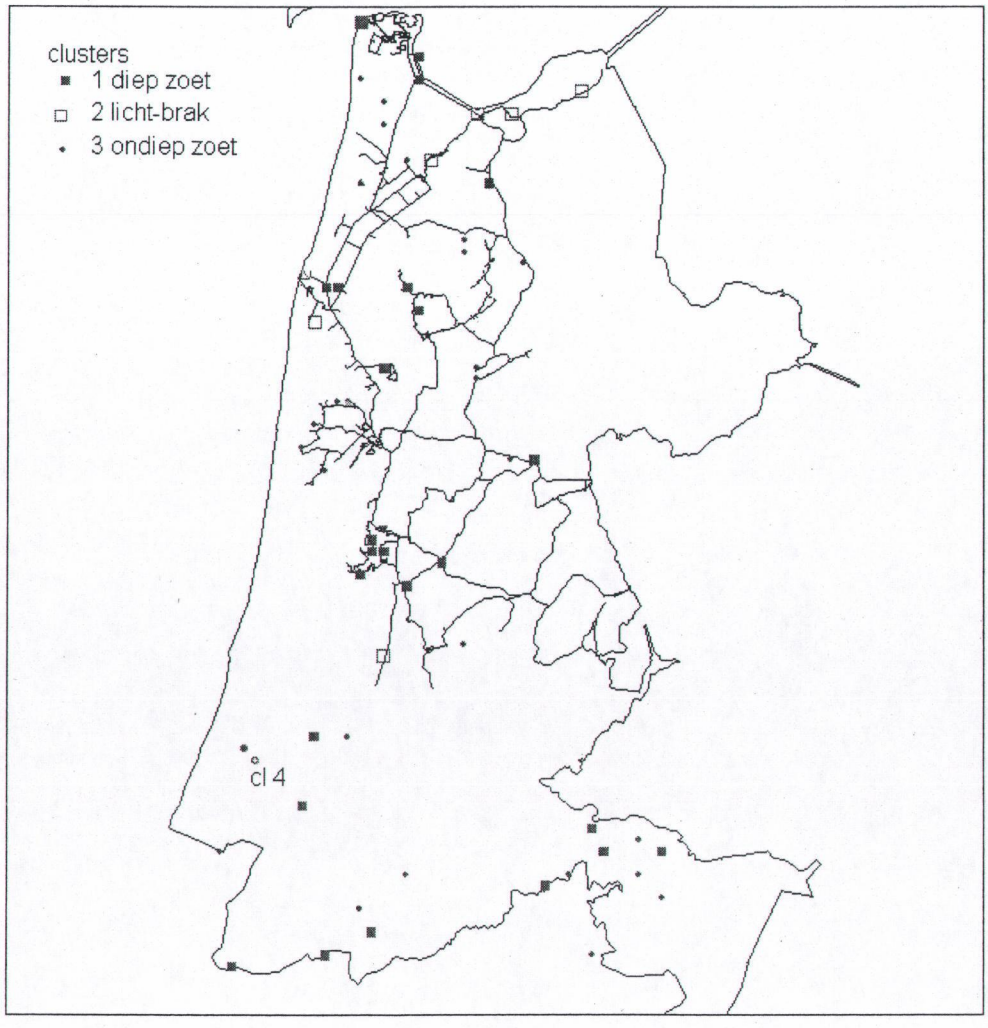
De deelset na verwijdering van het Brouwerskolkje is nu verder vereenvoudigd door ca. 70 soorten uit de dataset te verwijderen. Deze soorten zijn geselecteerd door middel van ordinatie (Canoco). De soorten zijn gesorteerd aan de hand van de score op de 1^e en 2^e ordinatie-as, de soorten die een score hebben die dicht bij 0 ligt zijn verwijderd. Dit zijn de meest algemene soorten en de soorten die niet of nauwelijks invloed hebben op de clustering maar wel het beeld kunnen vertroebelen. Zelfs dan blijft het enige duidelijke verschil dat tussen licht-brak en zoet. De grote groep zoete wateren is nu verdeeld in twee kleinere clusters (1 en 3). De clusters zijn:

1. Cluster 1 bestaat uit 36 monsters, dit zijn op het eerste gezicht vooral de diepere wateren (kanalen, meren plassen) met een vrij soortenarme macrofauna (gem. 60 soorten) die bestaat uit algemene tot zeer algemene soorten zoals *Chironomus sp, Cricotopus intersectus, Dicrotendipes nervosus, Dreissena polymorpha, Erpobdella octoculata, Gammarus tigrinus, Glyptotendipes sp, Tubificidae, Valvata piscinalis*.
2. Cluster 2 is het licht-brakke cluster (12 monsters): opvallend is de hoge totale abundantie van de macrofauna en de dominantie van de aasgarnaal (*Neomysis integer*). Kenmerkende soorten zijn: *Anacaena limbata, Chaetogaster diaphanus, Coelambus impressopunctatus, Corophium lacustre, Corophium multisetosum, Gammarus duebeni, Gammarus tigrinus, Glyptotendipes sp, Neomysis integer, Palaemonetes varians, Potamopyrgus antipodarum, Proasellus coxalis, Proasellus meridianus, Valvata piscinalis.*

3. Cluster 3 bestaat uit 56 monsters die in het algemeen wat soortenrijker (gem. 80 soorten) zijn dan cluster 1. Op het eerste gezicht zijn het de kleinere, ondiepere wateren met wat waterplanten. Kenmerkende soorten zijn: *Anisus vortex, Arrenurus crassicaudatus, Arrenurus sinuator, Cricotopus sylvestris, Endochironomus albipennis, Endochironomus tendens, Glossiphonia heteroclita, Gyraulus albus, Helobdella stagnalis, Holocentropus picicornis, Ischnura elegans, Limnesia undulata, Lymnaea stagnalis, Noterus clavicornis, Oecetis furva, Parachironomus gr arcuatus, Piona coccinea, Polypedilum gr sordens, Sigara falleni, Sigara striata*.
4. Cluster 4 is een klein clustertje, dit blijken vier monsters van twee locaties in de Rijnlandsboezem-west. Deze horen niet tot de boezemwateren, kenmerkend voor dit clustertje is de grotere soortenrijkdom met vele watermijten, enkele kevers en slakken zoals *Arrenurus buccinator, Psectrotanypus varius, Triaenodes bicolor, Orthocladius sp, Haliplus heydeni, Pionacercus vatrax, Polycelis nigra, Limnesia maculata, Piona nodata, Bithynia leachi, Arrenurus securiformis, Sialis lutaria, Odontomyia tigrina, Myxas glutinosa, Agabus undulatus, Haliplus varius, Arrenurus bruzelii, Anacaena lutescens*. Een aantal soorten lijkt lichte stroming te indiceren (*Velia caprai*).
5. Eén monster:-.
6. Eén monster:-.
7. Eén monster:-.

Afbeelding 4.1. geeft de ruimtelijke ligging van de macrofaunaclusters 1 t/m 4 weer. Het licht-brakke cluster 2 is te vinden in de Amstelmeerboezem en noordelijke- en zuidelijke Schermerboezem. De soortenrijkere wateren zijn vooral de plantenrijke wateren in de Schermer- en VRNK-boezem en lokaal in de boezemwateren ten zuiden van het Noordzeekanaal.

Afbeelding 4.1. Ruimtelijke ligging clusters macrofauna



De afbeeldingen in bijlage IIa geven een indicatieve karakterisering van de clusters wat betreft aantal soorten, aantal individuen en zeldzaamheid van de taxa per monster en de breedte, diepte en het voorkomen van submerse vegetatie. Uit de afbeeldingen blijkt dat de clusters 3 en 4 het soortenrijkst zijn en dat cluster 2 (licht-brak) het soortenarmst is maar dat hier de hoogste aantallen individuen per monster worden aangetroffen. Zeldzame soorten worden nauwelijks aangetroffen. Cluster 3 en 4 onderscheiden zich van de overige clusters door een geringere breedte en diepte en het meer voorkomen van submerse vegetatie.

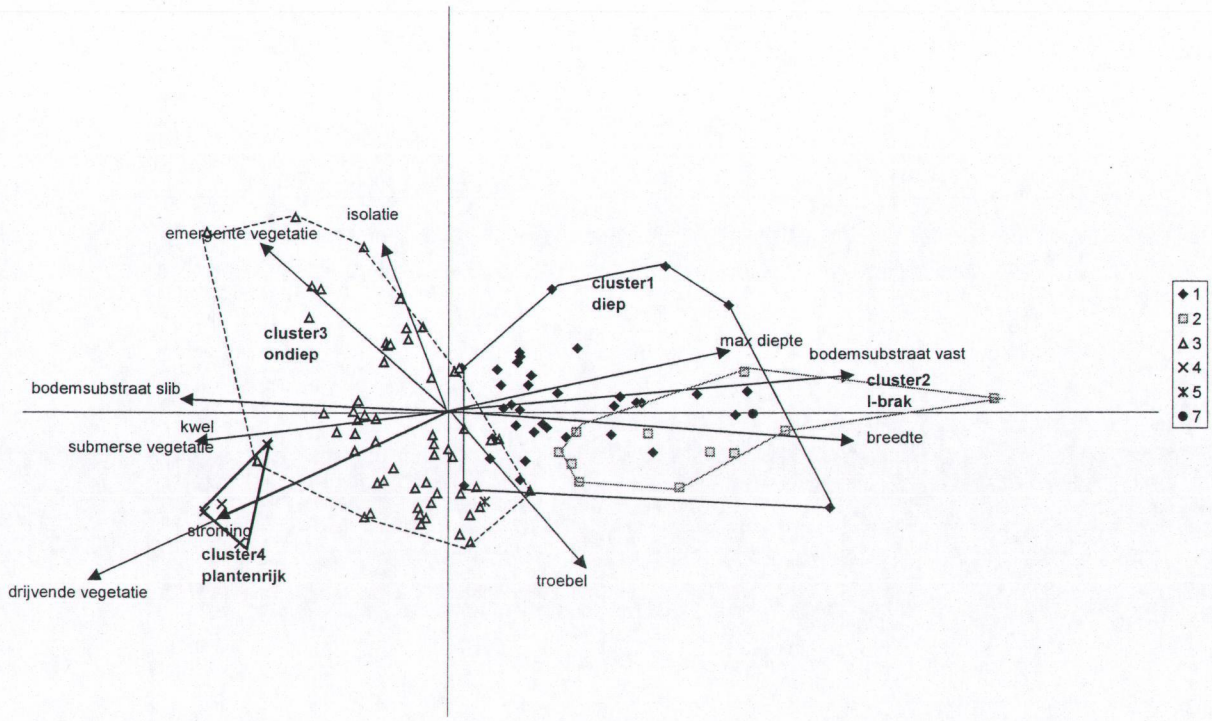
4.1.2. Ordinatie

Met de macrofauna (dataset zonder Brouwerskolkje, alle soorten) is tweemaal een directe ordinatie uitgevoerd:

- met veldgegevens van provincie Noord-Holland (breedte, diepte, % vegetatiebedekking etc.) en
- met veldgegevens en chemische gegevens (hierbij zijn vele monsterpunten passief meegenomen omdat niet voor alle locaties/jaren chemische gegevens binnen een straal van 2 km beschikbaar waren).

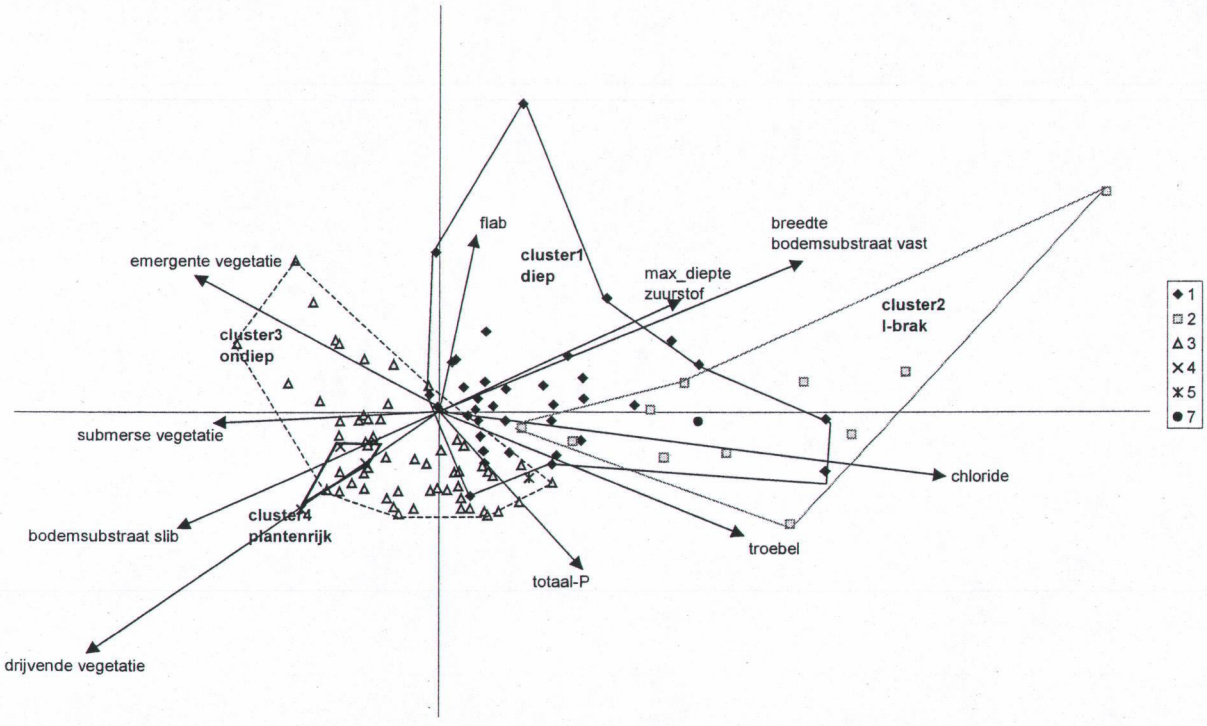
Afbeelding 4.2. en 4.3. geven de resultaten weer, de clusters zijn in de afbeeldingen ingetekend door de buitenste punten te verbinden met een lijn. Wanneer een analyse met alleen veldgegevens wordt uitgevoerd (afbeelding 4.2.) komen op de eerste as de factoren breedte, max. diepte, vast substraat (rechts) en slib en submerse- en drijvende vegetatie (links) het duidelijkst naar voren. Overigens verklaart de eerste as slechts een beperkt deel van de totale variatie. De clusters onderscheiden zich betrekkelijk goed van elkaar, met name de beide grote clusters 1 (diepe wateren) en 3 (ondiepe wateren) raken elkaar nauwelijks. Op de 2^{e} as zijn vooral de helderheid (troebel), de mate van isolatie en emergente vegetatie van belang. Voor het kleine clustertje 4 is stroming van belang, de soortensamenstelling indiceert dit ook (zie paragraaf 4.1.1.).

Afbeelding 4.2. Directe ordinatie (DCCA) macrofauna met <u>alleen</u> <u>veldgegevens</u>. In de afbeelding zijn de milieuvariabelen met een correlatie > 0.3 (of < -0.3) met de eerste of 2^{e} as door middel van pijlen weergegeven. De monsterpunten binnen een cluster zijn door middel van een lijn omsloten



Wanneer ook chemische gegevens in de analyse worden betrokken wordt de verklarende waarde van de analyse duidelijk beter (zie eventueel bijlage III). Vooral de factor chloride komt op de eerste as sterk naar voren. De soortensamenstelling van de wateren in cluster 2 wijst ook al op het licht-brakke karakter (zie paragraaf 4.1.1.), de directe ordinatie bevestigt dit dus hoewel het onderscheid met cluster 1 niet altijd duidelijk is. Tenslotte kan binnen de ondiepe wateren (cluster 3) een gradiënt worden onderscheiden van kleine wateren met veel emergente en submerse vegetatie naar wateren die groter, voedselrijker (totaal-P) en plantenarmer zijn of vooral drijfbladplanten hebben.

Afbeelding 4.3. Directe ordinatie (DCCA) macrofauna met <u>chemische- en veldgegevens</u>. In de afbeelding zijn de milieuvariabelen met een correlatie > 0.3 (of < -0.3) met de eerste of 2^{e} as door middel van pijlen weergegeven. De monsterpunten binnen een cluster zijn door middel van een lijn omsloten



Samenvattend levert de analyse van de macrofaunagegevens het volgende beeld op:
- 3 hoofdgroepen van wateren (ondiep, diep, licht-brak);
- duidelijkste verschil diep-ondiep, alleen in ondiepe wateren worden water- en oeverplanten aangetroffen;
- voor de diepere wateren is vooral chloride onderscheidend.

4.2. Analyse macrofyten

Met de voorbewerkte dataset van de macrofyten is eveneens een aantal clusteringen uitgevoerd met het pakket FLEXCLUS (van Tongeren, 1986) en ordinaties met Canoco (ter Braak, 1998).

4.2.1. Clustering

De optimale clustering is bepaald door vergelijking van overeenkomsten tussen monsters binnen een cluster en de mate van isolatie tussen clusters.

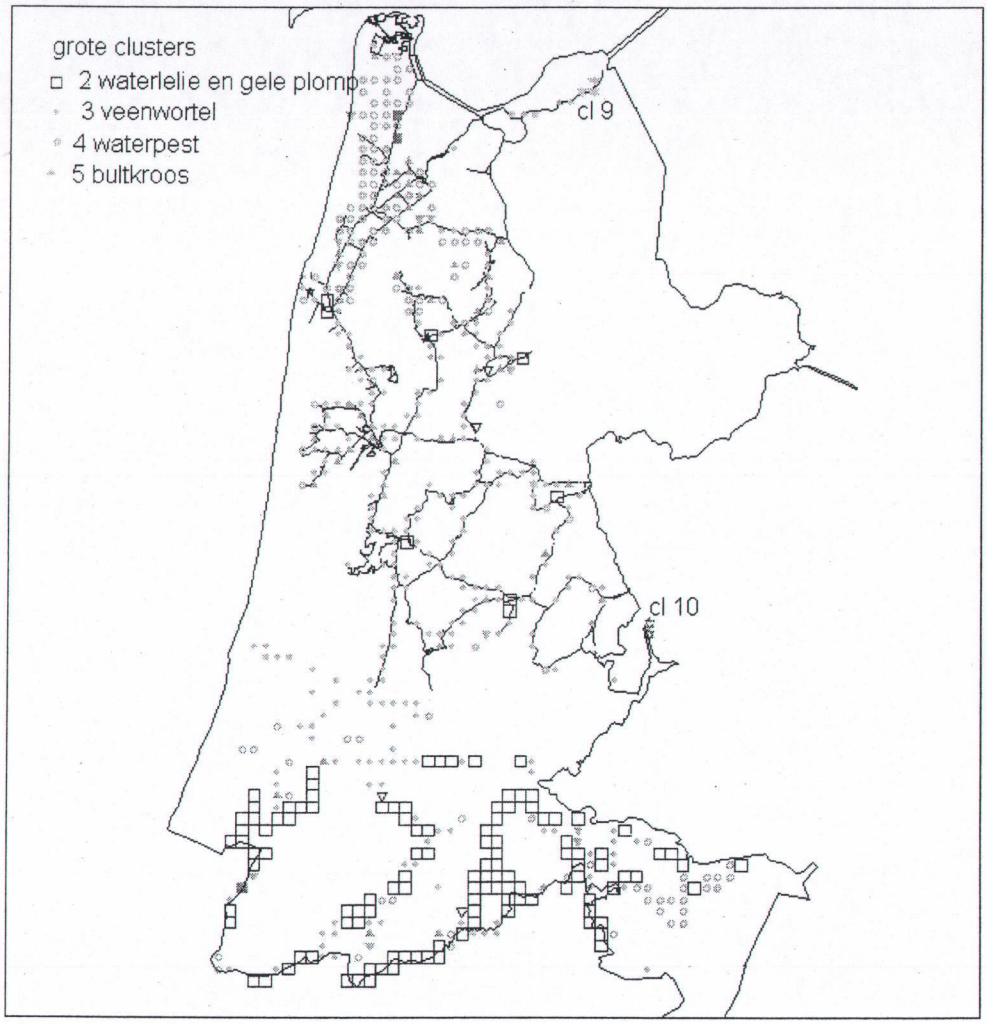
resultaten clustering

Resultaat van de clustering is 10 clusters die hieronder worden gekarakteriseerd met de kenmerkende waterplanten (en oeverplanten):

1. 3 km_hokken, kenmerkend: Bultkroos, Grote kroosvaren en Gele waterkers.
2. **124** km_hokken, kenmerkend Gele plomp, Kalmoes, Witte waterlelie.
3. **243** km_hokken, kenmerkend Veenwortel.
4. **140** km_hokken, kenmerkend Grof hoornblad, Smalle waterpest, Schedefonteinkruid, Kikkerbeet, Zwanebloem.
5. **45** km_hokken, kenmerkend Bultkroos.
6. 20 km_hokken, kenmerkend Zwanebloem.
7. 11 km_hokken, kenmerkend Grof hoornblad, Stomp vlotgras.
8. 4 km_hokken, kenmerkend Slanke waterkers, Pijptorkruid, Lidrus, Goudzuring, Viltige basterdwederik, Mannagras.
9. 4 km_hokken, kenmerkend Lidsteng, Grote waterweegbree, Gewone waterbies, Slanke waterbies.
10. 2 km_hokken, kenmerkend Slanke waterbies, Doorgroeid fonteinkruid, Groot moerasscherm, Oeverzegge, Rietgras.

Afbeelding 4.4. geeft de ligging van de clusters ruimtelijk weer. Er blijkt een duidelijke ruimtelijke variatie te zijn in het voorkomen van soorten, zo komen witte waterlelie en gele plomp vrijwel uitsluitend beneden het Noordzeekanaal voor. Een groot deel van de Schermerboezem (en VRNK) is soortenarm (veenwortel). In de noordelijke Schermerboezem worden veel ondergedoken waterplanten gevonden.

Afbeelding 4.4. Ruimtelijke ligging clusters macrofyten



globale karakteristieken clusters

De afbeeldingen in bijlage IIb geven een overzicht van de abiotische karakteristieken van de wateren in de macrofytenclusters. De vier grote clusters 2, 3, 4 en 5 onderscheiden zich van elkaar door breedte en diepte (4 en 5 zijn ondieper en smaller). Cluster 4 met de meeste ondergedoken waterplanten heeft het laagste zuurstofgehalte en het hoogste totaal-P gehalte. Cluster 5 (bultkroos) heeft het hoogste N-Kj stikstofgehalte. Van de kleinere clusters is cluster 9 opvallend door het hogere chloridegehalte, totaal-P is juist relatief laag. De gemeenschap die hier is aangetroffen is ook karakteristiek voor licht-brak water (Lidsteng associatie).

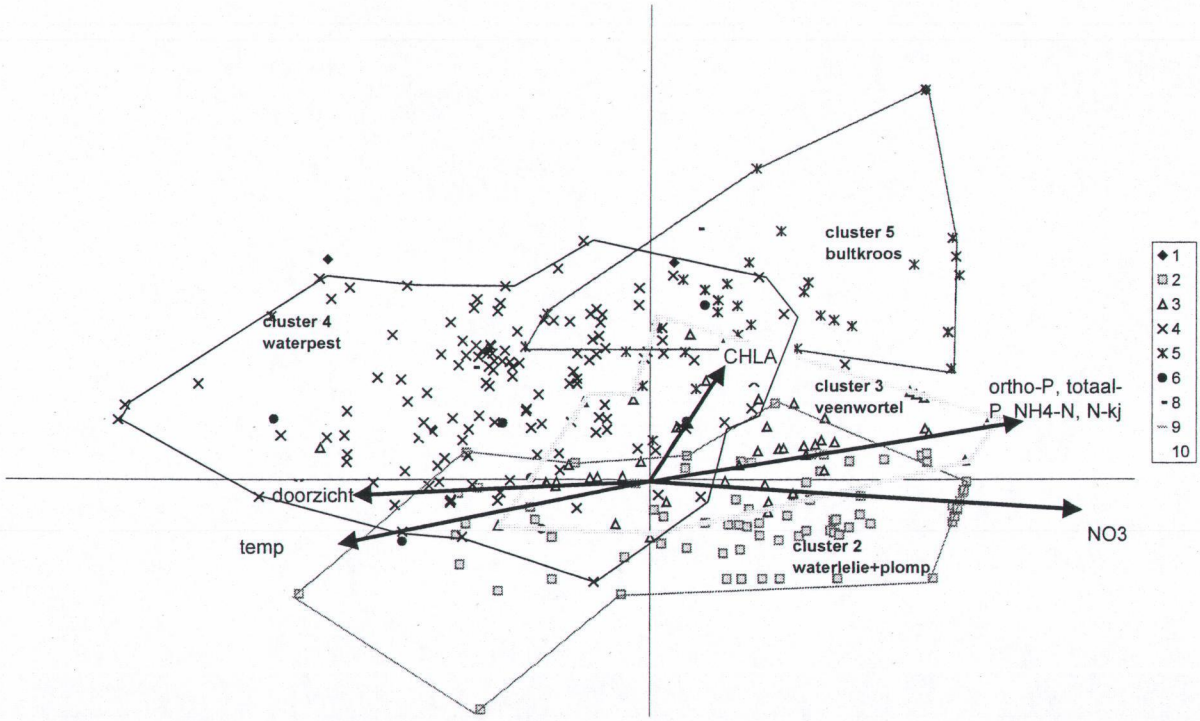
4.2.2. Ordinatie

Met de macrofyten (totale dataset) is een directe ordinatie uitgevoerd met chemische gegevens, veldgegevens van deze locaties waren niet of slechts beperkt beschikbaar. Bij de analyse zijn vele monsterpunten passief meegenomen omdat voor lang niet alle km-hokken of jaren chemische gegevens binnen een straal van 2 km beschikbaar waren. Uiteindelijk is na selectie van monsters en variabelen een directe ordinatie (DCCA) uitgevoerd met 174 actieve monsters en de variabelen Zuurstof, NH4-N, Tot-p, Chloride, EGV, N-Kj, NO3, Ortho-p, CHLA, pH, Temperatuur en Doorzicht.

Afbeelding 4.5. geeft de resultaten weer, de clusters zijn in de afbeeldingen ingetekend door de buitenste punten te verbinden met een lijn. Uit de analyse komen op de eerste as de factoren doorzicht en nutriënten het duidelijkst naar voren. De beschouwde milieuvariabelen verklaren slechts een beperkt deel van de totale variatie op eerste as, belangrijke verklarende variabelen ontbreken (zoals dimensie).

In de afbeelding onderscheiden sommige clusters zich toch aardig goed van elkaar. De clusters 2, 4 en 5 hebben duidelijk een ander zwaartepunt. In het overlapgebied van deze clusters ligt ook cluster 4, het soortenarme veenwortel-cluster. Op de 2^{e} as is vooral chlorofyl-a van belang.

Afbeelding 4.5. Directe ordinatie (DCCA) macrofyten met chemische gegevens. In de afbeelding zijn de milieuvariabelen met een correlatie > 0.3 (of < -0.3) met de eerste of 2^{e} as door middel van pijlen weergegeven. De monsterpunten binnen een cluster zijn door middel van een lijn omsloten



4.3. Integratie biotiek (macrofyten en macrofauna) en abiotiek

De resultaten van de clusteringen van macrofauna en macrofyten leveren op basis van de kenmerken van de wateren en geografische ligging een aantal combinaties op. Deze zijn weergegeven in tabel 4.1.

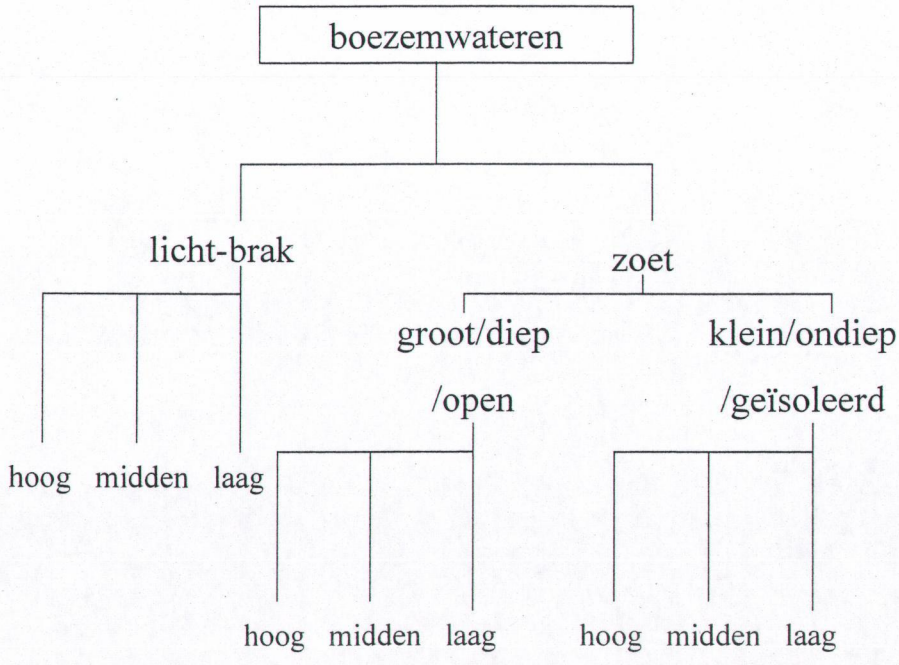
Tabel 4.1. Combinaties van macrofauna en macrofyten in de boezemwateren van Noord-Holland

macrofauna cluster	macrofyten cluster	beschrijving
3	4	**kleine, ondiepe, plantenrijke** (waterpest, hoornblad, schedefonteinkruid) wateren met een betrekkelijk soortenrijke macrofauna met algemene soorten
4	4	**kleine, ondiepe, plantenrijke wateren** met enkele zeldzamere macrofaunasoorten
1	3	**diepere (hoofd)watergangen** zonder waterplanten met een betrekkelijk soortenarme macrofauna met zeer algemene soorten
2	3 & 9	**licht-brakke wateren** met veenwortel of een vegetatie van de lidsteng associatie (8Aa1) en macrofaunagemeenschap met neomysis integer (aasgarnaal) en enkele soorten van licht brakke wateren, hoge abundantie (weinig vis)
1	2	**bredere, vaarten** met waterlelie en gele plomp en een meest soortenarme macrofaunagemeenschap van algemene soorten

4.4. Opstellen watertypologie

De clusteringen van macrofyten en macrofauna van de boezemwateren geven reeds een goede aanzet voor een typologie op hoofdlijnen. De belangrijkste sturende factoren zijn het chloridegehalte en de dimensie van de watergangen. Samenhangend met de factor dimensie zijn ook de factoren scheepvaart, stroming/turbulentie en oeverkwaliteit (natuurlijk versus beschoeid) sturend. Ook uit de literatuur zijn dit bekende factoren. Een onderscheid tussen zoet en licht-brak en diep-ondiep komt goed overeen met de indeling op basis van de visstand (paragraaf 2.2.). Op basis hiervan worden de boezemwateren als volgt ingedeeld:

Afbeelding 4.6. Typenindeling van de boezemwateren aan de hand van de factoren chloride (brakkarakter), dimensie (breedte en diepte) en mate van isolatie (doorstroming of stagnante, doodlopende delen van de boezem)



4.4.1. Karakterisering licht-brakke boezemwateren

Brakke boezemwateren komen in Noord-Holland voor in het noorden (Amstelmeerboezem) en delen van de Schermerboezem (Harger en Pettemervaart, NH-kanaal bij den Helder) en rond het Noordzeekanaal. Met uitzondering van het Amstelmeer betreft het voornamelijk kanalen en vaarten. In onderstaande wordt een algemeen karakterisering gegeven en worden kenmerkende levensgemeenschappen van brakke wateren beschreven.

algemene karakterisering

Het chloride(zout)gehalte is een belangrijke sturende factor die bepaalt welke soorten in een oppervlaktewater voor kunnen komen en die tevens de verhouding tussen die soorten kan beïnvloeden. Soorten vertonen verschillende preferenties of toleranties voor het zoutgehalte van een water. Niet alleen het absolute zoutgehalte maar vooral ook wisselingen hierin zijn belangrijk. Brakke wateren hebben vaak een hoog P-gehalte, terwijl N limiterend is. Dit is ook in Noord-Holland waargenomen.

karakterisering levensgemeenschap

Levensgemeenschappen van brakke wateren zijn vaak relatief soortenarm. Het traject aan zoutgehalten van zoet water (< 0.3 g/l) tot zeewater (circa 18 g/l) vertoont een karakteristiek verloop van de soortenrijkdom dat is beschreven door Remane (1971). Eerst treedt een afname van de soortenrijkdom op vanaf circa 1 g/l, waarna de soortenrijkdom weer toeneemt bij chloridegehalten vanaf circa 3 g/l. Wateren met een intermediair zoutgehalte (brakke wateren) zijn dus in het algemeen betrekkelijk soortenarm. Een aantal soorten heeft zijn optimum in brak water, deze soorten kunnen als karakteristiek voor brakke wateren worden aangemerkt. De soortensamenstelling van brakke wateren heeft daarnaast, afhankelijk van het chloridegehalte, componenten van zoete of zoute wateren. Dit zijn soorten met een optimum in zoet of zout water maar een bepaalde tolerantie voor respectievelijk hogere of lagere chloridegehalten.

Kenmerkend voor de macrofaunagemeenschap zijn kreeftachtigen (Crustaceen) en borstelwormen (Oligochaeten). Van zoet naar brak is soms een duidelijke opvolging van soorten vlokreeften waarneembaar (bijv. *Gammarus pulex, Gammarus tigrinus, Gammarus duebeni, Gammarus zaddachi*). In de huidige situatie zijn enkele exoten vaak dominant zoals de aasgarnaal *Neomysis integer* en de vlokreeft *Gammarus tigrinus*. In wateren met een chloridegehalte van circa 1000 mg/l of hoger komen nauwelijks nog insecten voor, enkele soorten vedermuggenlarven (bijv. *Chironomus halophilus*) of kevers (bijv. *Agabus* spp. of *Ochtebius* spp.) worden nog aangetroffen. De brakke wateren zijn vaak troebel en hebben weinig vegetatie. Voorkomende soorten zijn soorten van de associatie van snavelruppia en onder brakkere omstandigheden de associatie van spiraalruppia. Een gemeenschap die in (of rond) het Amstelmeerkanaal is aangetroffen en ook karakteristiek voor licht-brak water is de Lidsteng associatie. De oevervegetatie bestaat vaak uit biezen-gemeenschappen zoals soorten van de associatie van ruwe bies. Ondanks de voedselrijkdom is van brakke wateren bekend dat de visstand er vaak relatief laag is. Tijdens onderzoek in 2001 en 2002 is dit ook vastgesteld in Hollands Noorderkwartier (Witteveen+Bos, 2003). Een aantal kenmerkende soorten is aangetroffen zoals brakwatergrondel, bot en zeebaars.

4.4.2. Karakterisering diepe boezemwateren

Diepe boezemwateren komen in heel Noord-Holland voor. Met uitzondering van enkele diepe plassen (bijv. Alkmaardermeer en Geestmerambachtplas) betreft het voornamelijk kanalen en vaarten. In onderstaande wordt een algemeen karakterisering gegeven en worden kenmerkende levensgemeenschappen van diepe wateren beschreven.

algemene karakterisering

De diepe boezemwateren zijn de hoofdwatergangen en de kanalen met een belangrijke hoofdfunctie voor waterafvoer of recreatievaart. Vaak zijn ze (deels) beschoeid, dieper dan 1,5 meter en hebben een open karakter. Hiermee wordt bedoeld dat ze doorstroomd worden met boezemwater en niet zoals sommige (vaak kleinere) boezemwateren doodlopend zijn of de afvoer van polderwater verzorgen.

Het voorkomen van planten en dieren in deze wateren wordt in sterke mate bepaald door de inrichting en functie. Beschoeide scheepvaartkanalen zijn veel soortenarmer dan diepe watergangen met een rijke, gevarieerde (riet)oever.

karakterisering levensgemeenschap
Diepte is genoemd als een belangrijke factor voor het voorkomen van planten en dieren in boezemwateren. Niet alleen de diepte maar vooral ook hiermee samenhangende factoren als stroming/turbulentie en inrichting zijn belangrijk. Diepe (en tevens beschoeide en stromende/turbulente) scheepvaartkanalen hebben niet of nauwelijks planten (alleen veenwortel wordt regelmatig aangetroffen). De macrofaunagemeenschap is soortenarm en bestaat vaak vooral uit molluscen (bijv. tweekleppigen zoals driehoeksmosselen en zwanenmosselen), crustaceeen, wormen en vedermuggen. In kanalen met een natuurlijke oever is de soortenrijkdom van de macrofauna groter. In meer beschutte delen komen soorten voor die kenmerkend zijn voor kleinere of structuurrijkere wateren zoals verschillende soorten kevers en kokerjuffers. De ontwikkelingsmogelijkheden van de oeverplanten en dieren wordt in belangrijke mate bepaald door de beïnvloeding door scheepvaart (leegtrekken) en verslibbing. De visstand van beschoeide kanalen is qua biomassa vaak laag tot zeer laag, in wateren met een natuurlijke oever is deze veel hoger. Opvallend is dat voedingsstoffen in stromende/beschoeide kanalen niet tot uitdrukking komen in algen en visbiomassa, in kanalen met een natuurlijke oever wel (Witteveen+Bos, 2003). De factor stroming (verblijftijd) en het gebrek aan luwe plekken zorgt er voor dat voedingsstoffen niet in het voedselweb terechtkomen.

4.4.3. Karakterisering ondiepe boezemwateren
Ondiepe boezemwateren komen in heel Noord-Holland voor, het zwaartepunt ligt echter op de meer geïsoleerde delen van de Schermerboezem en de VRNK-boezem. Het betreft voornamelijk afwateringssloten en kanalen van polders. Echter ook de ondiepe delen van meren en plassen vallen hieronder. In onderstaande wordt een algemeen karakterisering gegeven en worden kenmerkende levensgemeenschappen van de ondiepe boezemwateren beschreven.

algemene karakterisering
Ondiepe boezemwateren hebben een andere (afvoer)functie dan de diepere watergangen waar ook scheepvaart plaatsvindt. Ze liggen buiten de hoofdstroom van het boezemwater en worden daardoor in natte perioden vooral door polderwater gevoed, in droge perioden kan ook aanvoer van boezemwater plaatsvinden. In het algemeen geldt dat ze vaak natuurlijke oevers hebben, dat het water een stilstaand karakter heeft en dat waterplanten door de geringe diepte een veel grotere kans op ontwikkeling hebben.

karakterisering levensgemeenschap
De levensgemeenschappen van de ondiepe boezemwateren onderscheiden zich van de diepe wateren doordat waterplanten een belangrijke (structurerende) rol spelen. Ook de invloed van de oever is relatief groot omdat het vaak smalle watergangen zijn. Kenmerkend voor de macrofauna zijn soorten die de aanwezigheid van waterplanten indiceren, slakken, platwormen en bloedzuigers zijn vaak zeer talrijk in voedselrijke wateren. Meer kritisch zijn bijvoorbeeld bepaalde soorten kokerjuffers (bijv. *Leptocerus tineiformis* en de vrijlevende *Holocentropus dubius en Cyrnus flavidus*) en libellen. In waterplantenrijke wateren is de soortenrijkdom vaak hoog, de gemeenschap bestaat echter vooral uit algemene soorten. Soms worden soorten van lichte stromende wateren zoals de wants *Velia caprai* aangetroffen. Wat de waterplanten betreft komen vooral algemene en tolerante soorten als waterpest, hoornblad en schedefonteinkruid voor. In kwalitatief betere wateren kunnen ook meer kritische soorten fonteinkruiden of brede waterpest worden aangetroffen. De oevervegetatie bestaat uit soorten als riet, lisdodde, zwanebloem, egelskop etc. De visstand van deze wateren wordt onder voedselrijke omstandigheden gekenmerkt door een hoge biomassa. In ondiepe wateren is het aandeel jonge vis groot. In wateren met sterke zuurstoffluctuaties (productief) worden vooral vissoorten aangetroffen die hiertegen bestand zijn zoals paling, snoek en zeelt.

4.5. Selectie van karakteristieke soorten

Bij de selectie van karakteristieke soorten is gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens, aangevuld met kenmerkende soorten voor de verschillende typen. Kenmerkende soorten zijn geselecteerd op basis van chloridepreferentie (licht-brak), aandeel emergente vegetatie (diep) en trofiegraad en helderheid (ondiep). Voor de diepe wateren zijn alleen macrofaunasoorten geselecteerd voor het afleiden van de normen. Voor ondergedoken waterplanten zijn de omstandigheden in deze wateren (diepte en geringe helderheid) weinig geschikt of niet geschikt. Emergente vegetatie is voor de diepe wateren niet meegenomen gezien de beperkte indicatiewaarde voor de waterkwaliteit. Tabel 4.2. geeft een overzicht van de macrofytengemeenschappen die kunnen worden verwacht in zoete en licht-brakke boezemwateren.

Tabel 4.3. geeft een overzicht van de geselecteerde macrofyten en tabel 4.4. van de macrofauna van zoete en licht-brakke boezemwateren, per subtype.

Tabel 4.2. Macrofytengemeenschappen van zoete en licht-brakke boezemwateren

ass.	Nederlandse naam
5Ba1	associatie van doorgroeid fonteinkruid
5Ba2	associatie van glanzig fonteinkruid
5Ba3	associatie van waterlelie en gele plomp
5Bc3	associatie van stijve waterranonkel
8Ab2	associatie van egelskop en pijlkuid
2Aa1	associatie van snavelruppia
2Aa2	associatie van spiraalruppia
8Aa1	lidsteng associatie
8Ab2	associatie van egelskop en pijlkuid
8Bb2	associatie van ruwe bies
8Bb3	associatie van heen en grote waterweegbree

Tabel 4.3. Geselecteerde macrofyten voor normering van zoete en licht-brakke boezemwateren op basis van geselecteerde gemeenschappen. In de eerste kolom staat de huidige aanwezigheid in de Noord-Hollandse boezemwateren. Laatste kolom opmerkingen: 1= verwijderd, weinig indicatief, 2= verwijderd, niet karakteristiek voor boezem, 3= geen gegevens

gemeenschappen van zoete boezemwateren / gemeenschappen van brakke boezemwateren			5Ba1	5Ba2	5Ba3	5Bc3	8Ab2 / 8Ab2	2Aa1	2Aa2	8Aa1	8Bb2	8Bb3	Opm.
aanw.	wetenschappelijke naam	Nederlandse naam											
	Agrostis stolonifera	Fioringras					x			x	x	x	1
	Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree					x			x		x	
	Berula erecta	Kleine watereppe					x				x		
	Bolboschoenus maritimus	Heen								x	x	x	
	Butomus umbellatus	Zwanebloem					x						
	Callitriche hermaphroditica					x							2
	Callitriche obtusangula	Stomphoekig sterrekroos								x			
	Caltha palustris subsp. araneosa	Spindotterbloem										x	2
	Ceratophyllum demersum	Grof hoornblad	x	x	x	x							
	Eleocharis palustris	Gewone waterbies								x	x		
	Elodea canadensis	Brede waterpest	x		x	x							
	Elodea nuttallii	Smalle waterpest		x		x							
	Equisetum fluviatile	Holpijp					x						

gemeenschappen van zoete boezemwateren gemeenschappen van brakke boezemwateren		5Ba1	5Ba2	5Ba3	5Bc3	8Ab2 8Ab2	2Aa1	2Aa2	8Aa1	8Bb2	8Bb3	Opm.
Glyceria fluitans	Mannagras					x			x			1
Hippuris vulgaris	Lidsteng								x			
Hydrocharis morsus-ranae	Kikkerbeet		x		x							
Lemna trisulca	Puntkroos				x							2
Lythrum salicaria	Grote kattestaart										x	
Mentha aquatica	Watermunt								x		x	
Myosotis scorpioides	Moerasvergeet-mij-nietje					x						3
Myriophyllum spicatum	Aarvederkruid			x	x							
Nuphar lutea	Gele plomp	x	x	x								
Nymphaea alba	Witte waterlelie			x								
Oenanthe aquatica	Watertorkruid					x						
Oenanthe fistulosa	Pijptorkruid					x						
Persicaria amphibia	Veenwortel					x						1
Persicaria hydropiper	Waterpeper										x	
Phalaris arundinacea	Rietgras										x	1
Phragmites australis	Riet					x				x	x	1
Potamogeton lucens	Glanzig fonteinkruid	x	x	x								
Potamogeton mucronatus	Puntig fonteinkruid				x							2
Potamogeton natans	Drijvend fonteinkruid		x	x	x							
Potamogeton nodosus		x										2
Potamogeton pectinatus	Schedefonteinkruid	x			x		x	x				
Potamogeton perfoliatus	Doorgroeid fonteinkruid	x										
Potamogeton praelongus	Langstengelig fonteinkruid		x									3
Potamogeton pusillus	Tenger fonteinkruid				x							
Potamogeton trichoides	Haarfonteinkruid				x							2
Ranunculus circinatus	Stijve waterranonkel				x							
Rumex hydrolapathum	Waterzuring										x	
Ruppia cirrhosa	Spiraalruppia						x	x				
Ruppia maritima	Snavelruppia						x					
Sagittaria sagittifolia	Pijlkruid					x						
Schoenoplectus lacustris	Mattenbies										x	
Schoenoplectus tabernaemontani	Ruwe bies								x	x	x	
Scirpus triqueter	Driekantige bies										x	1
Sium latifolium	Grote watereppe					x					x	
Sparganium emersum	Kleine egelskop					x						
Sparganium erectum subsp. erectum	Grote egelskop s.s.					x						
Utricularia vulgaris	Groot blaasjeskruid			x								2
Veronica catenata	Rode watereprijs								x			
Zannichellia palustris ssp. palustris	Zannichellia				x							
Zannichellia palustris ssp. pedicellata	Gesteelde zannichellia						x	x				

Tabel 4.4. Geselecteerde macrofauna voor zoete en licht-brakke boezemwateren. In de eerste kolom staat het subtype waarvoor het taxon kenmerkend is. Wanneer voor de normering geen gegevens beschikbaar waren of gekozen is voor een ander hieraan gerelateerd taxon, is dit in de laatste kolom aangegeven

subtype	wetenschappelijke naam	taxonomische groep	opmerking
brak	Agabus conspersus	kevers	
brak	Chaetogaster diaphanus	borstelwormen	
brak	Chironomus gr. salinarius	borstelwormen	
brak	Chironomus halophilus gr	vedermuggen	
brak	Corophium lacustre	kreeftachtigen	Corophium volutator
brak	Corophium volutator	kreeftachtigen	
brak	Cricotopus ornatus	vedermuggen	
brak	Enochrus isotae	kevers	Enochrus halophilus
brak	Gammarus duebeni	kreeftachtigen	
brak	Gammarus zaddachi	kreeftachtigen	
brak	Hydrachna conjecta	mijten	
brak	Hydrobia sp	slakken	wel Hydrobia cf.ulvae
brak	Hydrobius fuscipes	kevers	
brak	Idothea chelipes	kreeftachtigen	
brak	Jaera sp	kreeftachtigen	
brak	Nereis diversicolor	borstelwormen	
brak	Palaemon longirostris	kreeftachtigen	Palaemonetes varians
brak	Paracorixa concinna	wantsen	
brak	Sigara lateralis	wantsen	
brak	Sphaeroma rugicauda	kreeftachtigen	
brak	Tubifex costatus	borstelwormen	
diep	Anacaena lutescens	kevers	
diep	Ancylus fluviatilis	slakken	geen hooglaaggegevens
diep	Anodonta cygnea cygnea	tweekleppigen	
diep	Athripsodes aterrimus	kokerjuffers	
diep	Cloeon dipterum	haften	
diep	Dicrotendipes gr nervosus	vedermuggen	
diep	Dreissena polymorpha	tweekleppigen	
diep	Dytiscus sp.	kevers	
diep	Ecnomus tenellus	kokerjuffers	
diep	Erythromma najas	libellen	
diep	Holocentropus picicornis	kokerjuffers	
diep	Hydroporus palustris	kevers	
diep	Ilybius fenestratus	kevers	
diep	Lype phaeopa	kokerjuffers	Lype sp.
diep	Molanna angustata	kokerjuffers	
diep	Mystacides nigra	kokerjuffers	geen hooglaaggegevens
diep	Oulimnius rivularis of oulimnius sp	kevers	Oulimnius sp.
diep	Piona coccinea	watermijten	
diep	Ranatra linearis	wantsen	
diep	Spercheus emarginatus	kevers	
diep	Theodoxus fluviatilis	slakken	
diep	Theodoxus fluviatilis	slakken	
diep	Unio pictorum	tweekleppigen	
diep	Unio tumidus	tweekleppigen	geen hooglaaggegevens
diep	Unionicola crassipes	watermijten	
ondiep	Aeshna cyanea	libellen	Aeshna sp.
ondiep	Agraylea sexmaculata	kokerjuffers	

subtype	wetenschappelijke naam	taxonomische groep	opmerking
ondiep	Agrypnia pagetana	kokerjuffers	
ondiep	Anabolia nervosa	kokerjuffers	
ondiep	Argyroneta aquatica	waterspin	
ondiep	Arrenurus latus	watermijt	
ondiep	Caenis horaria	haften	
ondiep	Chaoborus sp	muggen	
ondiep	Cloeon simile	haften	
ondiep	Cryptochironomus sp	vedermuggen	
ondiep	Cyrnus flavidus	kokerjuffers	
ondiep	Enallagma cyathigerum	libellen	
ondiep	Graptodytes pictus	kevers	
ondiep	Gyrinus substriatus	kevers	
ondiep	Haliplus immaculatus	kevers	
ondiep	Holocentropus dubius	kokerjuffers	
ondiep	Ilybius fenestratus	kevers	
ondiep	Ilyocoris cimicoides	wantsen	
ondiep	Leptocerus tineiformis	kokerjuffers	
ondiep	Monopelopia tenuicalcar	vedermuggen	
ondiep	Mystacides longicornis	kokerjuffers	
ondiep	Nebrioporus depressus elegans	kevers	geen hooglaaggegevens
ondiep	Paracorixa concinna	wantsen	
ondiep	Paramerina cingulata	vedermuggen	
ondiep	Physa fontinalis	slakken	
ondiep	Piscicola geometra	bloedzuigers	
ondiep	Sialis lutaria	slijkvliegen	
ondiep	Sigara falleni	wantsen	
ondiep	Triaenodes bicolor	kokerjuffers	
ondiep	Unionicola aculeata	watermijt	
ondiep	Valvata piscinalis	slakken	
ondiep (stromend)	Velia caprai	wantsen	

4.6. Grond voor onderscheiden ambitieniveaus

4.6.1. Licht-brakke boezemwateren: chloridegehalte sturend

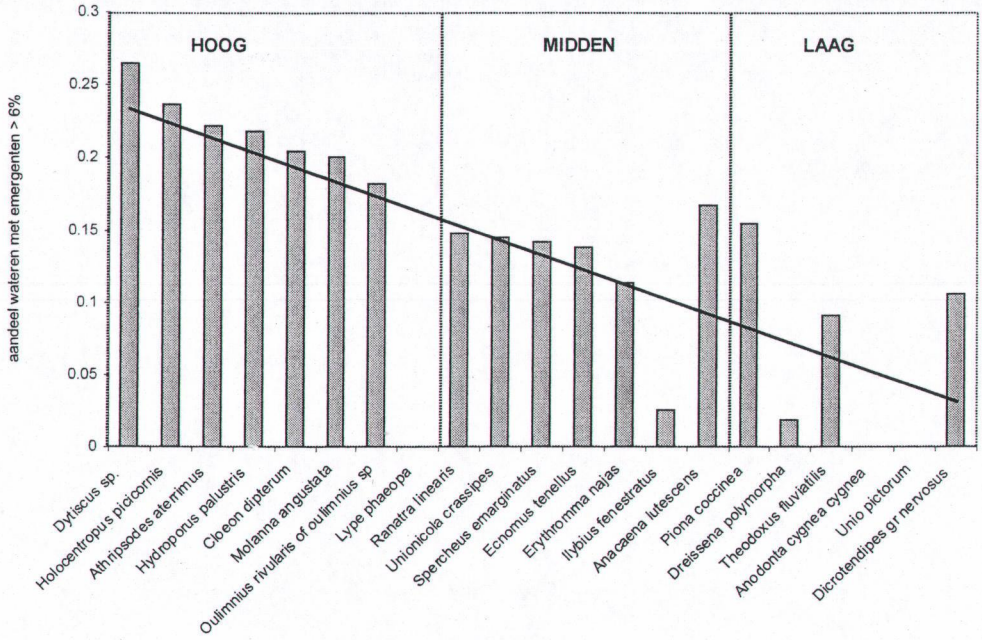
Voor de licht-brakke wateren is het chloridegehalte bepalend voor het tot uitdrukking komen van het brakkarakter in de soortensamenstelling. In het traject tot circa 1000 mg/l komen nog veel zoetwatersoorten voor, waarna deze worden vervangen door kenmerkende brakwatersoorten. De indeling van ambitieniveaus gaat uit van brak-tolerante soorten in het laagste niveau tot echte brakwatersoorten in het hoogste niveau.

4.6.2. Diepe boezemwateren: aandeel emergente vegetatie

Afbeelding 4.7. laat de indeling in ambitieniveaus en de milieu-indicatiewaarden van een aantal macrofaunataxa zien voor de factor "bedekking emergente vegetatie". In de afbeelding staat per taxon het aandeel van de wateren met een bedekkingspercentage van meer dan 6%, waarbij de onderscheiden klassen zijn: <1%, 1-5% en 6-100% emergente vegetatie. Het aandeel is berekend door het aantal wateren met bedekking emergenten >6% te delen door het totaal aantal wateren waar het taxon is aangetroffen. De taxa links in de afbeelding komen het vaakst voor in wateren met veel emergente vegetatie, dit zijn vooral de kevers en kokerjuffers. Het rechter deel van de afbeelding staan soorten van "kale" wateren zoals de driehoeksmossel, zwanemossel en schildersmossel. Het aandeel wateren met een hoge bedekking emergenten vormt de basis voor de indeling van taxa naar ambitieniveaus.

Uitzonderingen hierop vormt de kokerjuffer *Lype phaeopa*, dit is een soort die op harde substraten voorkomt in wateren met een goede waterkwaliteit en lichte stroming.

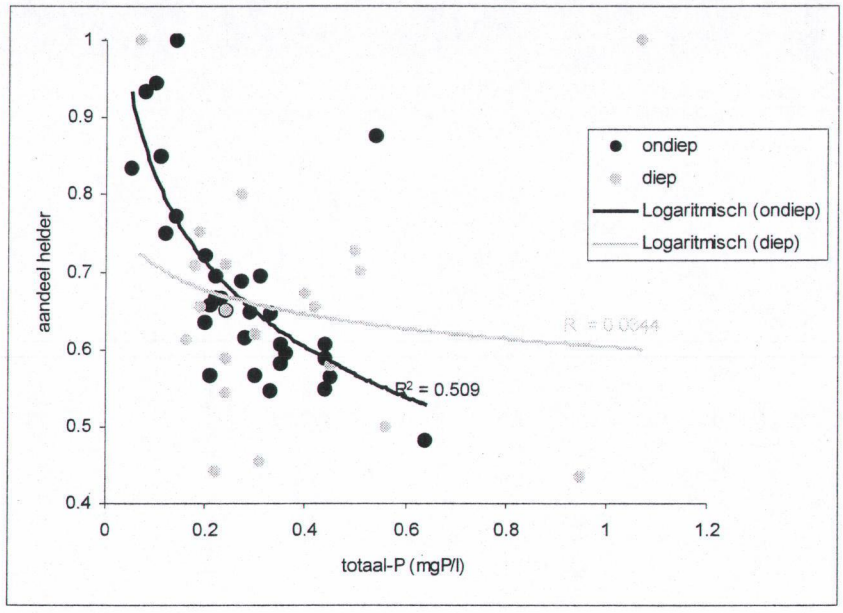
Afbeelding 4.7. Indicatie oeverkwaliteit macrofauna. Aandeel van de wateren met een bedekkingspercentage emergente vegetatie van meer dan 6% (6-100%, hoogste klasse) van alle wateren waar het taxon is aangetroffen



4.6.3. Ondiepe boezemwateren: trofiegraad en helderheid

In de ondiepe wateren komen in tegenstelling tot de diepere (open, beschoeide en/of stromende) wateren voedingsstoffen meestal wel tot expressie. Dit komt tot uitdrukking in de samenstelling en biomassa van (onderdelen van) de levensgemeenschap. Ook komt dit tot uitdrukking in de helderheid (algen). Naast algen bepalen ook zwevende stofdeeltjes (slibdeeltjes) de helderheid. Doordat fosfaat is opgeslagen in algen en is gebonden aan slibdeeltjes is er vaak ook een relatie tussen totaal-P en de helderheid. Afbeelding 4.8. geeft de relatie weer tussen het totaal-P gehalte van het water en de helderheid op basis van de milieuindicatiewaarden van de geselecteerde macrofaunataxa. Onderscheid is gemaakt tussen de taxa van diepe- en die van ondiepe boezemwateren.

Afbeelding 4.8. Relatie tussen het aandeel heldere wateren en het mediane totaalfosfaat-gehalte voor geselecteerde macrofaunataxa van ondiepe (zwart) en diepe (grijs) boezemwateren. In de afbeelding is per taxon het aandeel van de wateren dat helder is (1=100%) uitgezet tegen het mediane totaal-P gehalte van de locaties waar het taxon is aangetroffen



Uit de afbeelding blijkt dat er een duidelijke relatie is tussen het mediane totaalfosfaat-gehalte en het aandeel heldere wateren voor de taxa van de ondiepe wateren. Op zich is dit niet verrassend, immers totaal-P weerspiegelt naast het beschikbare ortho-P ook het P in algen en slibdeeltjes. Hoe minder algen en slibdeeltjes hoe helderder het water. Deze relatie wordt echter niet gevonden voor de macrofaunasoorten die zijn geselecteerd voor diepe wateren. De redenen hiervoor zijn dat in het algemeen:

- in ondiepe, stilstaande wateren het totaal-P een sterke relatie vertoont met algenbiomassa, door een geringe waterbeweging, vooral in aanwezigheid van waterplanten, bezinkt een groot deel van het zwevend stof;
- in de diepere, turbulentere wateren een relatief groter deel van het totaal-P als opgelost (ortho)fosfaat aanwezig is, door stroming/turbulentie zijn er ook veel slibdeeltjes in de waterkolom en komen voedingsstoffen niet tot uitdrukking in algen.

Kort samengevat komt het er op neer dat in ondiepe, stagnante wateren het P-gehalte een vrij directe relatie vertoont met de helderheid via algen, in diepe wateren is de mate van turbulentie van belang voor de verhouding opgelost fosfaat, algen en slibdeeltjes. Uit bovenstaande blijkt dat de genoemde verschillen tussen de diepe en de ondiepe wateren (met betrekking het tot expressie komen van nutrienten) dus ook weerspiegeld worden in de milieu-indicatiewaarden van de geselecteerde macrofaunasoorten. Omdat voor de ondiepe wateren de voedingsstoffen een duidelijke relatie vertonen met de helderheid en daarmee ook voor de potenties voor ontwikkeling van ondergedoken waterplanten, worden trofiegraad (tot-P) en helderheid gebruikt voor het indelen van soorten naar ambitieniveaus.

5. NORMERING

5.1. Opstellen van conceptnormen

Voor het opstellen van de conceptnormen zijn de geselecteerde soorten per type ingedeeld in de niveaus hoog, midden en laag op basis van:

- indicatiewaarde sturende variabele (chloride voor licht brak, percentage helofyten voor diep en totaal-P en helderheid voor ondiepe boezemwateren);
- zeldzaamheid, meer algemene taxa vooral in het laagste niveau;
- expertkennis, sommige soorten zijn op basis van expert kennis bij een ander niveau ingedeeld.

Bij de indeling is met het oog op de reproduceerbaarheid zo veel mogelijk uitgegaan van het eerste punt, de belangrijkste sturende variabelen. Om praktische redenen zijn taxa soms verplaatst, bijvoorbeeld om een evenredige verdeling over ambitieniveaus te krijgen. In de tabellen 5.1. t/m 5.3. staat de indeling van taxa in ambitieniveaus weergegeven voor licht-brakke, diepe en ondiepe boezemwateren.

Tabel 5.1. Ambitieniveaus van de kenmerkende soorten macrofauna en macrofyten voor het subtype licht-brakke boezemwateren. In de tabel zijn de taxa in hoofdzaak ingedeeld op basis van mediane chloridegehalte

wetenschappelijke naam	Nederlandse naam of groep	P50-Cl (mg/l)
HOOG		
Hydrobia sp	slakken	6000
Idothea chelipes	kreeftachtigen	6000
Nereis diversicolor	borstelwormen	6000
Corophium lacustre	kreeftachtigen	5600
Corophium volutator	kreeftachtigen	5600
Jaera sp	kreeftachtigen	5325
Tubifex costatus	borstelwormen	4488
Bolboschoenus maritimus	Heen	468
Ruppia cirrhosa	Spiraalruppia	4397
Ruppia maritima	Snavelruppia	4397
MIDDEN		
Sphaeroma rugicauda	kreeftachtigen	4500
Palaemon longirostris	kreeftachtigen	4095
Gammarus zaddachi	kreeftachtigen	4302
Chironomus gr. salinarius	borstelwormen	4488
Chironomus halophilus gr	vedermuggen	3246
Gammarus duebeni	kreeftachtigen	1233
Agabus conspersus	kevers	2488
Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree	74
Callitriche obtusangula	Stomphoekig sterrekroos	77
Eleocharis palustris	Gewone waterbies	91
Hippuris vulgaris	Lidsteng	314
Mentha aquatica	Watermunt	76
Schoenoplectus tabernaemontani	Ruwe bies	456
Veronica catenata	Rode waterereprijs	144
LAAG		
Hydrobius fuscipes	kevers	150
Hydrachna conjecta	mijten	140
Chaetogaster diaphanus	borstelwormen	129
Theodoxus fluviatilis	slakken	265
Cricotopus ornatus	vedermuggen	186

wetenschappelijke naam	Nederlandse naam of groep	P50-Cl (mg/l)
Enochrus isotae	kevers	111
Sigara lateralis	wantsen	235
Paracorixa concinna	wantsen	256
Berula erecta	Kleine watereppe	103
Potamogeton pectinatus	Schedefonteinkruid	194
Rumex hydrolapathum	Waterzuring	82
Schoenoplectus lacustris	Mattenbies	92
Sium latifolium	Grote watereppe	69
Zannichellia palustris ssp. pedicellata	Gesteelde zannichellia	186

Tabel 5.2. Ambitieniveaus van de kenmerkende soorten voor het subtype diepe boezemwateren. In de tabel zijn de taxa gesorteerd en in hoofdzaak ingedeeld op aflopend aandeel helofytenbedekking >6%

wetenschappelijke naam	Nederlandse naam of groep	aandeel wateren met bedekking helofyten 6%-100%
HOOG		
Dytiscus sp.	kevers	26%
Holocentropus picicornis	kokerjuffers	24%
Athripsodes aterrimus	kokerjuffers	22%
Hydroporus palustris	kevers	22%
Cloeon dipterum	haften	20%
Molanna angustata	kokerjuffers	20%
Oulimnius rivularis of oulimnius sp	kevers	18%
Lype phaeopa	kokerjuffers	0%
MIDDEN		
Ranatra linearis	wantsen	15%
Unionicola crassipes	watermijten	14%
Spercheus emarginatus	kevers	14%
Ecnomus tenellus	kokerjuffers	14%
Erythromma najas	libellen	11%
Ilybius fenestratus	kevers	3%
Anacaena lutescens	kevers	17%
Piona coccinea	watermijten	15%
LAAG		
Dreissena polymorpha	tweekleppigen	2%
Theodoxus fluviatilis	slakken	9%
Anodonta cygnea cygnea	tweekleppigen	0%
Unio pictorum	tweekleppigen	0%
Dicrotendipes gr nervosus	vedermuggen	11%

Tabel 5.3. Ambitieniveaus van de kenmerkende soorten macrofauna en macrofyten voor het subtype ondiepe boezemwateren. In de tabel zijn de taxa in hoofdzaak ingedeeld op basis van totaal-P gehalte en helderheid (niet voor macrofyten)

wetenschappelijke naam	Nederlandse naam of groep	P50 totaal-fosfaat	helder
HOOG			
Nebrioporus depressus elegans	kevers	geen data	
Agraylea sexmaculata	kokerjuffers	0.14	100%
Leptocerus tineiformis	kokerjuffers	0.1	94%
Cloeon simile	haften	0.08	93%
Velia caprai	wantsen	0.54	88%
Paramerina cingulata	vedermuggen	0.11	85%
Enallagma cyathigerum	libellen	0.05	83%
Holocentropus dubius	kokerjuffers	0.14	77%
Aeshna cyanea	libellen	0.12	75%
Potamogeton perfoliatus	Doorgroeid fonteinkruid	0.08	
Potamogeton lucens	Glanzig fonteinkruid	0.09	
Sparganium emersum	Kleine egelskop	0.1	
Equisetum fluviatile	Holpijp	0.13	
Potamogeton natans	Drijvend fonteinkruid	0.14	
Elodea canadensis	Brede waterpest	0.16	
MIDDEN			
Caenis horaria	haften	0.2	72%
Arrenurus latus	watermijt	0.31	70%
Triaenodes bicolor	kokerjuffers	0.22	69%
Agrypnia pagetana	kokerjuffers	0.27	69%
Cyrnus flavidus	kokerjuffers	0.23	67%
Unionicola aculeata	watermijt	0.22	67%
Sialis lutaria	slijkvliegen	0.21	66%
Ilybius fenestratus	kevers	0.24	65%
Haliplus immaculatus	kevers	0.29	65%
Graptodytes pictus	kevers	0.33	64%
Chaoborus sp	muggen	0.2	63%
Argyroneta aquatica	waterspin	0.28	62%
Sagittaria sagittifolia	Pijlkruid	0.15	
Sium latifolium	Grote watereppe	0.12	
Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree	0.12	
Hydrocharis morsus-ranae	Kikkerbeet	0.14	
Sparganium erectum subsp. erectum	Grote egelskop s.s.	0.14	
Ranunculus circinatus	Stijve waterranonkel	0.16	
LAAG			
Valvata piscinalis	slakken	0.44	61%
Ilyocoris cimicoides	wantsen	0.35	61%
Physa fontinalis	slakken	0.36	60%
Sigara falleni	wantsen	0.44	59%
Piscicola geometra	bloedzuigers	0.35	58%
Anabolia nervosa	kokerjuffers	0.21	57%
Monopelopia tenuicalcar	vedermuggen	0.3	57%
Cryptochironomus sp	vedermuggen	0.45	56%
Mystacides longicornis	kokerjuffers	0.44	55%
Gyrinus substriatus	kevers	0.33	55%
Paracorixa concinna	wantsen	0.64	48%

wetenschappelijke naam	Nederlandse naam of groep	P50 totaal-fosfaat	helder
Elodea nuttallii	Smalle waterpest	0.17	
Myriophyllum spicatum	Aarvederkruid	0.18	
Ceratophyllum demersum	Grof hoornblad	0.22	
Potamogeton pusillus	Tenger fonteinkruid	0.23	
Butomus umbellatus	Zwanebloem	0.23	
Potamogeton pectinatus	Schedefonteinkruid	0.28	

Na de toewijzing van de geselecteerde soorten naar ambitieniveaus zijn de conceptnormen afgeleid. Als conceptnorm is per variabele de mediane waarde van alle soorten per ambitieniveau genomen. Tabel 5.4. geeft deze weer. De afbeeldingen in bijlage III t/m V geven de milieu-indicatiewaarden van de soorten en de ligging van de conceptnorm grafisch weer.

Tabel 5.4. Conceptnormen voor ondiepe, diepe en licht-brakke boezemwateren

Subwatertype en niveau	brakke boezemwateren			diepe boezemwateren			ondiepe boezemwateren		
	HOOG	MIDDEN	LAAG	HOOG	MIDDEN	LAAG	HOOG	MIDDEN	LAAG
NO3-N (mg N/l)	<0.09	<0.09	<0.09	<0.11	<0.1	<0.13	<0.05	<0.09	<0.07
NH4-N (mg N/l)	<0.18	<0.09	<0.08	<0.1	<0.1	<0.08	<0.06	<0.09	<0.1
PO4-P (mg P/l)	<0.59	<0.12	<0.08	-	-	-	<0.05	<0.07	<0.12
TP	<0.95	<0.68	<0.49	<0.29	<0.24	<0.4	<0.12	<0.22	<0.33
pH	8.1	8.1	7.8	7.9	8	8.4	7.6	7.8	8
K (mg/l)	>130	>32	>17	<9	<10	<16	<5	<9	<13
Mg (mg/l)	>417	>72	>24	<16	<16	<25	<7	<15	<22
ZVP	79	77	67	75	77	90	88	72	80
Ca (mg/l)	>262	>105	>80	<80	<78	<96	<54	<77	<82
SO4 (mg/l)	>900	>148	>82	<73	<96	<146	<37	<76	<90
HCO3(mg/l)	>245	>273	>234	<215	<186	<219	<139	<187	<219
Na (mg/l)	>3640	>506	>101	<78	<78	<110	<46	<70	<89
Cl (mg/l)	>5463	>845	>145	<117	<117	<194	<74	<107	<133
EGV (us/cm)	>11675	>701	>681	-	-	-	<581	<573	<743

5.2. Opstellen van definitieve normen

Bij het opstellen van de definitieve normen zijn de conceptnormen afgezet tegen de huidige kwaliteit van de boezemwateren in Noord-Holland. Op basis van deze vergelijking zijn de normen van diverse variabelen aangepast. Redenen voor aanpassing van de conceptnorm of juist afwijking van de bestaande normen zijn:

- het (ontbreken van) een specifiek type-eigen karakter van boezemwateren, boezemwateren zijn als het ware verzamelpunten van vele typen water;
- functies zoals scheepvaart en waterafvoer;
- het specifieke karakter van het Noord-Hollandse watersysteem, historische brakkarakter en daarmee samenhangend hoog sulfaat en vaak hoog P, terwijl N-limiterend is;
- het soms niet tot uitdrukking komen van bepaalde factoren zoals het chloridegehalte in de conceptnorm: de chloridetolerantie of -preferentie van de waterplanten komt niet duidelijk uit de verf, waarschijnlijk omdat de ranges vooral zijn gebaseerd op gegevens van zoete wateren.

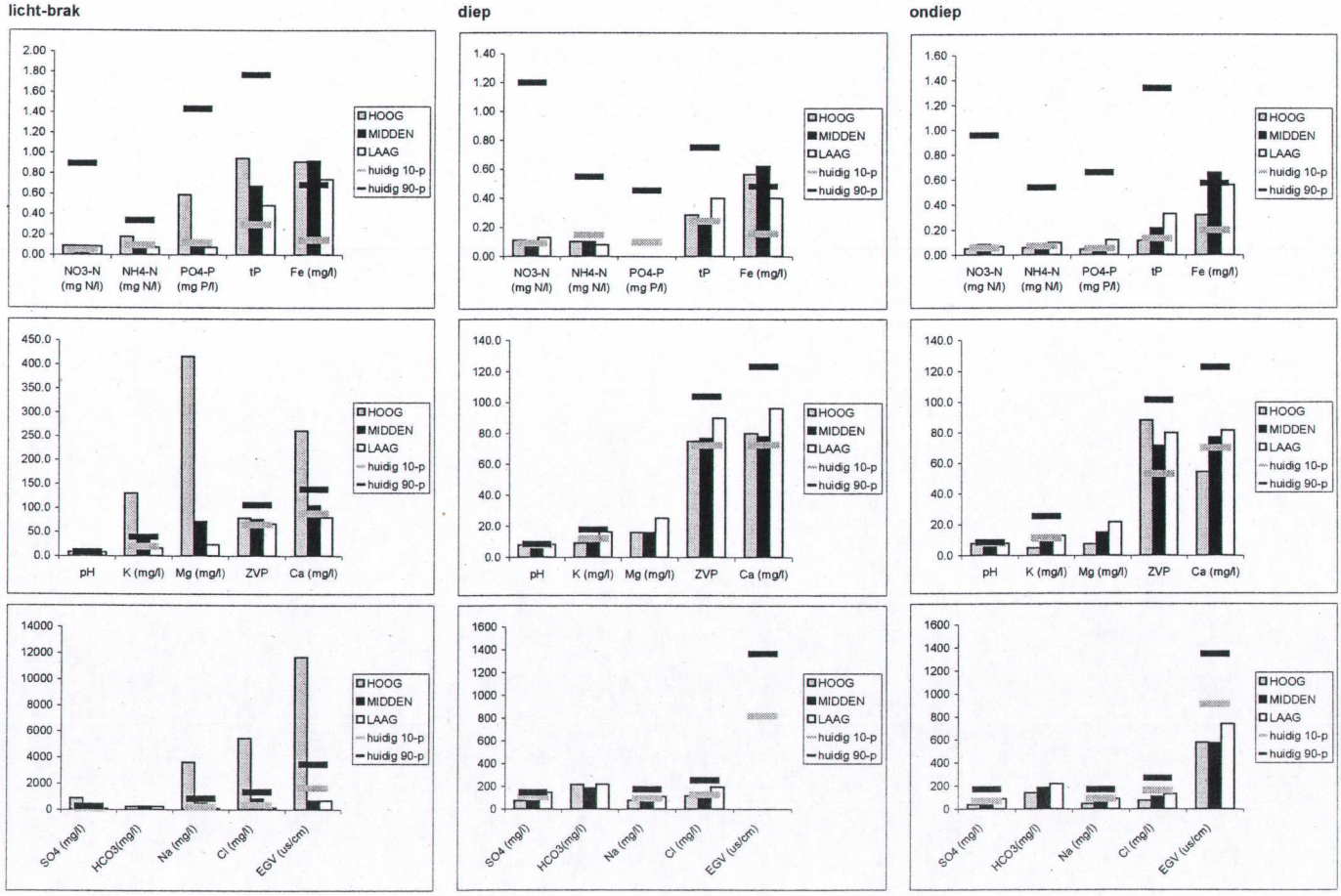
5.2.1. Vergelijking conceptnormen met huidige kwaliteit van de boezemwateren

Afbeelding 5.1. geeft een vergelijking tussen de conceptnormen en de huidige waterkwaliteit van de boezemwateren. Voor de licht-brakke en diepe boezemwateren zijn respectievelijk de wateren met een chloridegehalte van >300 mg/l en de wateren met een diepte >1,5 meter geselecteerd uit de database van HHNK (alleen hiervan dieptes bekend). De conceptnormen voor ondiepe boezemwateren zijn vergeleken met de gegevens van de overige boezemwateren uit de database van HHNK.

Afbeelding 5.1. laat zien dat:

- voor licht-brakke wateren vooral het hoogste niveau er uit springt, de norm voor totaal-P neemt toe bij een toenemend ambitieniveau;
- voor diepe wateren de waterkwaliteit niet eenduidig verschilt tussen ambitieniveaus;
- voor ondiepe wateren er een logische opbouw is in waterkwaliteit (trofiegraad) voor opeenvolgende ambitieniveaus;
- de huidige kwaliteit in een aantal gevallen sterk verschilt van de norm:
  - voor de trofiegraad (P en N, bovenste afbeelding) ligt de 10-P meestal binnen de range van ambitieniveaus en de 90-P vér daarboven;
  - voor de (macro-)ionen (K, Mg, Ca, SO_4, HCO_3, Na, Cl en EGV) liggen de licht-brakke en diepe wateren meestal binnen de range van ambitieniveaus, de ondiepe wateren liggen meestal grotendeels hierboven.

Afbeelding 5.1. Vergelijking conceptnormen met de huidige waterkwaliteit (uit database HHNK) voor licht-brakke, diepe en ondiepe boezemwateren



5.2.2. Overwegingen bij gevonden verschillen huidig kwaliteit en conceptnormen

Onderstaande punten geven een aantal overwegingen ten aanzien van de waterkwaliteitsbepalende aspecten van de boezemwateren.

1. Een belangrijk **waterkwaliteitsbepalend aspect** van het boezemwater is de **herkomst van het water**. Voor een belangrijk deel wordt de boezem gevoed door rivier(IJsselmeer)water, daarnaast wordt vanuit de polders overtollig water op de boezem uitgeslagen. Uit de polders zijn grote hoeveelheden nutriënten afkomstig, met name P is hoog. Hierbij speelt de geringe fosfaatbindingscapaciteit van de bodem naar verwachting een grote rol, samenhangend met de historische en huidige zee-invloed. Dit blijkt onder andere ook uit de hogere waarden voor macro-ionen zoals sulfaat en chloride die wijzen op de zee-invloed. Vanuit polders met brakke kwel en op plaatsen met een verbinding met de zee komt ionenrijk water in de boezem. Ook lozingen (RWZI's, overstorten etc.) beïnvloeden de waterkwaliteit.
2. Een ander, vaak onderbelicht, **waterkwaliteitsbepalend aspect** is de waterbodem. De rol van de **waterbodem** in chemische en biologische (omzettings)processen is vaak groot. Binding van stoffen -bijvoorbeeld fosfaat aan kleibodems-, omzettingsprocessen -bijvoorbeeld denitrificatie aan een anaerobe bodem- en opname van voedingsstoffen vanuit de bodem door bacteriën, algen of macrofauna zijn enkele voorbeelden hiervan. Op korte of lange termijn kan de waterbodem dus een belangrijke invloed uitoefenen op de waterkwaliteit.
3. **Biologische en fysische processen** in de waterkolom kunnen ook sterk bepalend zijn voor de waterkwaliteit op een bepaald moment. Planten en algen kunnen een belangrijke rol spelen in de waterkwaliteit. Vooral in stilstaande wateren is dit van belang, voorbeelden zijn de zuurstofdynamiek in productieve wateren en afsterven en bezinken van algen (effect op totaal-P).

Vervolgens worden een aantal overwegingen gepresenteerd die van belang zijn bij de interpretatie van de conceptnormen:

1. **Relevantie van de normen** voor boezemwateren. De milieu-indicatiewaarden (en daarmee conceptnormen) zijn bepaald op basis van gegevens over het voorkomen van macrofyten en macrofauna in allerlei verschillende watertypen. Boezemwateren onderscheiden zich van de meeste van deze typen door bovengenoemde waterkwaliteitsaspecten (hoge nutriënten- en ionengehalten), geringe helderheid, inrichting (beschoeide oevers) en functies (wateraan- en afvoer, scheepvaart). Door al deze eigenschappen wordt het ecologisch functioneren van boezemwateren beïnvloed. Het kan dus zijn dat bepaalde normen niet relevant zijn of pas relevant zijn bij verbetering van een andere factor (bijv. inrichting). Voorbeelden zijn het niet of nauwelijks tot expressie komen van nutrienten door stroming en beschoeiing of de hogere ionengehalten als gevolg van het historische brakkarakter, deze hoeven niet beperkend te zijn.
2. **Haalbaarheid van de normen.** Doordat de waterkwaliteit van boezemwateren een resultante is van de kwaliteit van verschillende waterstromen, het effect van de waterbodem en chemische en biologische processen is deze vaak moeilijk te sturen. Het stellen van een onhaalbare norm heeft in dat geval dan weinig zin, de norm vormt dan eerder een leidraad voor de inschatting van de potenties van een water.

5.2.3. Gronden voor aanpassing van de conceptnormen

In het voorgaande werden een aantal verschillen tussen huidige kwaliteit en conceptnormen geconstateerd en werden deze in het perspectief van de eigenschappen van boezemwateren geplaatst. In het kort komt het er op neer dat de normen voor boezemwateren soms slecht aansluiten bij de huidige kwaliteit. Als grond voor aanpassing is gehanteerd dat de normen:

- in bepaalde gevallen niet of beperkt relevant zijn;
- en niet of beperkt haalbaar zijn.

Een inschatting van de relevantie van normen kan reeds gemaakt worden. Op basis van de kennis die is opgedaan tijdens de analyse van de biologische gegevens (hoofdstuk 3) en het eerder genoemde project functie vissenwater van boezemwateren in Hollands Noorderkwartier (Witteveen+Bos, 2003) kunnen de belangrijkste sturende variabelen worden gedefinieerd. Hiervoor zijn vier groepen van sturende factoren onderscheiden.

Onderstaande tabel geeft voor de drie typen de volgorde van sturende factoren weer en de relevantie van de verschillende groepen van factoren. De tabel is tot stand gekomen door redenerend vanuit de huidige situatie de factoren te ordenen naar gevoeligheid van de bijbehorende levensgemeenschap (planten en dieren) voor deze factoren. In de tabel zijn de factoren die het grootste (positieve) effect op de levensgemeenschap hebben zwart en donkergrijs gemaakt, de lichtgrijze vakjes hebben het laagste effect. De hiërarchische ordening vormt de basis voor de aanpassing van de conceptnormen.

Tabel 5.5. Hiërarchische volgorde van sturende factoren voor de subtypen van boezemwateren. De volgorde is bepaald door vanuit de huidige situatie de factoren te ordenen in volgorde van beïnvloeding van de levensgemeenschap

subtype	ionen	inrichting	stroming	nutriënten
licht-brak				
diep				
ondiep				

Normen die niet of beperkt haalbaar zijn maar naar verwachting wel relevant zijn, worden niet aangepast. Ze kunnen een functie vervullen als leidraad bij de inschatting van de ecologisch potenties. In dat opzicht sluiten ze aan bij de ontwikkelingen die vanuit de Kaderrichtlijn water plaatsvinden. Deze richtlijn is gebaseerd op het denken in ecologische potenties van watersystemen.

5.2.4. Aanpassingen van de conceptnormen

De aanpassing van de conceptnormen is voor ieder subwatertype anders als gevolg van verschillen in sturende factoren. Per subwatertype worden de aanpassingen besproken.

licht-brakke wateren

Voor dit subwatertype zijn de ionengehalten de belangrijkste sturende variabelen, met name chloride is belangrijk. De definitieve normen voor chloride zijn afgeleid van de conceptnormen, de huidige situatie en chloridegrenzen voor levensgemeenschappen van brakke wateren uit de literatuur (aq. supplement natuurdoeltypen, brakke binnenwateren (van Beers & Verdonschot, 2000), Remane & Schlieper (1971), visstand Hollands Noorderkwartier (Witteveen+Bos, 2003). In grote lijnen sluiten ze aan bij de conceptnormen. De grenzen van de definitieve normen liggen bij choridegehalten van 300, 1000 en 3000 mg/l (conceptnormen 145, 845 en 5463). De overige ionengehalten, bicarbonaat en EGV vertonen in brakke wateren een duidelijke relatie met chloride en zijn volgens deze relatie aangepast conform de wijziging in de chloridenormen.

De nutriëntengehalten van brakke wateren zijn vaak hoog tot zeer hoog. De conceptnormen weerspiegelen dit reeds hoewel de huidige situatie vaak nog veel voedselrijker is. Besloten is de conceptnormen aan te houden (na afronding), waarbij wordt aangetekend dat nitraat slechts in zeer weinig gevallen binnen de norm valt. De nutriëntengehalten van brakke wateren spelen pas een rol nadat voldaan is aan de ionennormen. De inrichting (oevers, diepteverloop) speelt naar verwachting vervolgens de belangrijkste rol. Nutriëntengehalten moeten in de huidige situatie daarom niet te zwaar worden gewogen.

diepe wateren

Voor de diepe wateren is vooral de inrichting van de oevers belangrijk, evenals de factor stroming (wateraan- en afvoer en turbulentie door scheepvaart, beperkte helderheid). Pas daarna spelen nutriënten en ionengehalten een rol. De conceptnormen laten ook geen duidelijk onderscheid zien in nutriënten- en ionengehaltes tussen de ambitieniveaus. Daarom is besloten om voor dit subwatertype per variabele slechts één norm te hanteren voor alle ambitieniveaus. Deze norm is gelijk aan de hoogste waarde van één van de conceptnormen voor de ambitieniveaus. De waarde van deze norm is in de huidige situatie gering (andere sturende factoren zijn overheersend) maar kan een handvat bieden voor de inschatting van de ecologische potenties en/of prioritering van wateren voor de uitvoer van inrichtingsmaatregelen.

ondiepe wateren
Voor de ondiepe (en meer stagnante) wateren zijn de nutriëntengehalten een belangrijke factor. In het geval van de vis wordt eigenlijk alleen in de ondiepe boezemwateren een relatie gevonden tussen voedingsstoffengehalte en visbiomassa. Ook is er in de ondiepe wateren een relatie tussen totaal-P en helderheid en daarmee met de ontwikkelingsmogelijkheden voor ondergedoken waterplanten. De nutrientenconceptnormen komen redelijk overeen met de huidige waarden, zij het dat in veel gevallen ook veel hogere waarden worden aangetroffen. De normen zijn naar verwachting wel relevant in de ondiepe en stilstaande boezemdelen, bij sterke afwijking van de normen komt dit tot uitdrukking in de levensgemeenschap. Daarom worden de conceptnormen (na afronding) ook onveranderd aangehouden.

De conceptnormen voor ionengehalten vallen in een aantal gevallen buiten de ranges van waarden die worden aangetroffen in de huidige situatie. Voor boezemwateren met een voormalig brakkarakter is dit ook niet verwonderlijk. Naar verwachting zijn de gehalten die in de huidige situatie worden aangetroffen niet direct beperkend voor de soorten maar geven ze wel een indicatie over de herkomst van het water en daarmee de potenties. Daarom worden de waarden voor het hoogste niveau gelijk gesteld aan de huidige 10-P waarde, het middelste niveau aan de mediaan en het laagste niveau aan de 90-P waarde.

5.2.5. Definitieve normen

Tabel 5.6. Definitieve SENDnormen voor het watertype "licht brakke boezemwateren" in de provincie Noord-Holland

niveau	hoog		midden		laag	
	concept	definitief	concept	definitief	concept	definitief
NO3-N (mg N/l)	<0.09	<0.1	<0.09	<0.1	<0.09	<0.1
NH4-N (mg N/l)	<0.18	<0.2	<0.09	<0.1	<0.08	<0.1
PO4-P (mg P/l)	<0.59	<0.6	<0.12	<0.15	<0.08	<0.08
tP	<0.95	<0.95	<0.68	<0.7	<0.49	<0.5
pH	8.1	7.5 - 8.5	8.1	7.5 - 8.5	7.8	7.5 - 8.5
K (mg/l)	>130	>90	>32	>35	>17	>15
Mg (mg/l)	>417	>220	>72	>80	>24	>30
ZVP	79.0	80 - 120	76.5	75 - 120	67.0	70 - 120
Ca (mg/l)	>262	>200	>105	>150	>80	>100
SO4 (mg/l)	>900	>400	>148	>200	>82	>100
HCO3(mg/l)	>245	>250	>273	>250	>234	>250
Na (mg/l)	>3640	>1800	>506	>600	>101	>200
Cl (mg/l)	>5463	>3000	>845	>1000	>145	>300
EGV (us/cm)	>11675	>10000	>701	>3500	>681	>1500
% emergente vegetatie		>5		>2		>1

Tabel 5.7. Definitieve SENDnormen voor het watertype "diepe boezemwateren" in de provincie Noord-Holland

niveau	hoog		midden		laag	
	concept	definitief	concept	definitief	concept	definitief
NO3-N (mg N/l)	<0.11	<0.15	<0.1	<0.15	<0.13	<0.15
NH4-N (mg N/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.08	<0.09
PO4-P (mg P/l)						
tP	<0.29	<0.4	<0.24	<0.4	<0.4	<0.4
pH	7.9	7.5 - 8.5	8.0	7.5 - 8.5	8.4	7.5 - 8.5
K (mg/l)	<9	<15	<10	<15	<16	<15
Mg (mg/l)	<16	<25	<16	<25	<25	<25
ZVP	75.0	80 - 120	76.8	80 - 120	90.0	80 - 120
Ca (mg/l)	<80	<100	<78	<100	<96	<100
SO4 (mg/l)	<73	<150	<96	<150	<146	<150
HCO3(mg/l)	<215	<300	<186	<300	<219	<300
Na (mg/l)	<78	<200	<78	<200	<110	<200
Cl (mg/l)	<117	<300	<117	<300	<194	<300
EGV (us/cm)		<1500		<1500		<1500
% emergente vegetatie		>5		>2		>1
diepte (dm)		>1,5		>1,5		>1,5

Tabel 5.8. Definitieve SENDnormen voor het watertype "ondiepe boezemwateren" in de provincie Noord-Holland

niveau	hoog		midden		laag	
	concept	definitief	concept	definitief	concept	definitief
NO3-N (mg N/l)	<0.05	<0.1	<0.09	<0.15	<0.07	<0.25
NH4-N (mg N/l)	<0.06	<0.06	<0.09	<0.09	<0.1	<0.1
PO4-P (mg P/l)	<0.05	<0.05	<0.07	<0.07	<0.12	<0.12
tP	<0.12	<0.1	<0.22	<0.2	<0.33	<0.35
pH	7.6	7.5 - 8.5	7.8	7.5 - 8.5	8.0	7.5 - 8.5
K (mg/l)	<5	<10	<9	<12	<13	<15
Mg (mg/l)	<7	<7	<15	<15	<22	<22
ZVP	88.0	80 - 120	71.5	75 - 120	80.0	70 - 120
Ca (mg/l)	<54	<90	<77	<100	<82	<110
SO4 (mg/l)	<37	<80	<76	<90	<90	<100
HCO3(mg/l)	<139	<225	<187	<240	<219	<275
Na (mg/l)	<46	<100	<70	<120	<89	<160
Cl (mg/l)	<74	<160	<107	<190	<133	<270
EGV (us/cm)	<581	<900	<573	<1100	<743	<1300
% emergente vegetatie		>10		>5		>1
diepte (dm)		<1,5		<1,5		<1,5

6. DISCUSSIE

6.1. SEND normering in relatie tot ecologisch functioneren van boezemwateren

De SEND methodiek is ontwikkeld voor het afleiden van waterkwaliteitsnormen voor oppervlaktewateren op basis van ecologische criteria. Deze criteria zijn de eisen die de verschillende planten en dieren stellen aan de waterkwaliteit. Voor watertypen met een duidelijk type-eigen karakter zoals stuwwalwateren of zandwinplassen is er vaak een duidelijke relatie tussen waterkwaliteit en ecologie. Voor het watertype boezemwateren is dat in veel gevallen niet zo. Redenen hiervoor zijn beïnvloedingsfactoren zoals scheepvaart en stroming en hiermee samenhangend inrichting en beheer van de watergangen. In de gevallen waarin deze overige beïnvloedingsfactoren in sterke mate bepalend zijn voor de levensgemeenschap, is normering op basis van waterkwaliteit onvoldoende. Pas wanneer voldaan is aan bepaalde randvoorwaarden (natuurlijke oevers, geen scheepvaart, luwe delen etc.) komen verschillen in waterkwaliteit tot uitdrukking. Voor een groot deel van de Noord-Hollandse boezemwateren speelt dit een rol. De afgeleide normen moeten ook in dit licht worden gezien en binnen deze randvoorwaarden worden gebruikt.

6.2. SEND normering in relatie tot waterbeheer en potenties van het watersysteem

Het doel van SEND is om te komen tot ecologisch onderbouwde waterkwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewateren. Voor waterbeheerders zijn dit in zekere zin streefwaarden, het beheer dient gericht te zijn om de gestelde normen te behalen. Dit impliceert tevens dat de normen ook haalbaar moeten zijn. In veel gevallen is het maximaal haalbare (de potentie) echter nog onzeker. Zo heeft Noord-Holland te maken met een sterke uitspoeling van nutriënten vanuit de polders. Het vroegere brakkarakter van de regio en de hiermee samenhangende hoge ionengehalten zijn waarschijnlijk voor een belangrijke deel verantwoordelijk voor de geringe binding van fosfaat aan de bodem. In hoeverre dit de levensgemeenschappen van de boezemwateren beïnvloedt is slechts in grote lijnen bekend. Zo zijn de nutriënten vooral in de stilstaande delen van het watersysteem van belang. De mogelijkheden van een waterbeheerder om deze nutriëntengehalten te beïnvloeden zijn echter gering. In dat geval moet het als een type-eigen kenmerk worden gezien van het oppervlaktewater in de regio, wat in belangrijke mate de ecologische potenties bepaalt.

6.3. SEND normering in relatie tot functie "vissenwater" HHNK

De functie vissenwater is van toepassing op de boezemwateren van Hollands Noorderkwartier. Deze functie stelt de vis centraal in het waterbeheer, naast een optimale wateraan- en afvoer. Bij de uitwerking van deze functie zijn voor het boezemsysteem streefbeelden voor de visstand opgesteld. Deze streefbeelden zijn "behoud van brak", "potenties voor planten" en "vrij verkeer voor vissen" en beogen respectievelijk de visstand van brak water, de visstand van helder en plantenrijk water en de migratiemogelijkheden voor vis te optimaliseren. Het streefbeeld "potenties voor planten" is nog verder onderverdeeld naar diepe en ondiepe watergangen. Voor de diepe watergangen wordt onderscheid gemaakt tussen oever en open water.

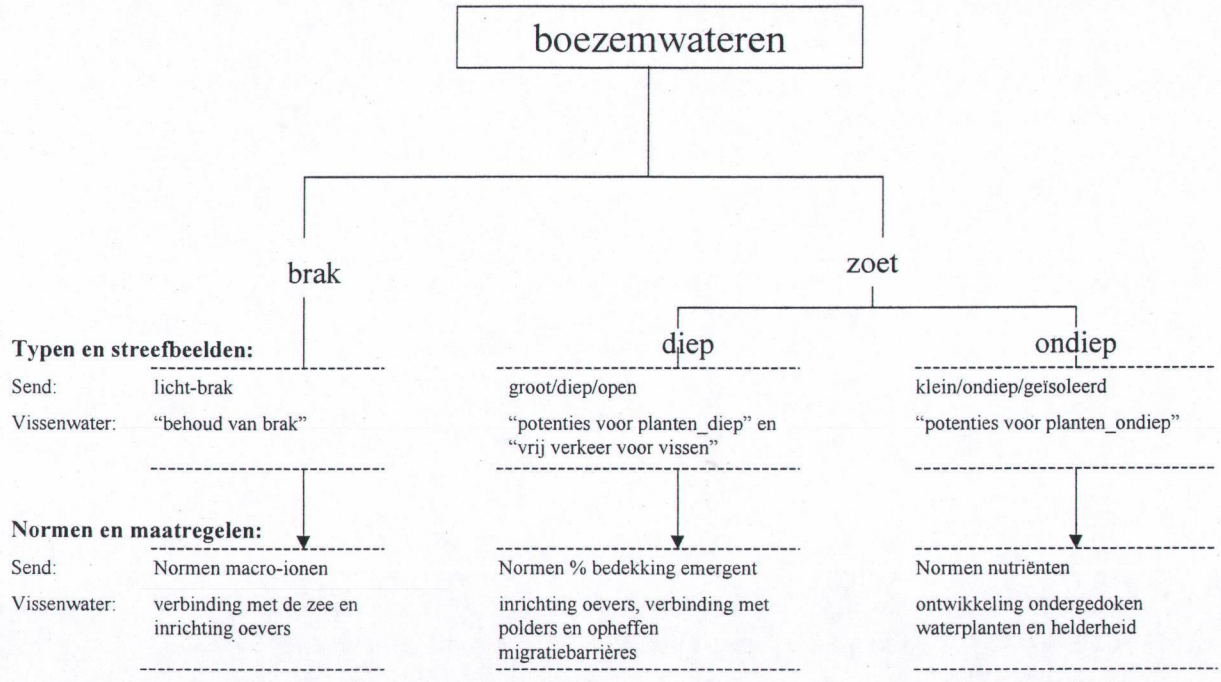
Belangrijke knelpunten en maatregelen die voortvloeien uit een analyse van de huidige visstand in relatie tot het streefbeeld zijn:

- inrichting oevers: beschoeide en steile oevers natuurlijker inrichten, ontwikkelen emergente vegetatie;
- ontwikkelen waterplanten: in de ondiepere wateren wordt ingezet op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten;
- verbeteren zoet-zout verbinding: Ontwikkelen visstand brak water door een verbetering van de migratiemogelijkheden tussen zoet en zout, ontwikkelen geleidelijke zoutgradiënten;
- reductie zwevend stof: het doorzicht en daarmee de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten in de boezemwateren wordt met name bepaald door zwevend stof, maatregelen om zwevend stof te verminderen zijn bijvoorbeeld de aanleg van diepe (stratificerende) putten of visstandbeheer in geïsoleerde delen;
- verbinding boezem en polders: op dit moment wordt geëxperimenteerd met de ontwikkeling van een gemaalvispassage zodat op plaatsen met een te kort aan paaigebied, polders als paaigebied voor vis kunnen dienen.

De SEND-normering voor boezemwateren en de functie vissenwater HHNK beogen beide een optimalisering van de ecologische toestand van de boezemwateren. Ze dienen daarom op elkaar aan te sluiten en elkaar bij voorkeur aan te vullen. Onderstaande afbeelding geeft de relatie aan tussen de beide benaderingen. In de afbeelding wordt een koppeling gemaakt tussen de SEND-typen en de streefbeelden voor de vis en worden de belangrijkste normen (SEND) en maatregelen (vissenwater) genoemd. In het geval van de SEND-normering zijn:

- voor het subtype **licht-brak** de normen voor macro-ionen het belangrijkst, voor de vissen is de verbinding met de zee vooral van belang. Beide benaderingen richten zich vooral op de (gradiënt in) zee-invloed;
- voor het subtype **diep** de waterkwaliteitsnormen niet in ambitieniveaus uitgewerkt en ondergeschikt aan de inrichting van de oevers, voor de vissen zijn maatregelen vooral gericht op paaigelegenheid en migratie. Beide benaderingen richten zich vooral op inrichtingsaspecten;
- voor het subtype **ondiep** zijn de normen vooral gericht op nutriënten en impliciet op zwevend stof en helderheid, voor de vis is de aanwezigheid van waterplanten essentieel. In beide benaderingen staan de ontwikkelingsmogelijkheden van waterplanten centraal.

Afbeelding 6.1. Relatie tussen de SEND-normering voor boezemwateren en de functie "vissenwater" van Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen



6.4. Synthese

Ecologische normering voor boezemwateren is een lastige klus gebleken. Binnen het boezemsysteem hebben we te maken met een groot aantal beïnvloedingsfactoren die ieder onder verschillende omstandigheden anders op de levensgemeenschap inwerken. Om hierbinnen toch tot een relevante normstelling te kunnen komen is kennis van het ecologisch functioneren van het boezemsysteem onontbeerlijk. De opgedane kennis tijdens de uitwerking van de functie vissenwater samen met de analyses in het kader van dit SEND-project heeft de basis gevormd voor de normstelling. Door het rapport heen wordt de methode om tot deze normen te komen beschreven. Hieronder wordt alleen nog een samenvattende tabel gepresenteerd waarin de voor ieder subtype de meest relevante normen worden getoond.

Tabel 6.1. Meest relevante normen uit de definitieve normering boezemwateren. Per subtype zijn de meest relevante normen donkergrijs gearceerd. De lichtgrijze gearceerde normen zijn in sterke mate sturend wanneer wordt voldaan aan de donkergrijze normen

	brak			diep/open/stromend			ondiep/geïsoleerd/stagnant		
stoffen	**HOOG**	**MIDDEN**	**LAAG**	**HOOG**	**MIDDEN**	**LAAG**	**HOOG**	**MIDDEN**	**LAAG**
NO3-N (mg N/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.15	<0.15	<0.15	<0.1	<0.15	<0.25
NH4-N (mg N/l)	<0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.06	<0.09	<0.1
PO4-P (mg P/l)	<0.6	<0.15	<0.08	-	-	-	<0.05	<0.07	<0.12
tP	<0.95	<0.7	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.1	<0.2	<0.35
pH	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5
K (mg/l)	>90	>35	>15	<15	<15	<15	<10	<12	<15
Mg (mg/l)	>220	>80	>30	<25	<25	<25	<7	<15	<22
ZVP	80 - 120	75 - 120	70 - 120	80 - 120	80 - 120	80 - 120	80 - 120	75 - 120	70 - 120
Ca (mg/l)	>200	>150	>100	<100	<100	<100	<90	<100	<110
SO4 (mg/l)	>400	>200	>100	<150	<150	<150	<80	<90	<100
HCO3(mg/l)	>250	>250	>250	<300	<300	<300	<225	<240	<275
Na (mg/l)	>1800	>600	>200	<200	<200	<200	<100	<120	<160
Cl (mg/l)	>3000	>1000	>300	<300	<300	<300	<160	<190	<270
EGV (us/cm)	>10000	>3500	>1500	<1500	<1500	<1500	<900	<1100	<1300
overige variabelen									
verbinding met de zee	aanwezig	aanwezig	aan- of afwezig	-	-	-	-	-	-
% emergente vegetatie	>5	>2	>1	>5	>2	>1	>10	>5	>1
diepte (dm)	-	-	-	>1,5	>1,5	>1,5	<1,5	<1,5	<1,5

LITERATUUR

Amesz, M. en A. Barendrecht (1995). Milieu-indicatiewaarden van aquatische macrofauna in Noord-Holland: deel1 en deel 2. Vakgroep Milieukunde, Universiteit van Utrecht. Dienst Milieu en Water & Dienst ruimte en Groen, Provincie Noord-Holland.

Barendregt, A. (1993).
Hydro-ecology of the Dutch polder landscape. Dissertatie Rijksuniversiteit Utrecht.

Barendrecht, A., J.W. Nieuwenhuis en P. de Joode, 1990.
Milieu-indicatiewaarden van water- en oeverplanten in Noord-Holland. Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.

Beers, P.W.M. van & P.F.M. Verdonschot, 2000.
Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 4, Brakke binnenwateren. Rapport AS-04, Expertisecentrum LNV, Wageningen.

Hammen, H. van der, 1992.
De macrofauna van Noord-Holland. Provincie Noord-Holland Dienst Ruimte & Groen, Haarlem.

Provincie Noord-Holland, 1998.
Stilstaan bij stromen, Waterhuishoudingsplan provincie Noord-Holland 1998-2002, Haarlem.

Provincie Noord-Holland, 1999.
Stilstaan bij waterkwaliteit. Een achtergronddocument over het Stelsel Ecologische Normdoelstellingen behorende bij het tweede Waterhuishoudingsplan provincie Noord-Holland 1998-2002, Haarlem.

Remane, A., & C. Schlieper, 1971. Die Binnengewässer, Einzeldarstellungen aus der limnologie und ihren Nachbargebieten. - E.Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995.
De vegetatie van Nederland. Deel 2: Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden, Opulus press, Uppsala, Leiden.

Scheffer, M. (1998).
Ecology of shallow lakes. Chapman & Hall, London.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, 2000.
Atlas van plantengemeenschappen in Nederland. Deel 1: Wateren, moerassen en natte heiden. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Witteveen+Bos, 2003. Functie vissenwater in de boezemsystemen van Hollands Noorderkwartier. Integrale systeemanalyse en inschatting van de haalbaarheid van de voorlopige streefbeelden. Witteveen+Bos, Deventer.

BIJLAGE I Taxonomische afstemming macrofauna

tax rang-nr	naam	aantal mon-sters	som indivi-duen	afgestemde naam	opmerkingen
70	Dugesia sp	67	273		verwijderd
78	Polycelis sp	40	173		verwijderd
2374	Pisidium sp	54	2061		verwijderd
2390	Sphaerium sp	12	45		verwijderd
2505	Erpobdella sp	21	52		verwijderd
2514	Oligochaeta	1	1		verwijderd
2544	Naididae	40	2257		verwijderd
2616	Tubificidae	141	7990	Tubificidae	hoogste tax. eenh.
2624	Tubifex tubifex	2	10	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2626	Limnodrilus claparedeianus	5	183	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2627	Limnodrilus hoffmeisteri	12	162	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2629	Limnodrilus udekemianus	1	3	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2635	Psammoryctides barbatus	5	22	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2638	Potamothrix bavaricus	1	1	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2639	Potamothrix hammoniensis	5	67	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2642	Potamothrix moldaviensis	3	11	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2648	Peloscolex ferox	1	3	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2656	Aulodrilus pluriseta	1	1	Tubificidae	hogere tax. eenh.
2682	Lumbriculidae	50	410	Lumbriculidae	hoogste tax. eenh.
2687	Lumbriculus variegatus	12	36	Lumbriculidae	hogere tax. eenh.
2689	Rhynchelmis limosella	2	3	Lumbriculidae	hogere tax. eenh.
2692	Eiseniella tetraedra	2	5	Lumbriculidae	hogere tax. eenh.
2732	Hydrachna sp	11	18		verwijderd
2884	Unionicola sp	15	248		verwijderd
2909	Piona sp	53	740		verwijderd
3710	Gammarus sp	10	284		verwijderd
4196	Microvelia sp	3	12		verwijderd
4206	Gerris sp	46	209		verwijderd, meeste monsters individuen G. sp. naast soort, enkele monsters alleen sp.
4244	Haliplus sp	168	1097		verwijderd, meeste monsters individuen H. sp. naast soort, enkele monsters alleen sp.
4837	Limoniidae	16	30	Limoniidae	hoogste tax. eenh.
4838	Dicranomyia sp	2	5	Limoniidae	hogere tax. eenh.
4865	Helius sp	7	18	Limoniidae	hogere tax. eenh.
4897	Idioptera sp	1	1	Limoniidae	hogere tax. eenh.
4900	Limnophila sp	1	1	Limoniidae	hogere tax. eenh.
5108	Ptychoptera sp	3	10	Ptychoptera sp	hoogste tax. eenh.
5110	Ptychoptera contaminata	6	14	Ptychoptera sp	hogere tax. eenh.
5120	Chaoborus sp	2	3	Chaoborus sp	hoogste tax. eenh.
5121	Chaoborus crystallinus	1	3	Chaoborus sp	hogere tax. eenh.
5122	Chaoborus flavicans	3	5	Chaoborus sp	hogere tax. eenh.
5254	Tanypus sp	4	16		verwijderd
5296.1	Orthocladiinae	37	152		verwijderd
5346	Cricotopus sp	15	512		verwijderd
5446	Metriocnemus sp	5	31		verwijderd

tax rang-nr	naam	aantal mon-sters	som indivi-duen	afgestemde naam	opmerkingen
5467	Nanocladius sp	4	4	Nanocladius sp	hoogste tax. eenh.
5468	Nanocladius bicolor	8	14	Nanocladius sp	hogere tax. eenh.
5516	Psectrocladius sp	5	25		verwijderd
5606	Chironomus sp	71	5174	Chironomus sp	hoogste tax. eenh.
5611	Chironomus luridus	2	22	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5612	Chironomus nuditarsus	2	13	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5620	Chironomus plumosus	50	657	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5625	Chironomus bernensis	1	18	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5626	Chironomus commutatus	3	48	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5628.5	Chironomus muratensis	2	80	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5631	Chironomus riparius	2	291	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5633	Chironomus tentans	10	37	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5635	Chironomus gr annularius	3	33	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5640	Chironomus gr reductus	1	1	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5641	Chironomus gr semireductus	1	1	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5642	Chironomus gr salinarius	1	1	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5643	Chironomus gr thummi	30	102	Chironomus sp	hogere tax. eenh.
5646	Cryptochironomus sp	48	173	Cryptochironomus sp	hoogste tax. eenh.
5649	Cryptochironomus obreptans	2	20	Cryptochironomus sp	hogere tax. eenh.
5651	Cryptochironomus redekei	1	2	Cryptochironomus sp	hogere tax. eenh.
5653	Cryptochironomus supplicans	8	89	Cryptochironomus sp	hogere tax. eenh.
5654	Cladopelma sp	1	1		verwijderd
5672	Dicrotendipes sp	8	32		verwijderd
5695	Endochironomus sp	2	4		verwijderd
5706	Glyptotendipes sp	195	5812	Glyptotendipes sp	hoogste tax. eenh.
5707	Glyptotendipes annulimanus	1	4	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5708	Glyptotendipes foliicola	1	1	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5710	Glyptotendipes barbipes	14	75	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5710.9	Glyptotendipes cf caulicola	1	7	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5713	Glyptotendipes pallens	47	4175	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5714	Glyptotendipes paripes	28	649	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5715	Glyptotendipes gripekoveni	6	38	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5720	Glyptotendipes gr signatus	1	3	Glyptotendipes sp	hogere tax. eenh.
5737	Microtendipes sp	4	6	Microtendipes sp	hoogste tax. eenh.
5743	Microtendipes chloris agg	84	2057	Microtendipes sp	hogere tax. eenh.
5752	Parachironomus sp	1	1		verwijderd
5787	Polypedilum sp	15	166		verwijderd
5836	Tanytarsini	21	90		verwijderd
5881	Paratanytarsus sp	34	213	Paratanytarsus sp	hoogste tax. eenh.
5882	Paratanytarsus austriacus	1	1	Paratanytarsus sp	hogere tax. eenh.
5884	Paratanytarsus inopertus	1	2	Paratanytarsus sp	hogere tax. eenh.
5887	Paratanytarsus lauterborni	1	8	Paratanytarsus sp	hogere tax. eenh.
5889.9	Paratanytarsus dissimilis agg	1	56	Paratanytarsus sp	hogere tax. eenh.

tax rang-nr	naam	aantal mon-sters	som indivi-duen	afgestemde naam	opmerkingen
5891	Paratanytarsus grimmii	1	185	Paratanytarsus sp	hogere tax. eenh.
6062	Stratiomyidae	4	4		verwijderd
6070	Stratiomys sp	4	4	Stratiomys sp	hoogste tax. eenh.
6074	Stratiomys singularior	3	4	Stratiomys sp	hogere tax. eenh.
6078	Odontomyia sp	1	1		verwijderd
6248	Tabanidae	5	7	Tabanidae	hoogste tax. eenh.
6251	Chrysops relictus	1	1	Tabanidae	hogere tax. eenh.
6361	Ephydridae	10	22	Ephydridae	hoogste tax. eenh.
6369	Notiphila sp	1	1	Ephydridae	hogere tax. eenh.
6397	Sciomyzidae	11	17	Sciomyzidae	hoogste tax. eenh.
6398	Sepedon sp	1	8	Sciomyzidae	hogere tax. eenh.
6442	Tetanocera ferruginea	2	5	Sciomyzidae	hogere tax. eenh.
6510	Agraylea sp	4	13		verwijderd
6536	Leptoceridae	16	142		verwijderd
6549	Mystacides sp	66	2600	Mystacides sp	hoogste tax. eenh.
6551	Mystacides longicornis	51	868	Mystacides sp	hogere tax. eenh.
6552	Mystacides nigra	16	101	Mystacides sp	hogere tax. eenh.
6569	Ceraclea sp	4	14	Ceraclea sp	hoogste tax. eenh.
6576	Ceraclea senilis	9	19	Ceraclea sp	hogere tax. eenh.
6594	Limnephilus sp	22	169		verwijderd
6686	Phryganea sp	7	16		verwijderd
6691	Polycentropodidae	1	1		verwijderd

BIJLAGE IIa en IIb Karakterisering clusters macrofauna en macrofyten

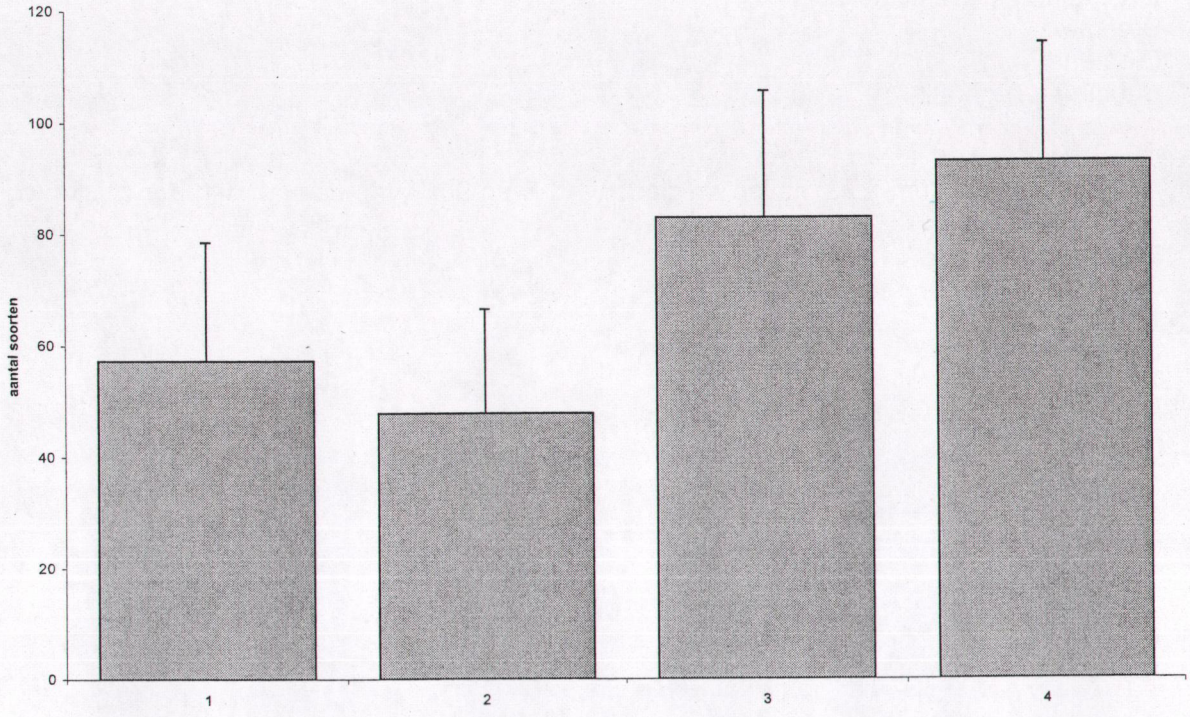
IIa: Afbeeldingen II.4. t/m II.6. geven medianen, 10-P en 90-P van de waarden per cluster weer voor de macrofauna.

1. Gemiddeld aantal soorten.
2. Gemiddeld aantal individuen.
3. Zeldzaamheid (gemiddeld).
4. Breedte.
5. Diepte.
6. Submerse vegetatie.

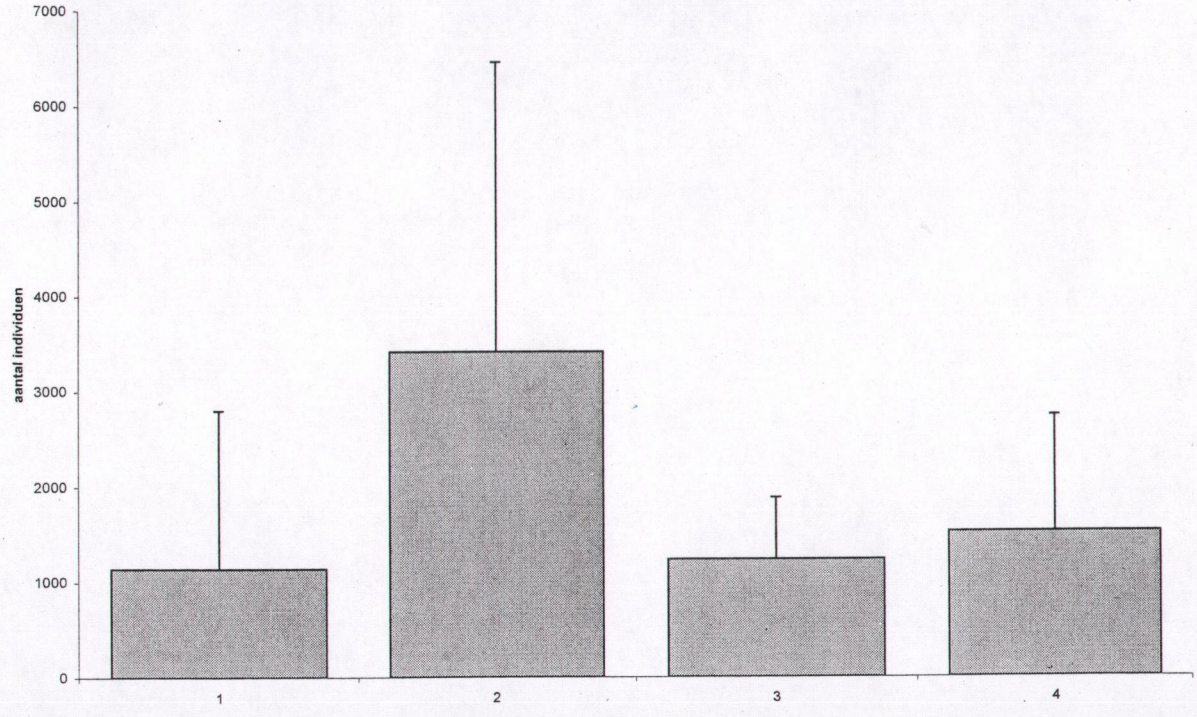
IIb: Afbeeldingen II.7. t/m II.13. geven medianen, 10-P en 90-P van de waarden per cluster weer voor de macrofyten.

1. Breedte.
2. Diepte.
3. Chloride.
4. Zuurstof.
5. Totaal-P.
6. Nkj-N.
7. NH4-N.

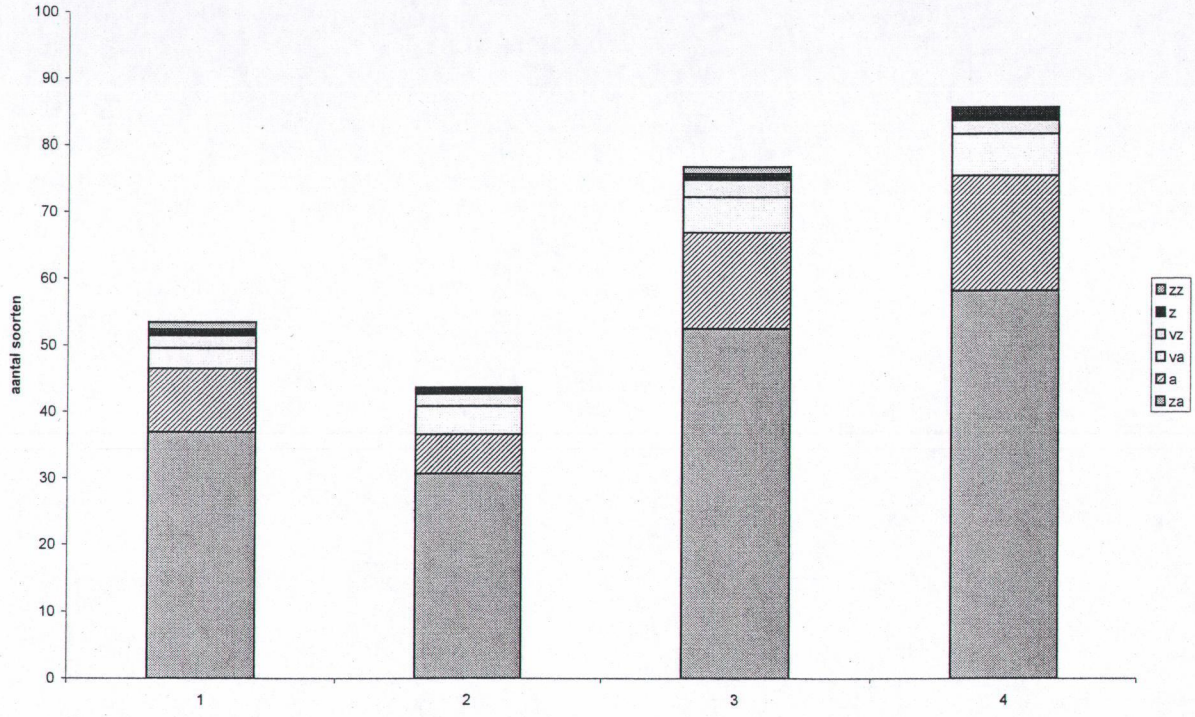
Afbeelding II.1. Gemiddeld aantal soorten



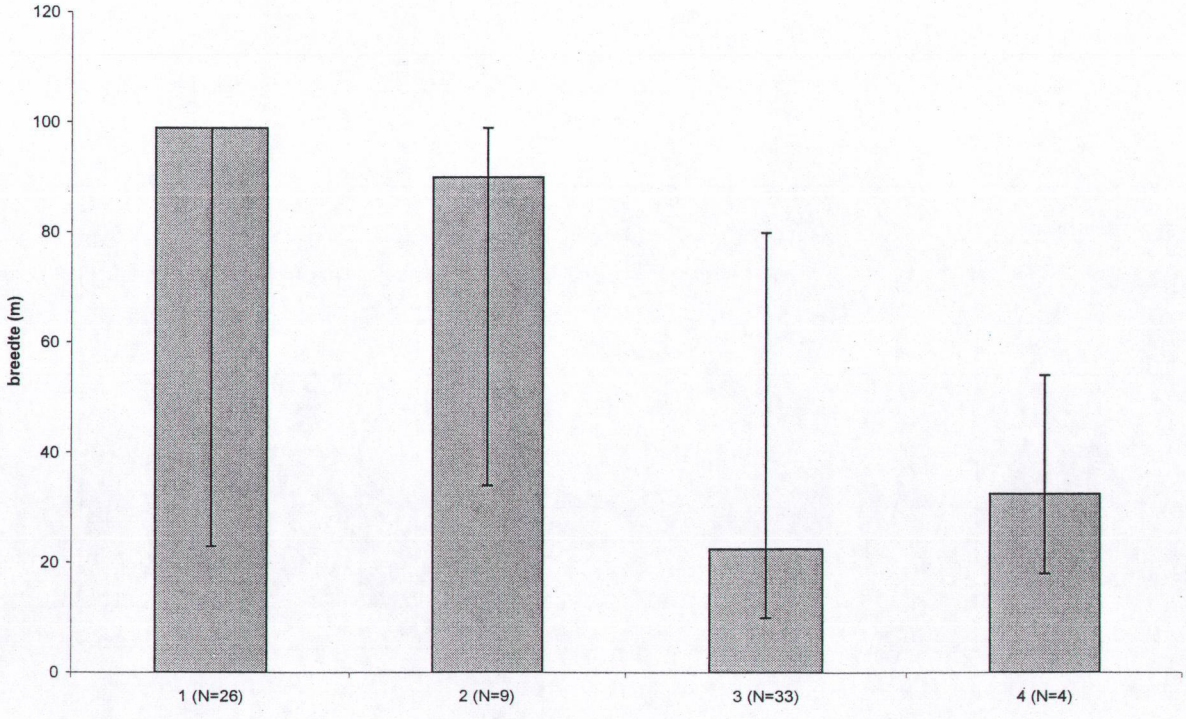
Afbeelding II.2. Gemiddeld aantal individuen



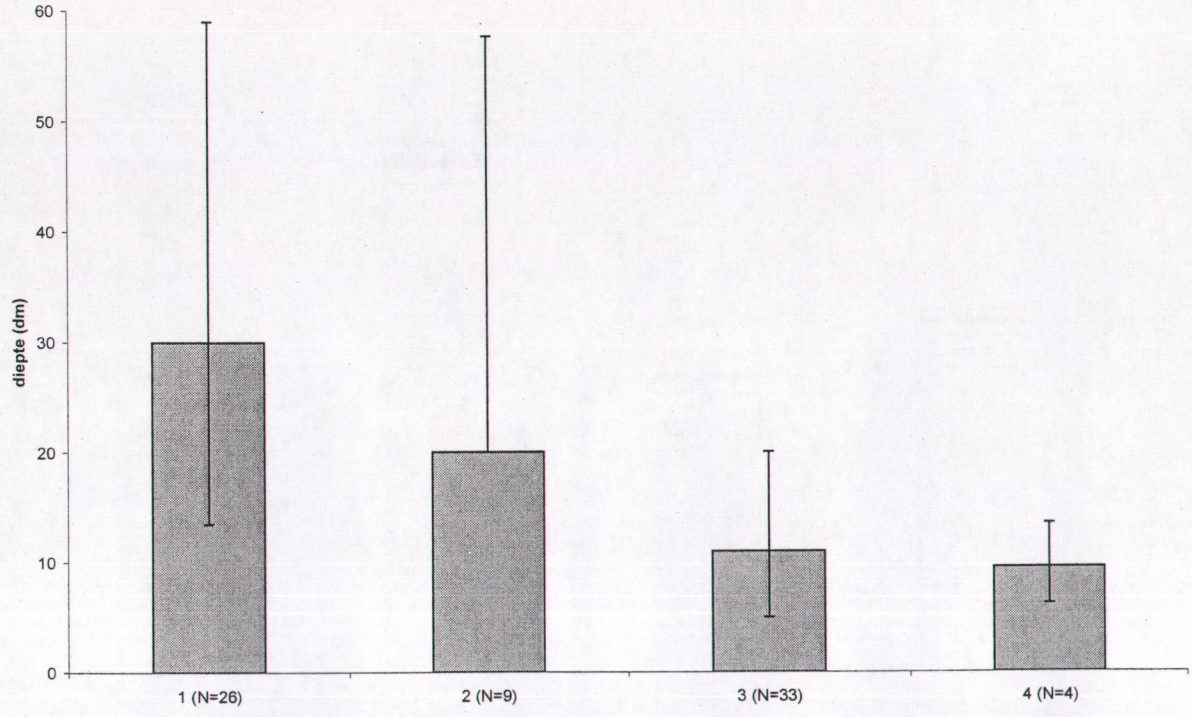
Afbeelding II.3. Zeldzaamheid (gemiddeld)



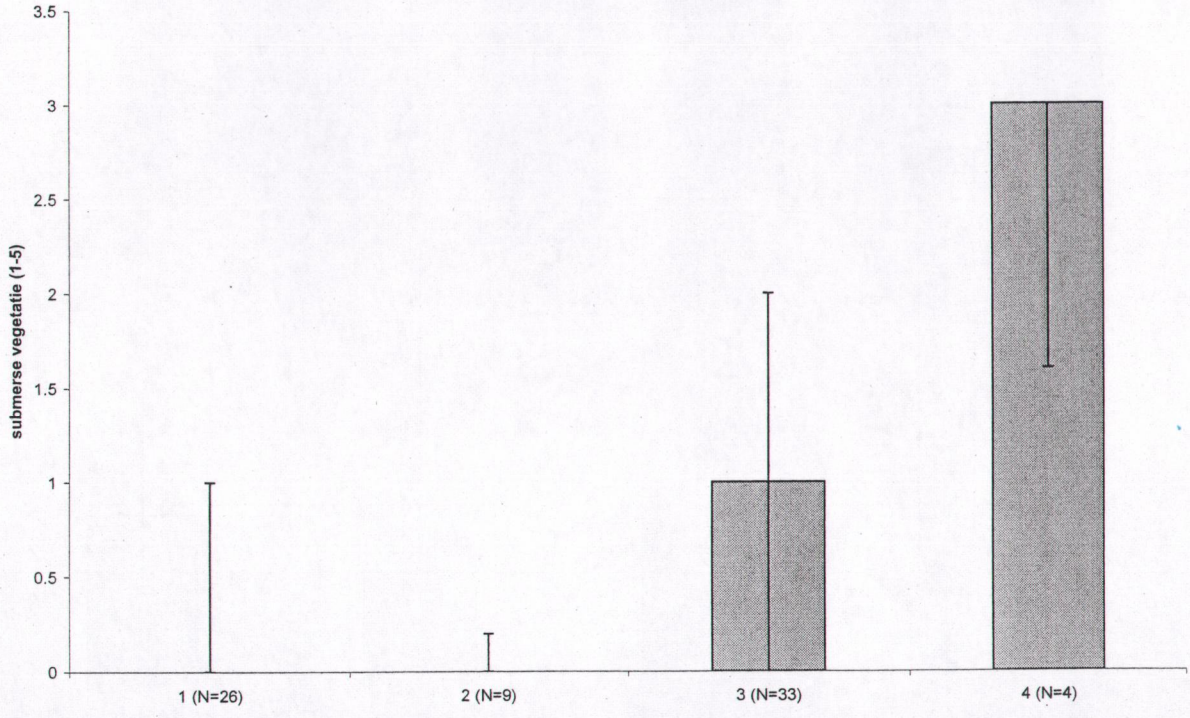
Afbeelding II.4. Breedte



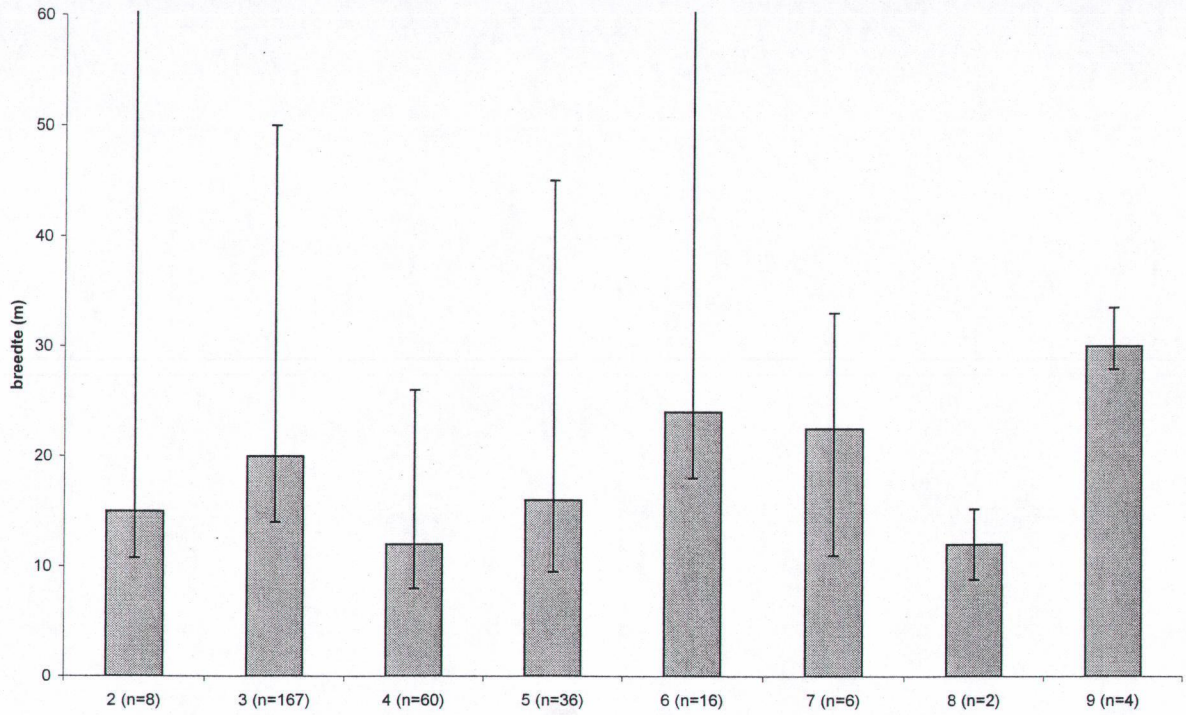
Afbeelding II.5. Diepte



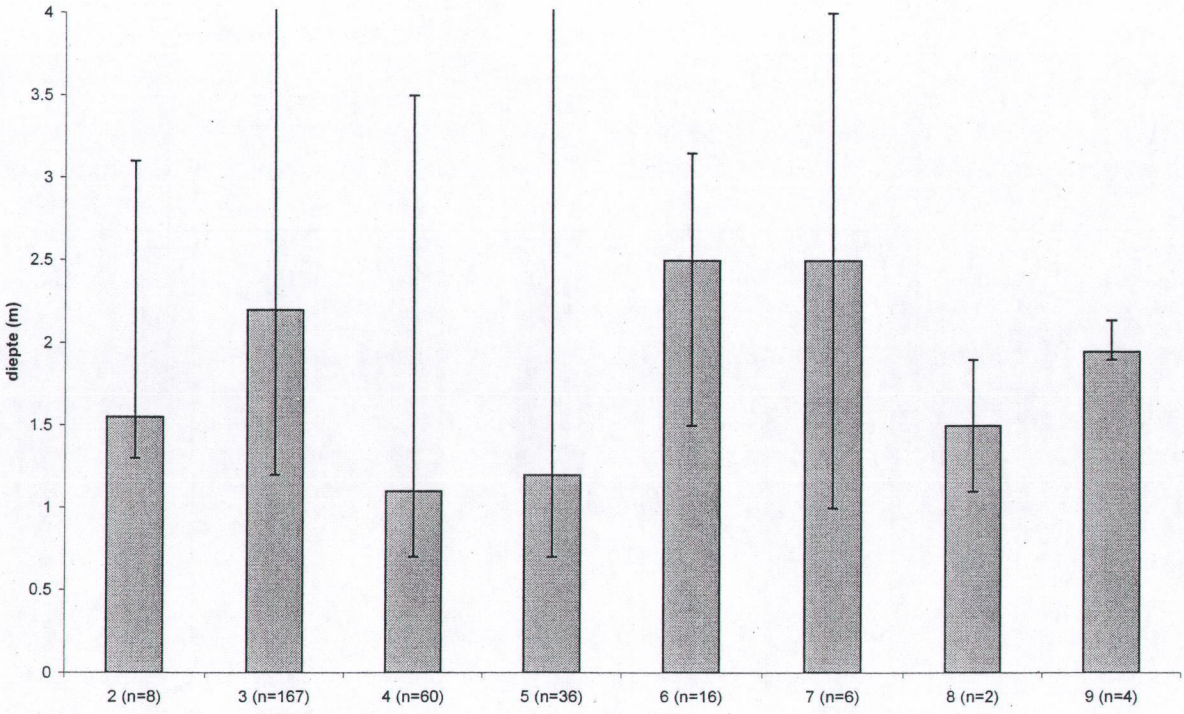
Afbeelding II.6. Submerse vegetatie (1=<5% tot 5=75-100%)



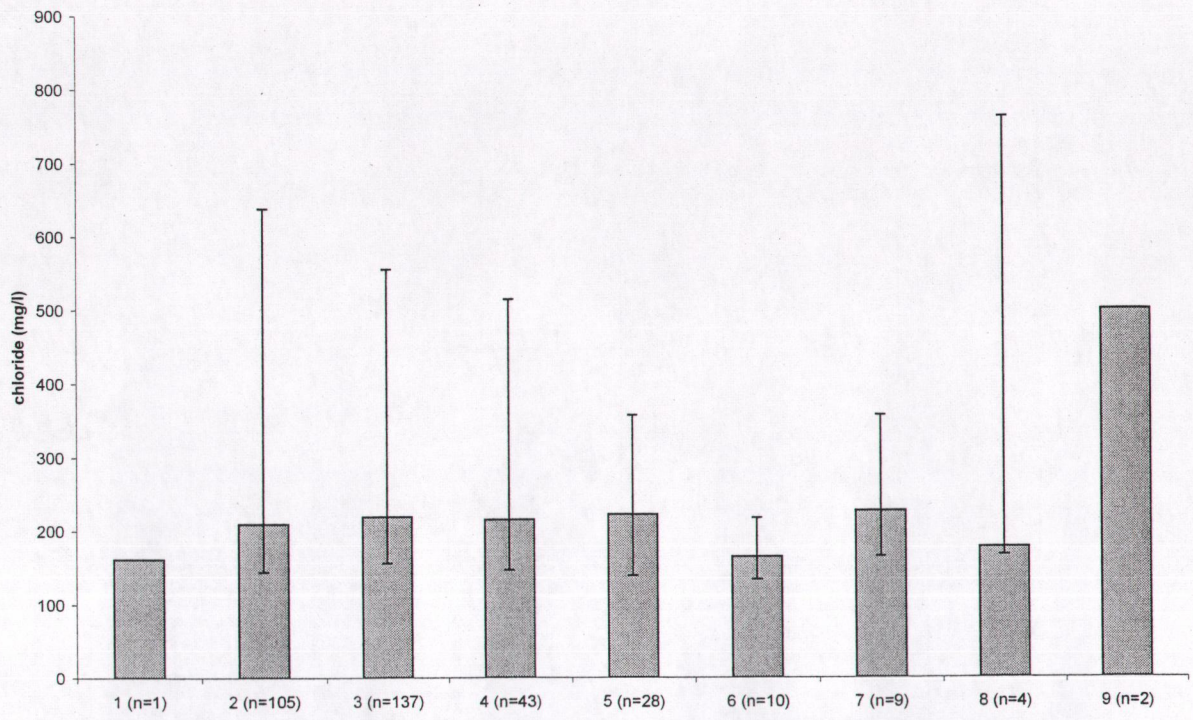
Afbeelding II.7. Breedte macrofyten



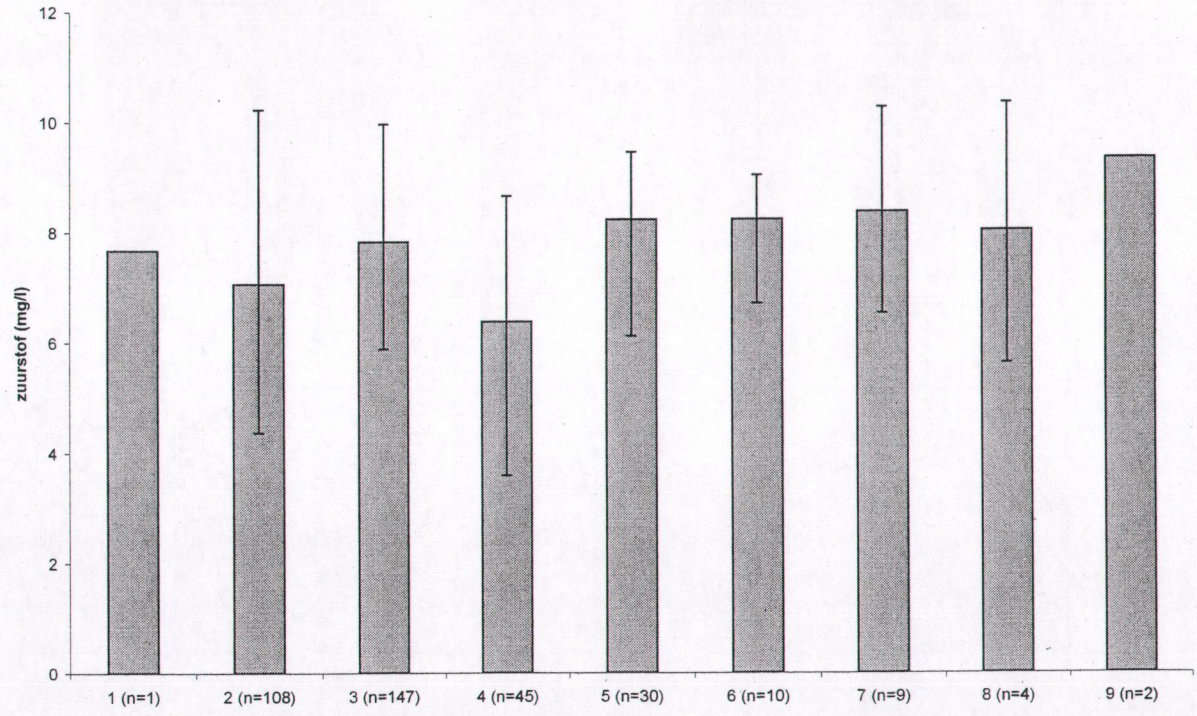
Afbeelding II.8. Diepte macrofyten



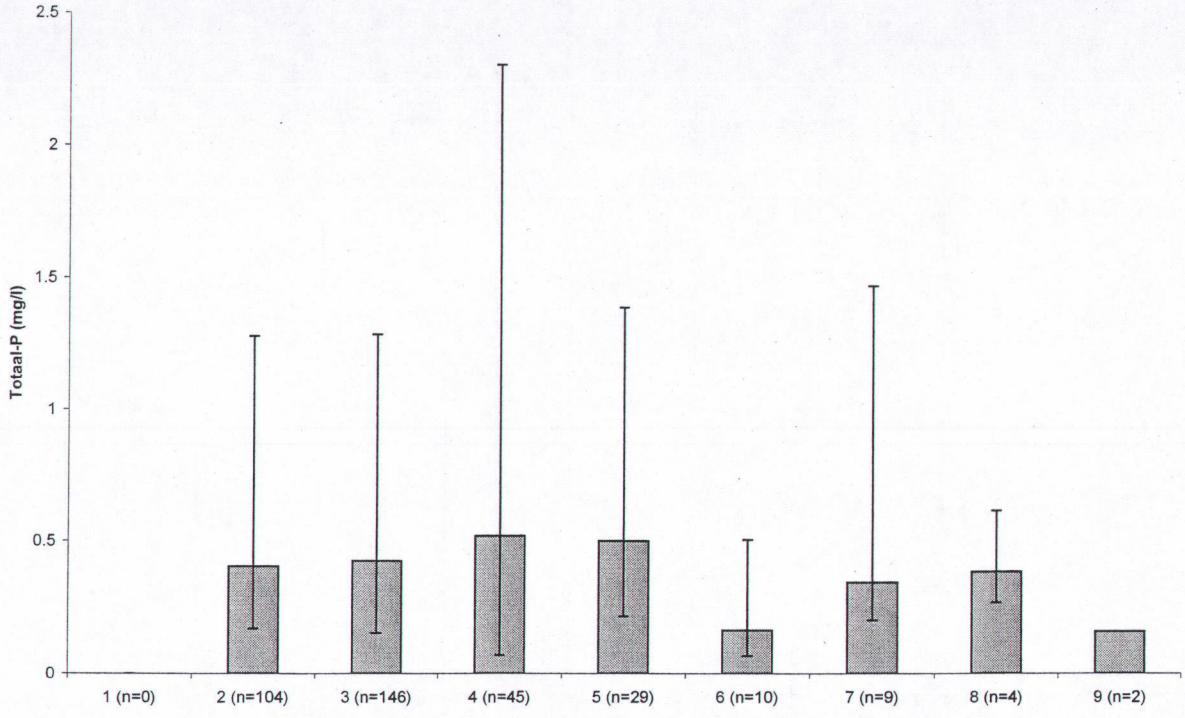
Afbeelding II.9. Chloride macrofyten



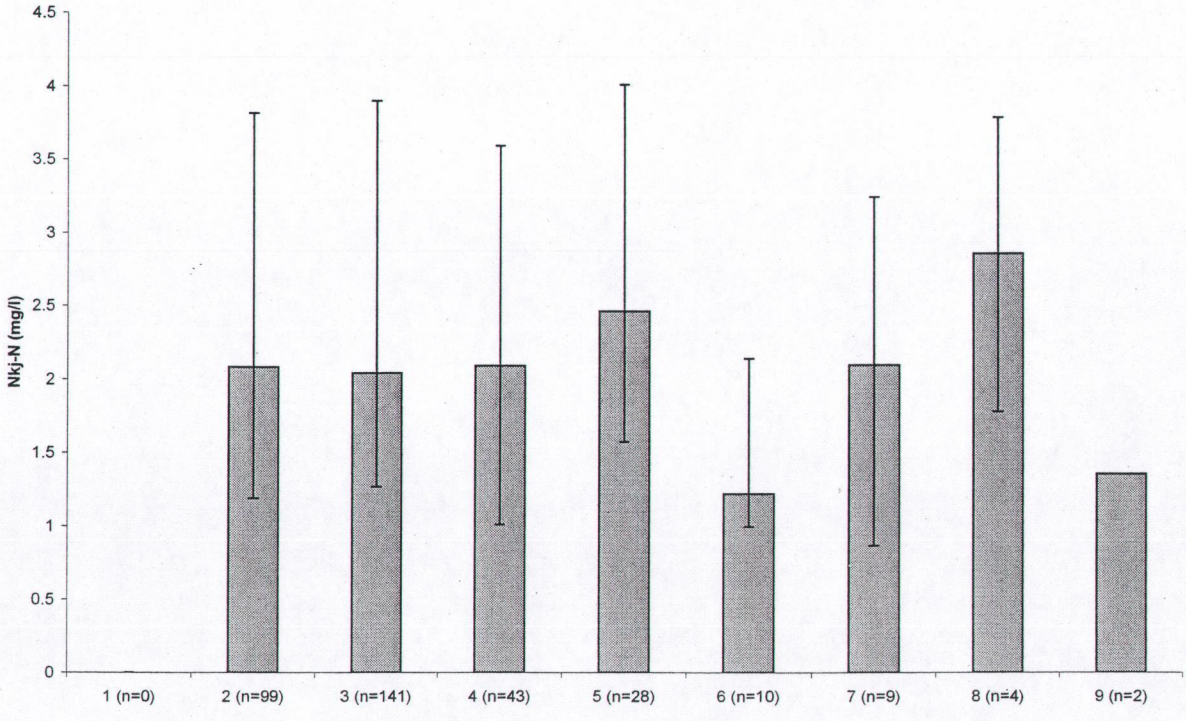
Afbeelding II.10. Zuurstof macrofyten



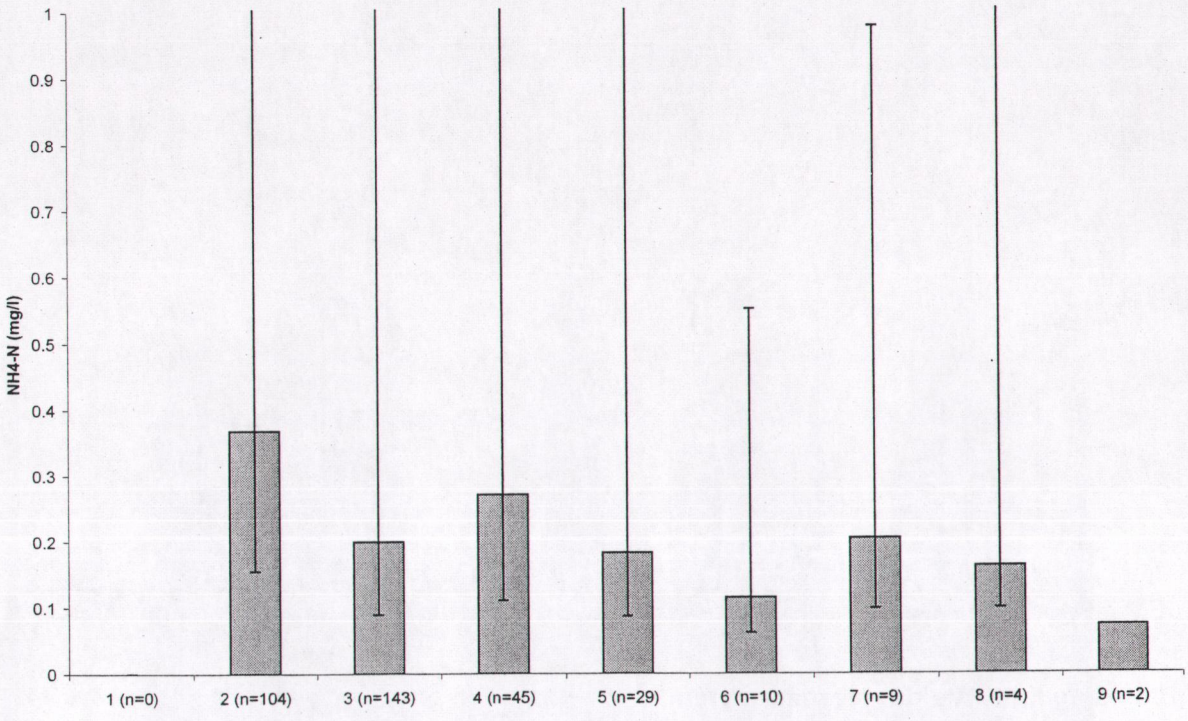
Afbeelding II.11. Totaal-P macrofyten



Afbeelding II.12. Kjeldahl-N macrofyten



Afbeelding II.13. Ammonium macrofyten



BIJLAGE III a t/m c Resultaten directe ordinatie (DCCA) macrofauna (a en b) en macrofyten (c)

III.a. DCCA macrofauna en velddata (108 actief en 1 passief monster)

variabele	correlatie as1	correlatie as2
BDS_klei	0.28	-0.02
BDS_slib	-0.43	0.04
BDS_vast	0.64	0.10
BDS_zand	-0.21	-0.29
BRD	0.65	-0.07
BSD	-0.27	0.09
FLB	0.14	0.18
HEL	0.24	-0.42
ISO	-0.10	0.45
KRS	-0.30	-0.22
KWL	-0.34	-0.02
MDB	0.27	0.30
MDP	0.45	0.17
ovp_and	0.09	-0.06
ovp_grd	-0.04	-0.22
REU	0.01	-0.06
STR	-0.37	-0.29
veg_dryf	-0.57	-0.44
veg_em	-0.29	0.45
veg_sub	-0.39	-0.09

```
**** Summary ****

 Axes                                 1      2      3      4  Total inertia

 Eigenvalues                     :  .162   .111   .073   .064         4.122
 Species-environment correlations :  .910   .891   .932   .895
 Cumulative percentage variance
    of species data              :  3.9    6.6    8.4    9.9
    of species-environment relation: 14.6   24.5   31.1   36.8

 Sum of all unconstrained eigenvalues                              4.122
 Sum of all canonical     eigenvalues                              1.111

*** Unrestricted permutation ***

 Seeds:  23239   945

 **** Summary of Monte Carlo test ****

 Test of significance of first canonical axis: eigenvalue =     .162
                                               F-ratio    =    3.560
                                               P-value    =     .0050

 (  199 permutations under reduced model)
```

III.b. DCCA macrofauna + fysisch-chemische data en velddata (55 actief en 54 passieve monsters)

variabele	correlatie as1	correlatie as2
BDS_klei	0.36	-0.08
BDS_slib	-0.37	-0.28
BDS_vast	0.47	0.33
BDS_zand	-0.21	-0.22
BRD	0.51	0.36
BSD	-0.19	0.23
FLB	0.05	0.43
HEL	0.43	-0.30
ISO	-0.06	0.25
KRS	-0.16	-0.21
KWL	-0.24	0.17
MDB	0.21	0.06
MDP	0.33	0.26
ovp_and	0.09	-0.04
ovp_grd	-0.06	-0.25
REU	0.08	0.01
STR	-0.21	-0.18
veg_dryf	-0.50	-0.59
veg_em	-0.35	0.33
veg_sub	-0.33	-0.02
Chloride	0.71	-0.15
NH4-N	0.13	-0.13
Tot-p	0.20	-0.38
Zuurstof	0.27	0.24
N-Kj	0.21	-0.02
NO2.NO3	0.27	0.04
CHLA	0.29	-0.18

```
**** Summary ****

 Axes                                 1      2      3      4  Total inertia

 Eigenvalues                     :  .230   .153   .148   .090         3.532
 Species-environment correlations :  .960   .963   .989   .956
 Cumulative percentage variance
    of species data              :   6.5   10.8   15.0   17.6
    of species-environment relation: 11.6   19.3   26.7   31.2

 Sum of all unconstrained eigenvalues                              3.532
 Sum of all canonical     eigenvalues                              1.989

*** Unrestricted permutation ***

 Seeds:  23239   945
 **** Summary of Monte Carlo test ****
 Test of significance of first canonical axis: eigenvalue =     .230
                                               F-ratio    =   1.878
                                               P-value    =    .0050

 (  199 permutations under reduced model)
```

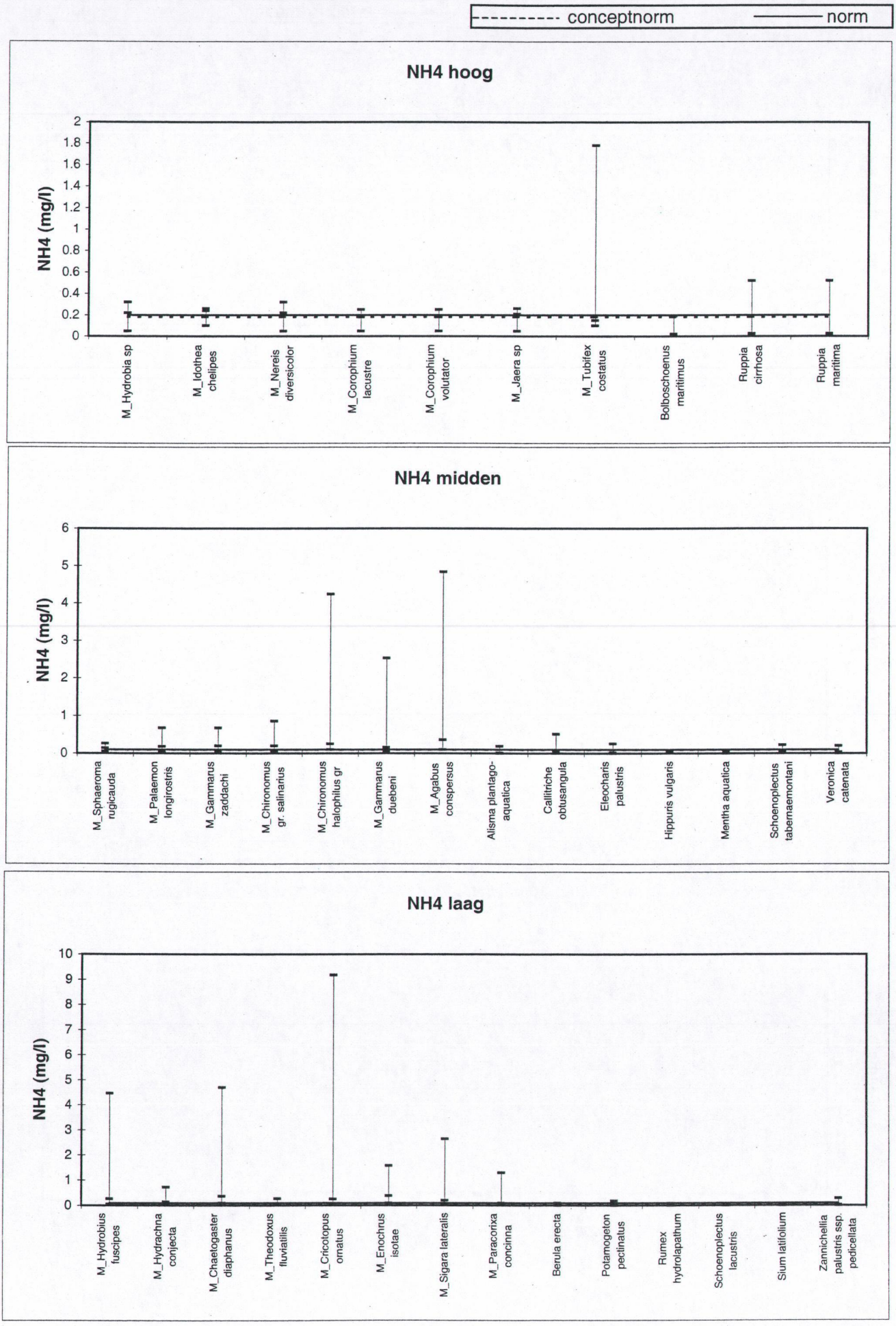
III.c. DCCA macrofauna + fysisch-chemische data en velddata (174 actief en 422 passieve monsters)

variabele	correlatie as1	correlatie as2
Zuurstof	0.28	0.04
NH4-N	0.43	0.08
Tot-p	0.39	0.16
Chloride	0.25	0.02
EGV	-0.28	-0.23
N-Kj	0.42	0.20
NO3	0.49	-0.10
Ortho-p	0.37	0.21
CHLA	0.09	0.36
pH	0.27	0.00
Temp	-0.37	-0.20
D_zicht	-0.34	-0.05

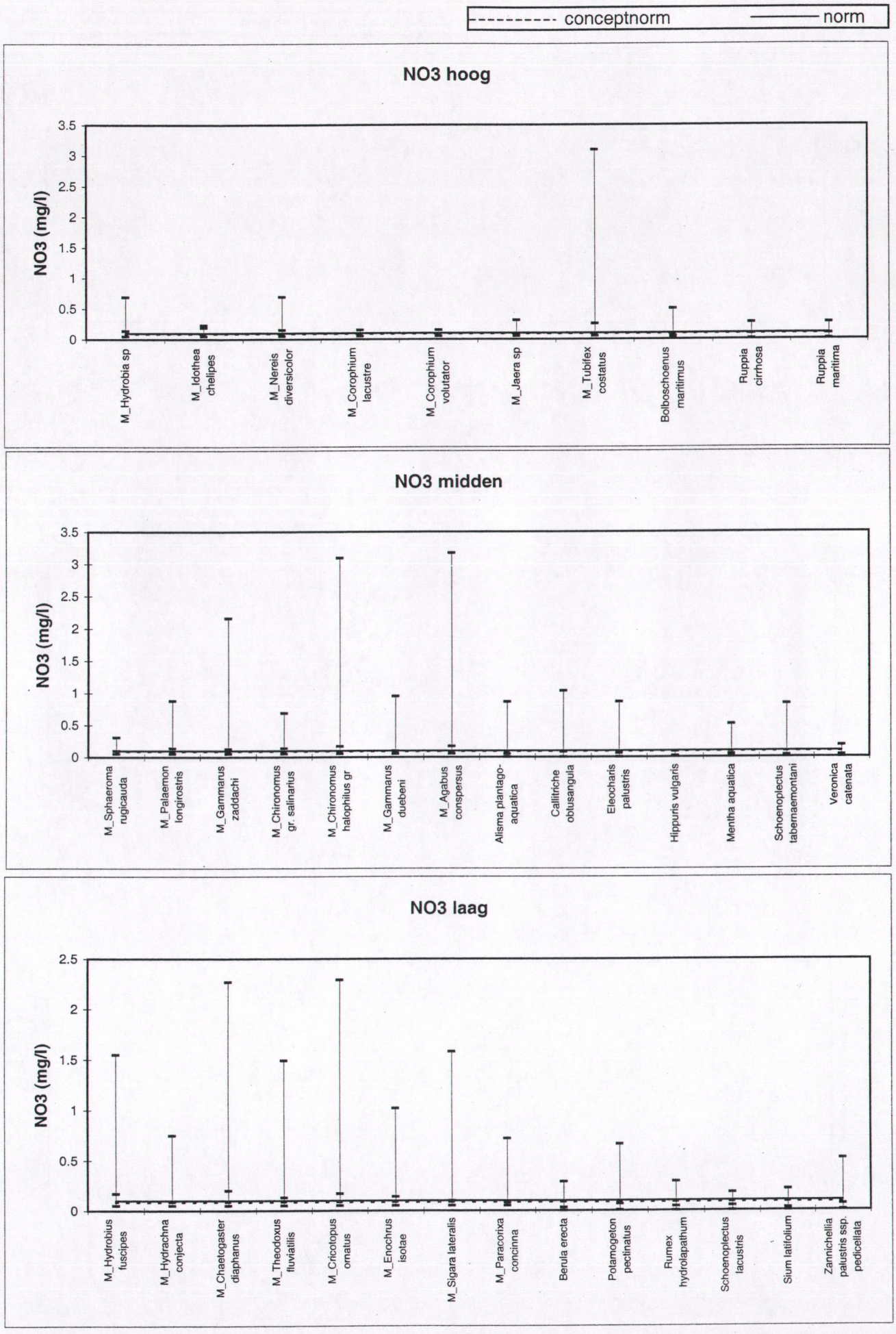
```
**** Summary ****
 Axes                                1       2       3       4  Total inertia

 Eigenvalues                    :   .232    .111    .077    .070         4.122
 Species-environment correlations :  .781    .612    .548    .506
 Cumulative percentage variance
    of species data             :   5.6     8.3    10.2    11.9
    of species-environment relation: 35.0   51.6    63.3    73.8

 Sum of all unconstrained eigenvalues                                    4.122
 Sum of all canonical     eigenvalues                                     .663

 *** Unrestricted permutation ***

 Seeds:  23239   945

 **** Summary of Monte Carlo test ****

 Test of significance of first canonical axis: eigenvalue =      .232
                                               F-ratio    =    9.602
                                               P-value    =     .0050

(  199 permutations under reduced model)
```

BIJLAGE IV Hoog-laaggrafieken licht-brakke boezemwateren

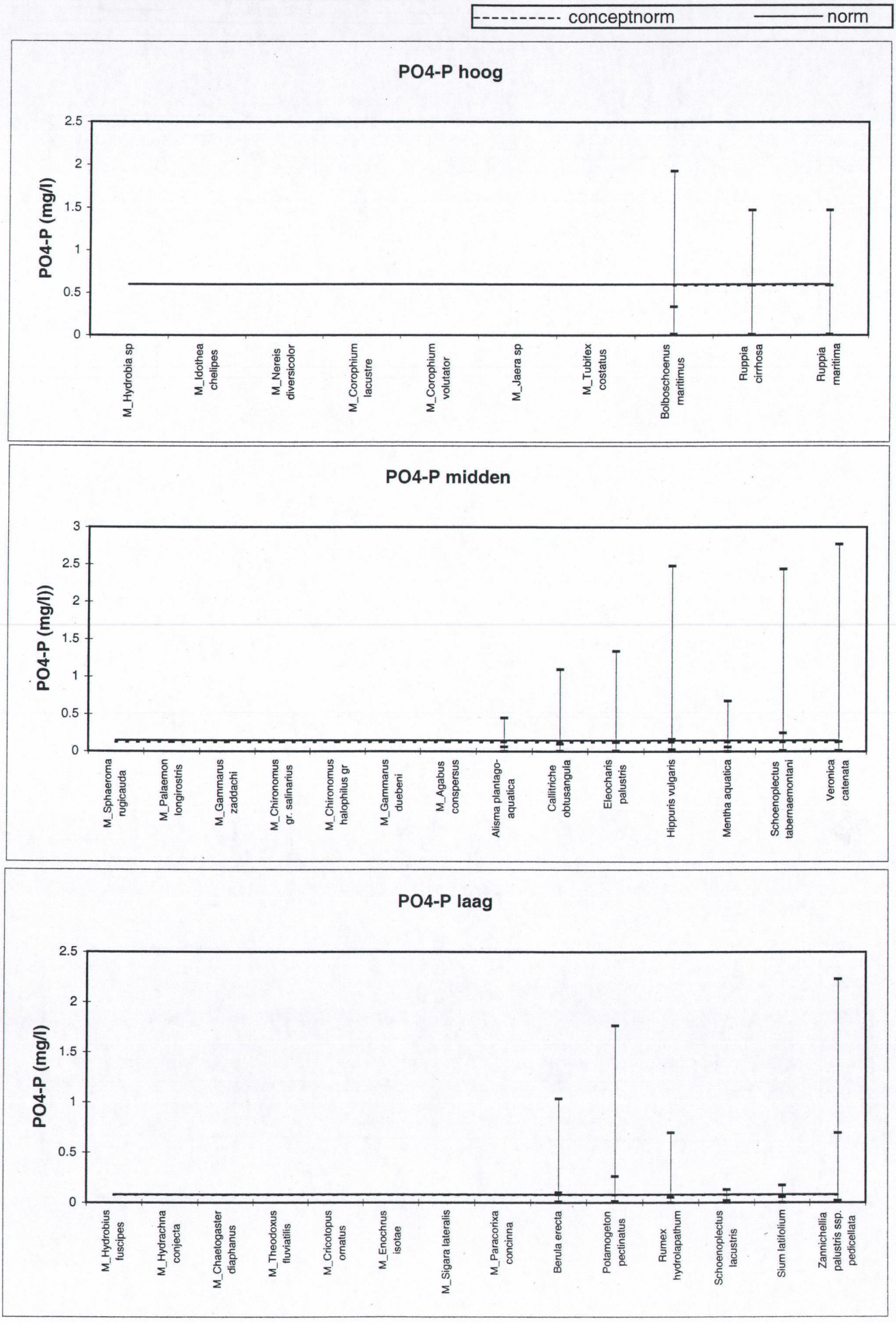
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter NH4 voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



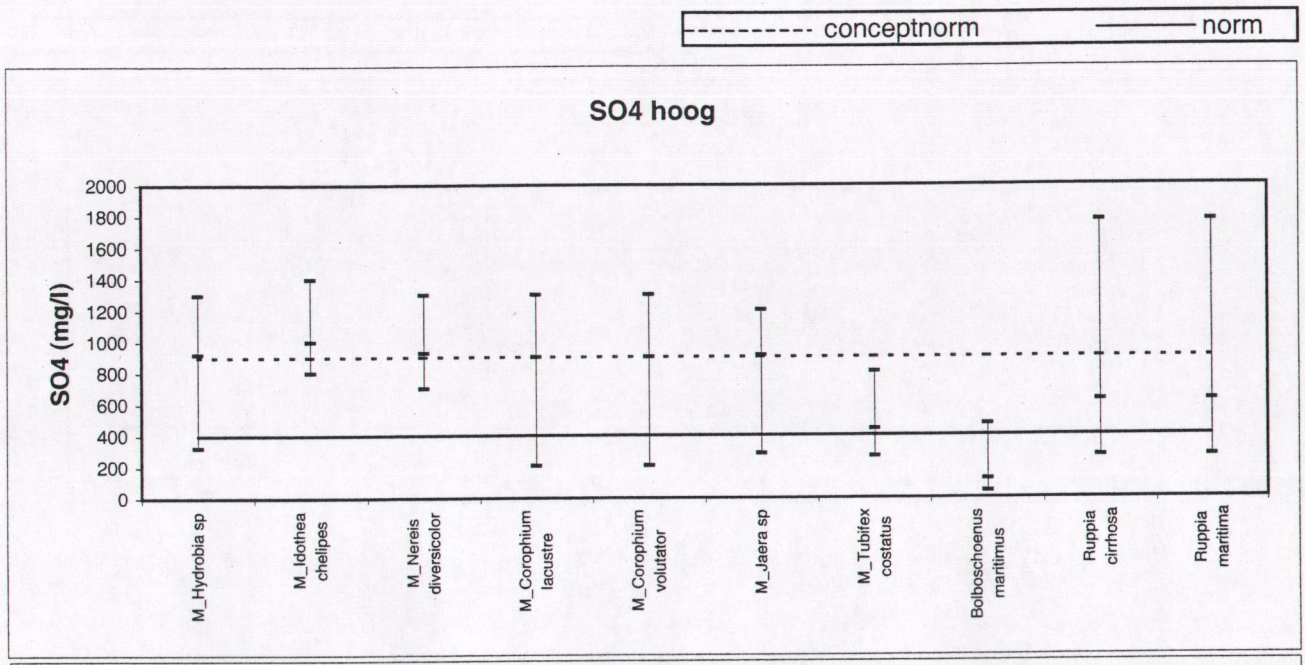
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter NO3 voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.

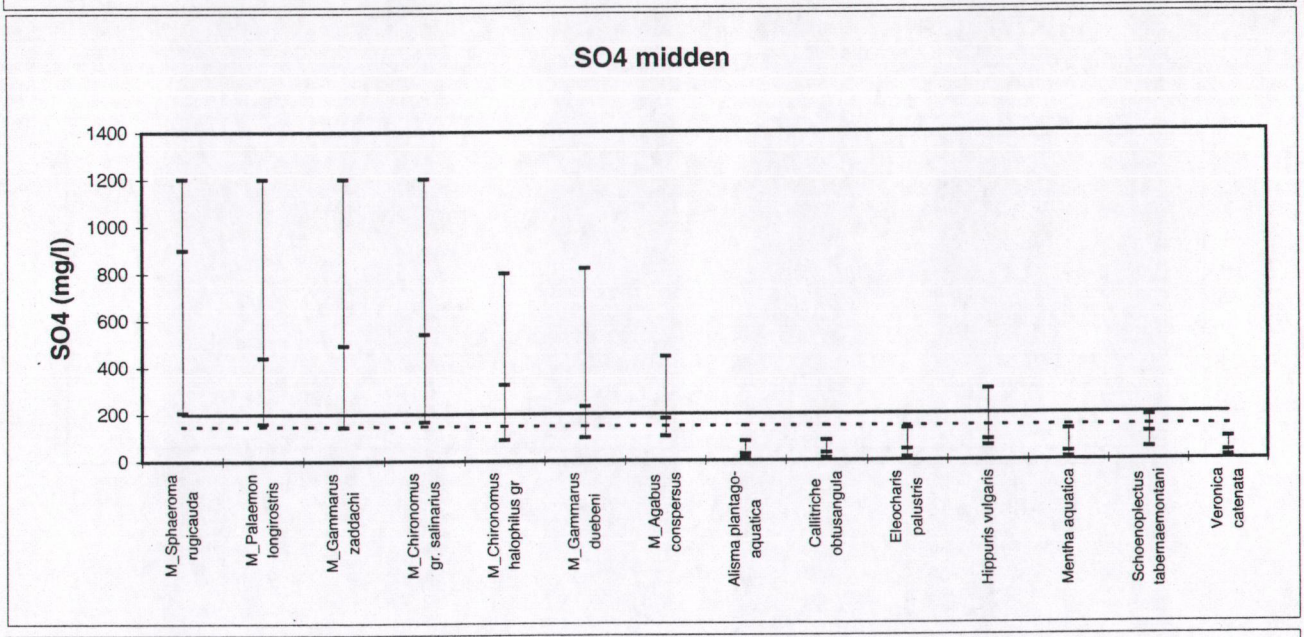


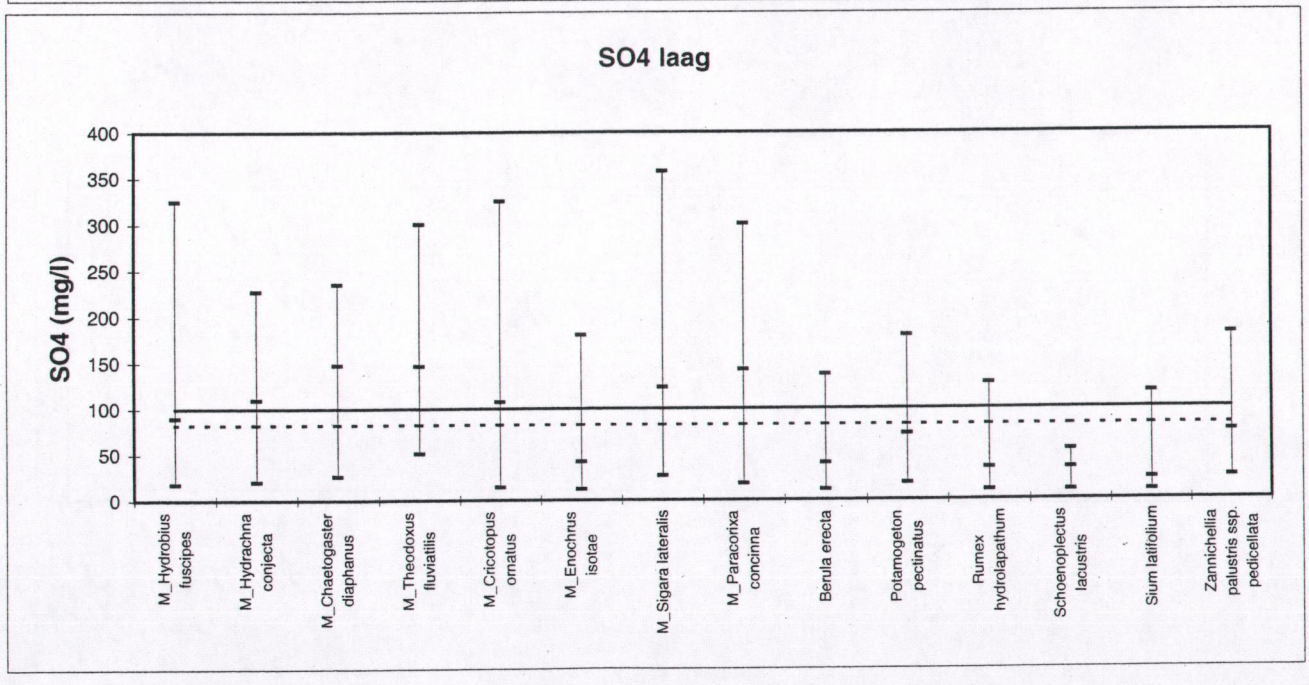
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter PO4-P voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



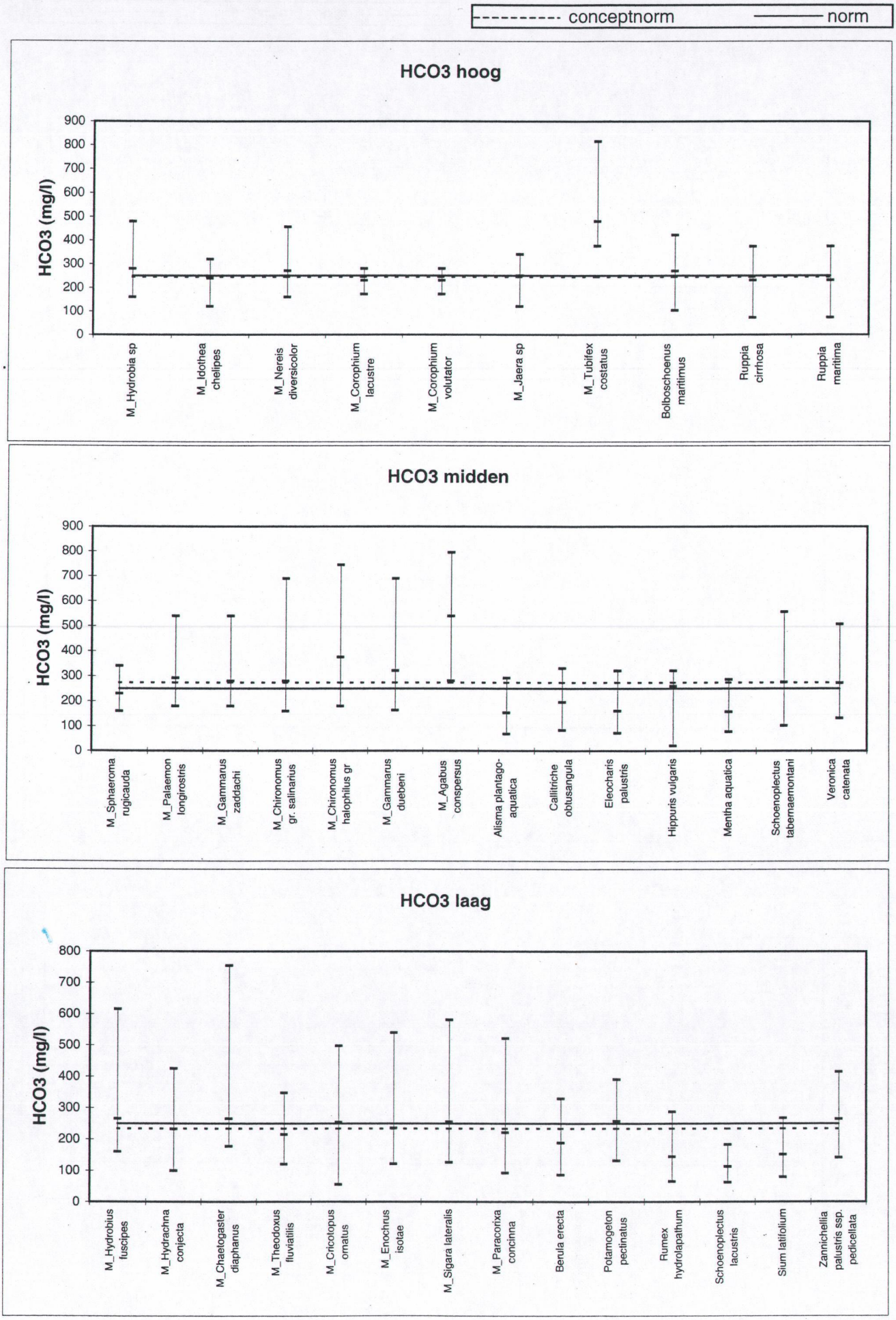
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter SO4 voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



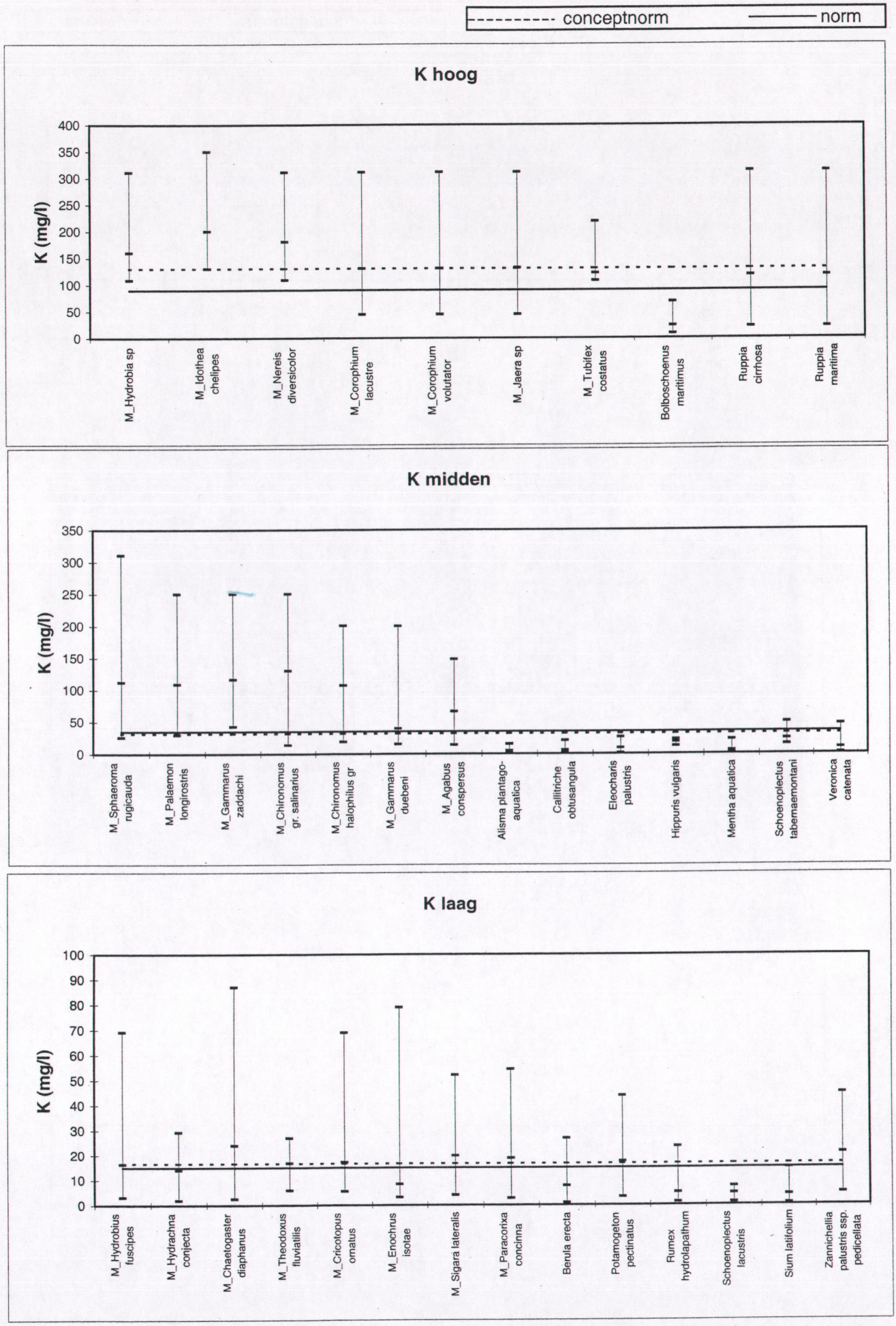




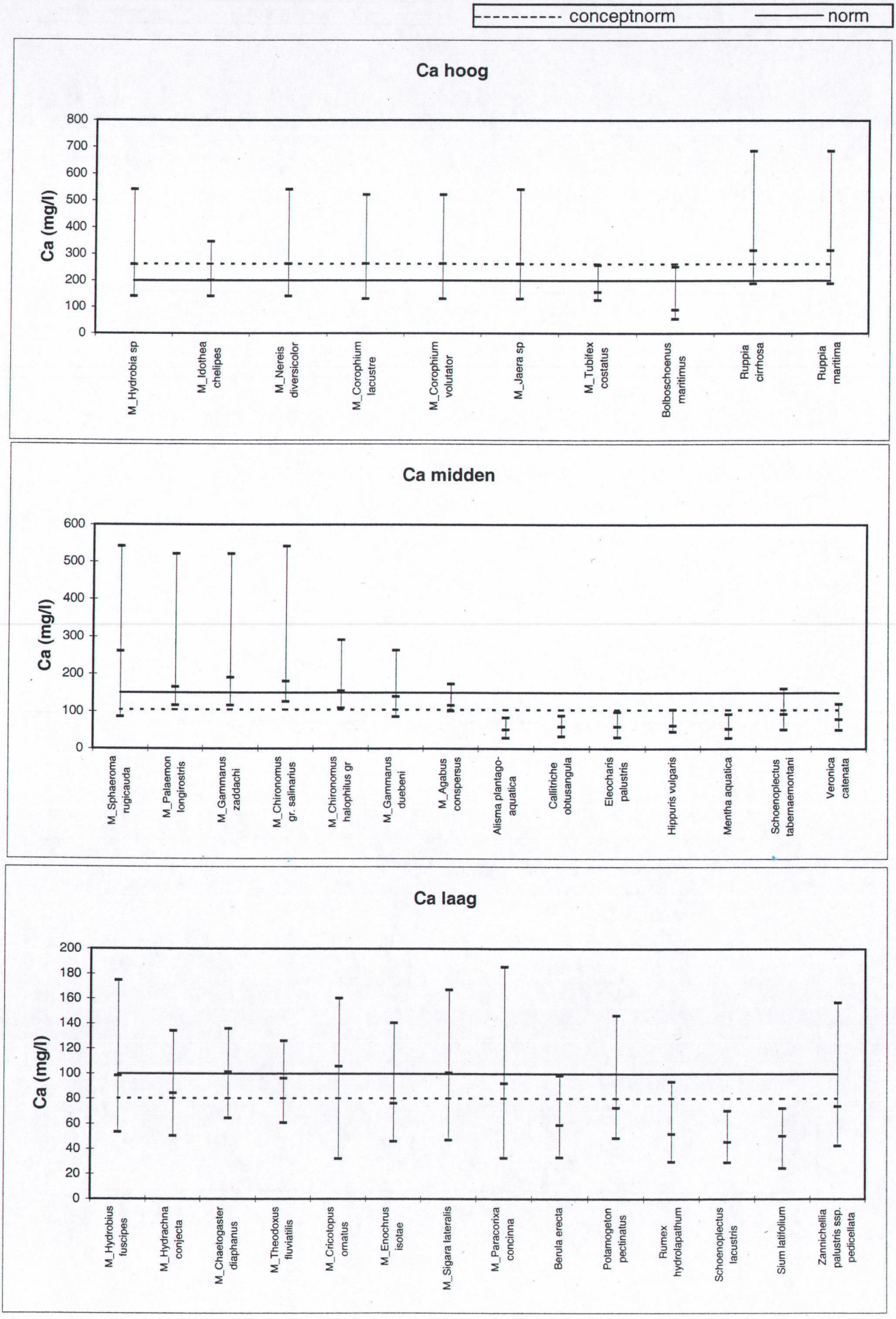
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter HCO3 voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



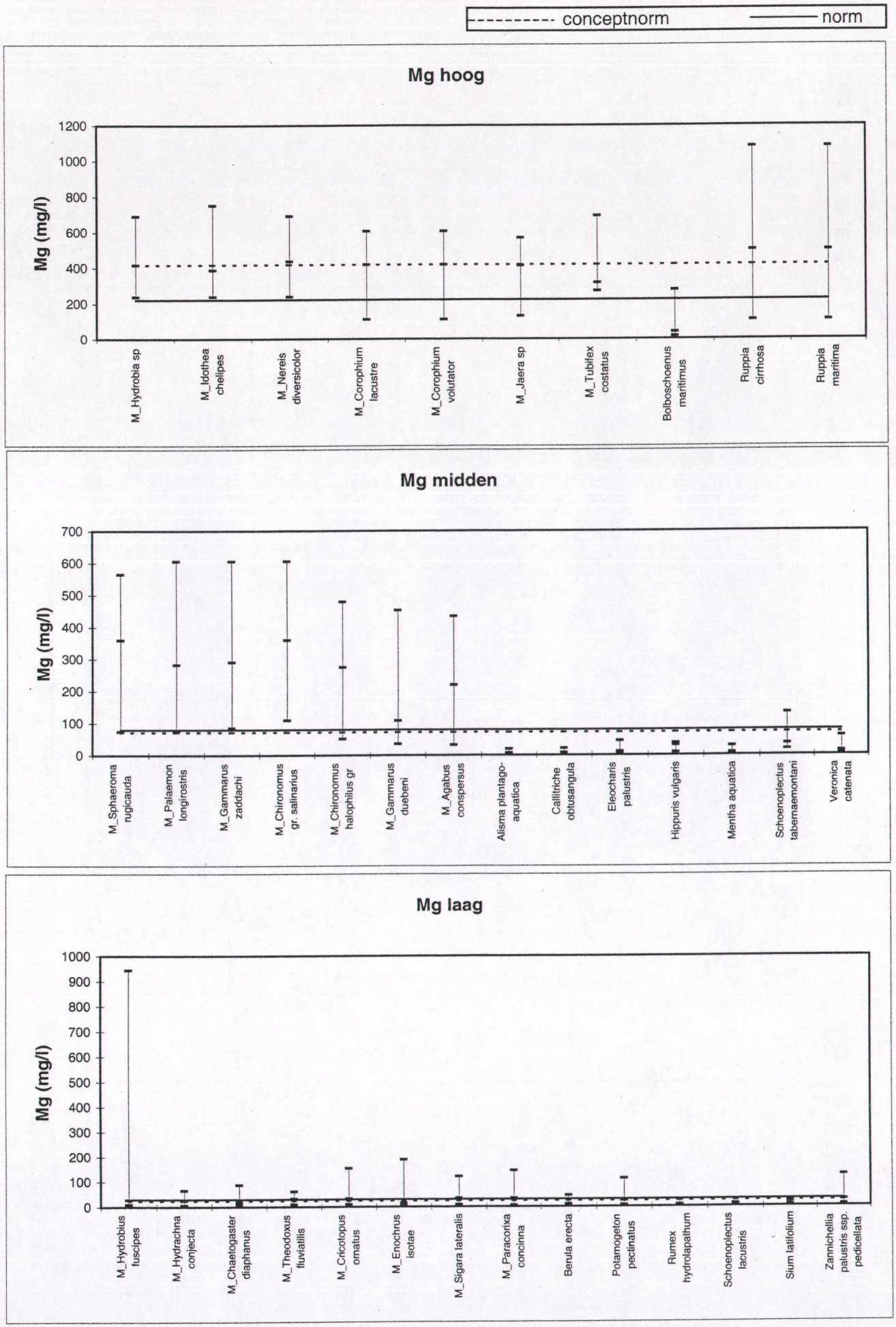
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter K voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



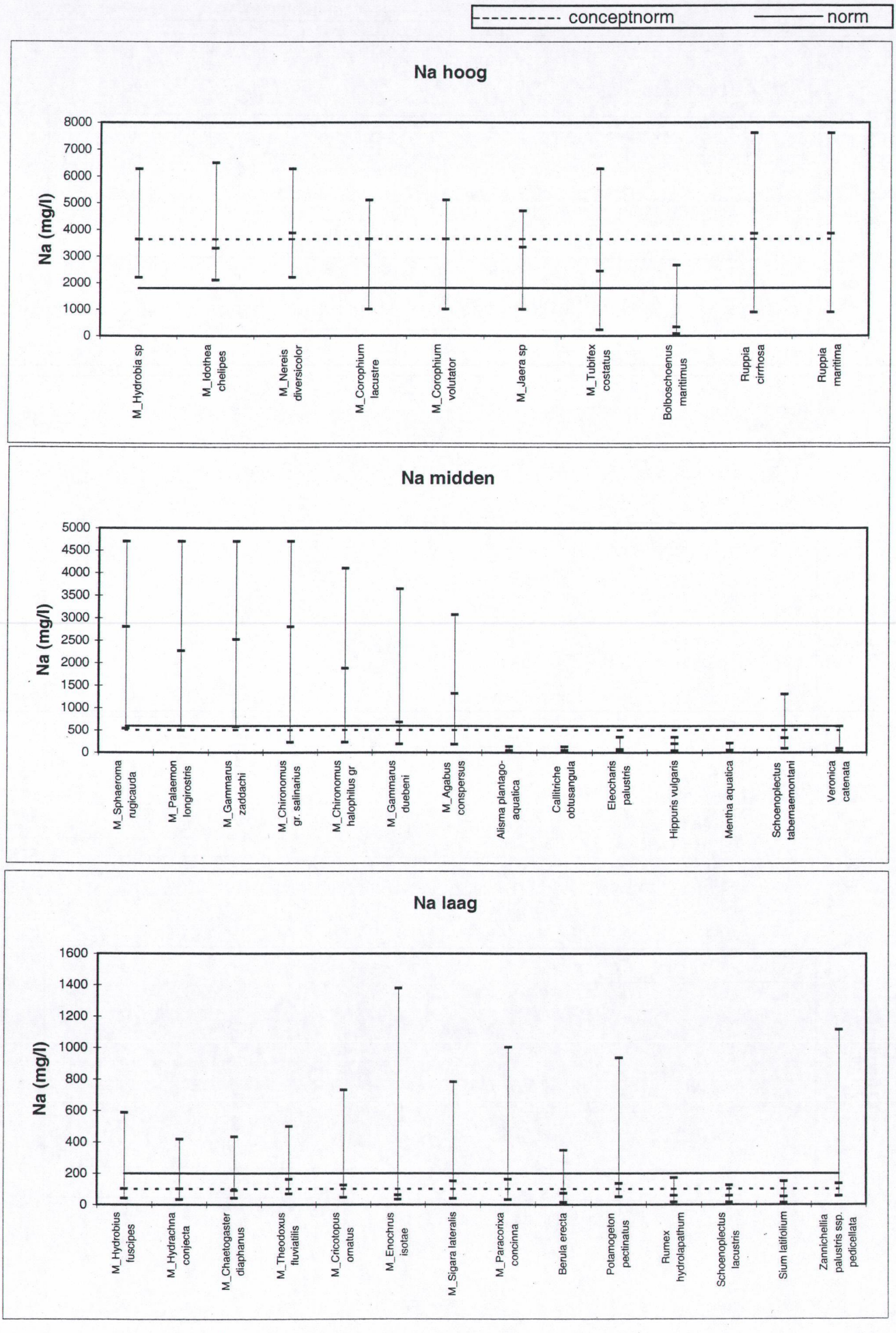
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Ca voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



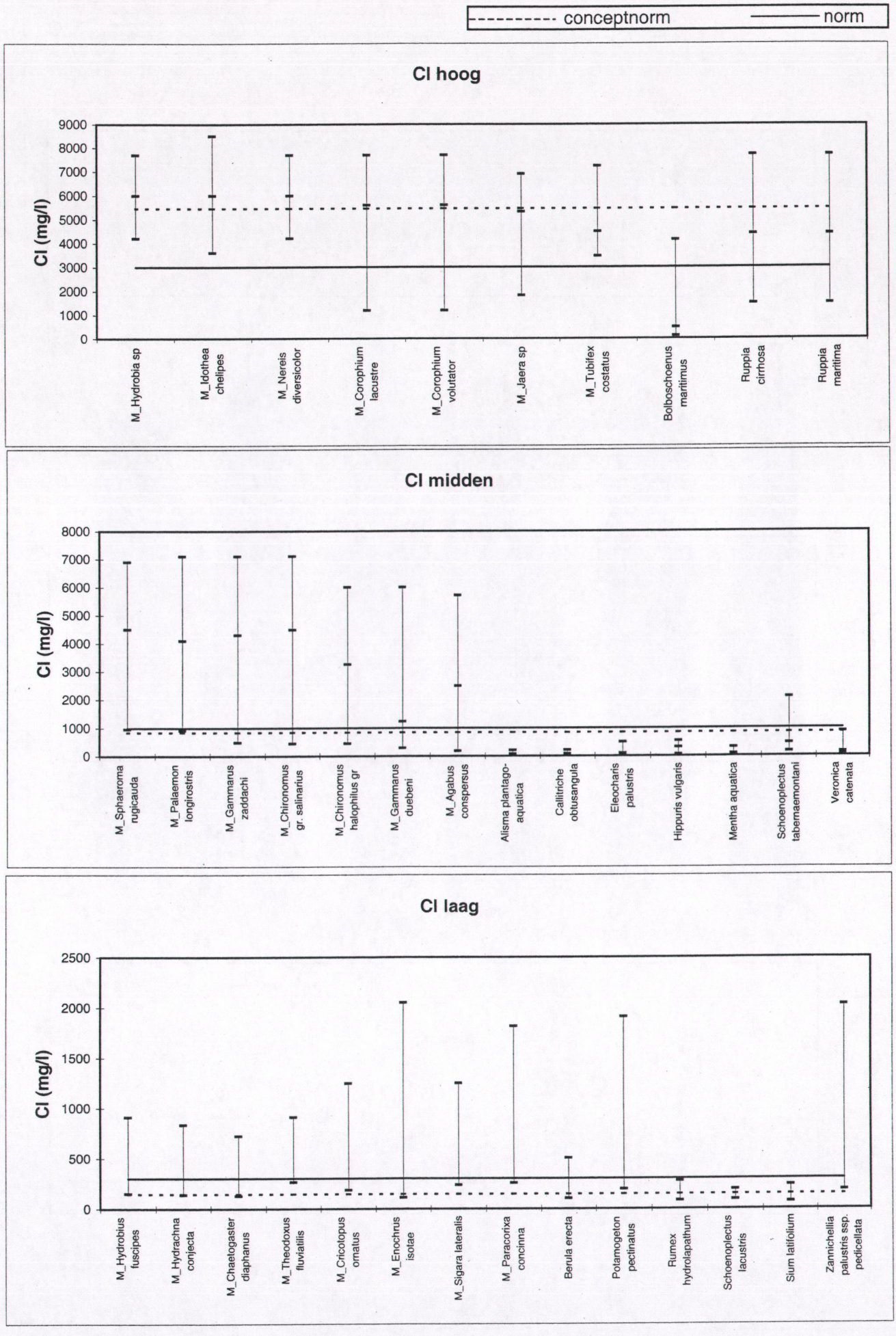
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Mg voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



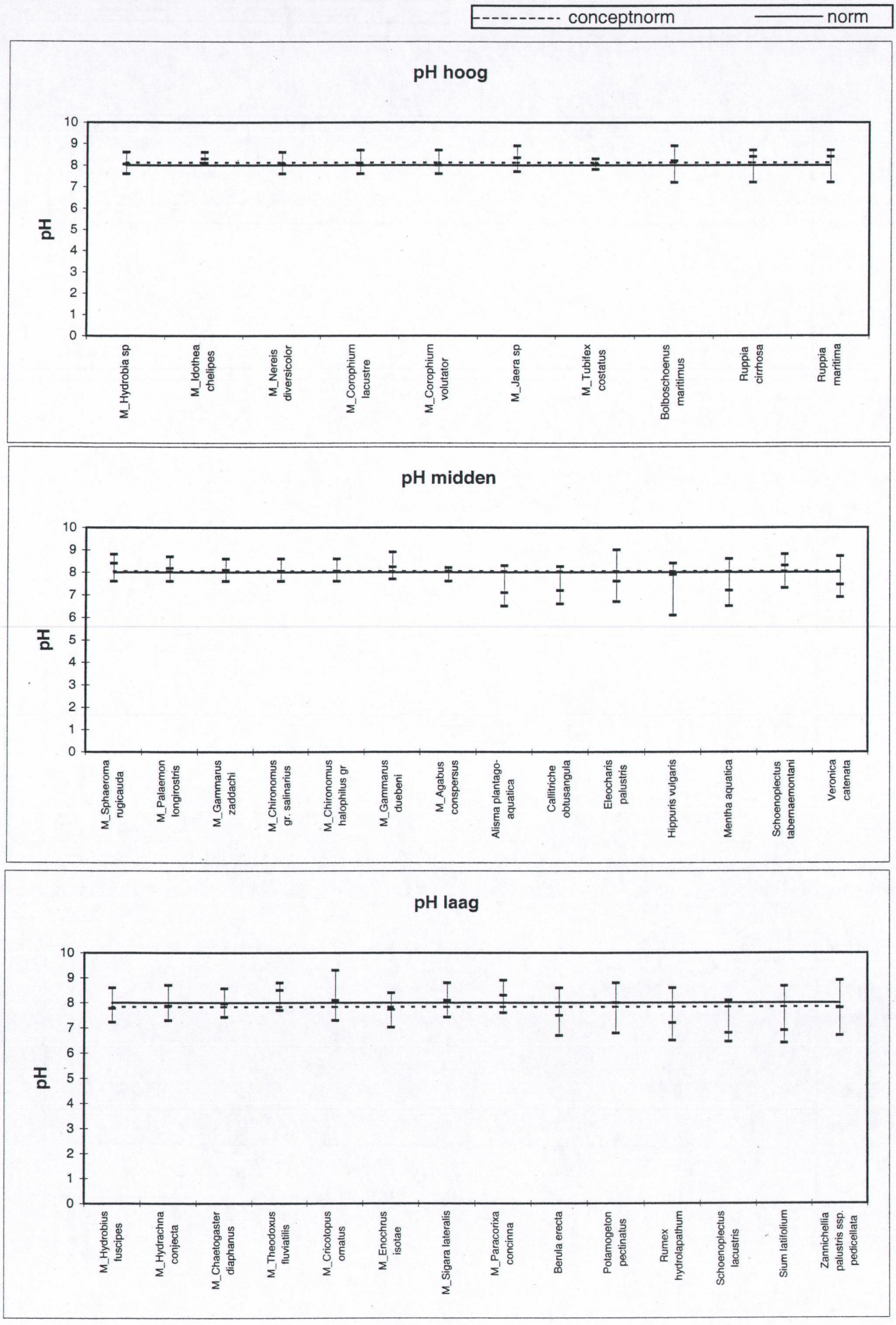
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Na voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



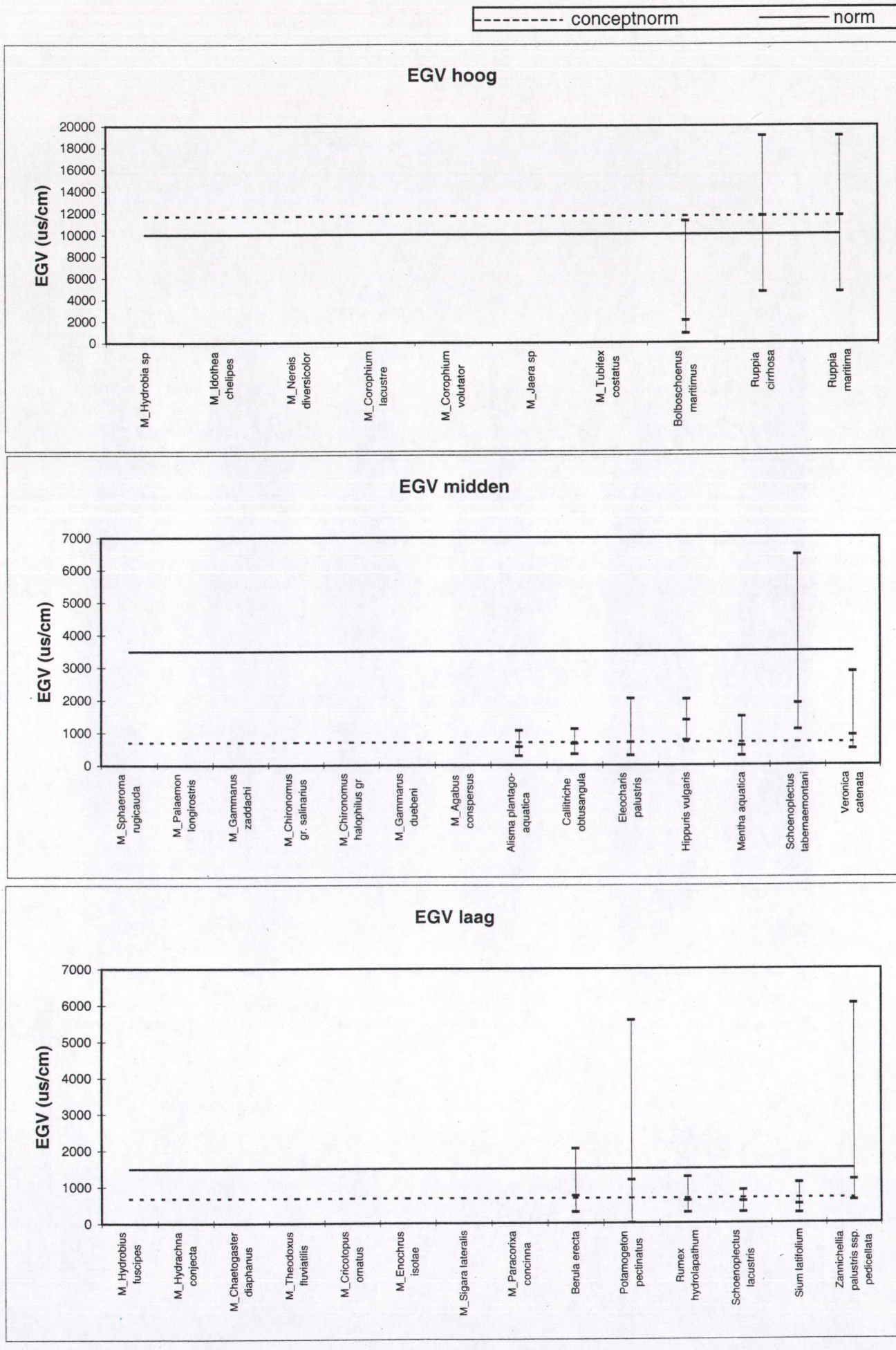
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Cl voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



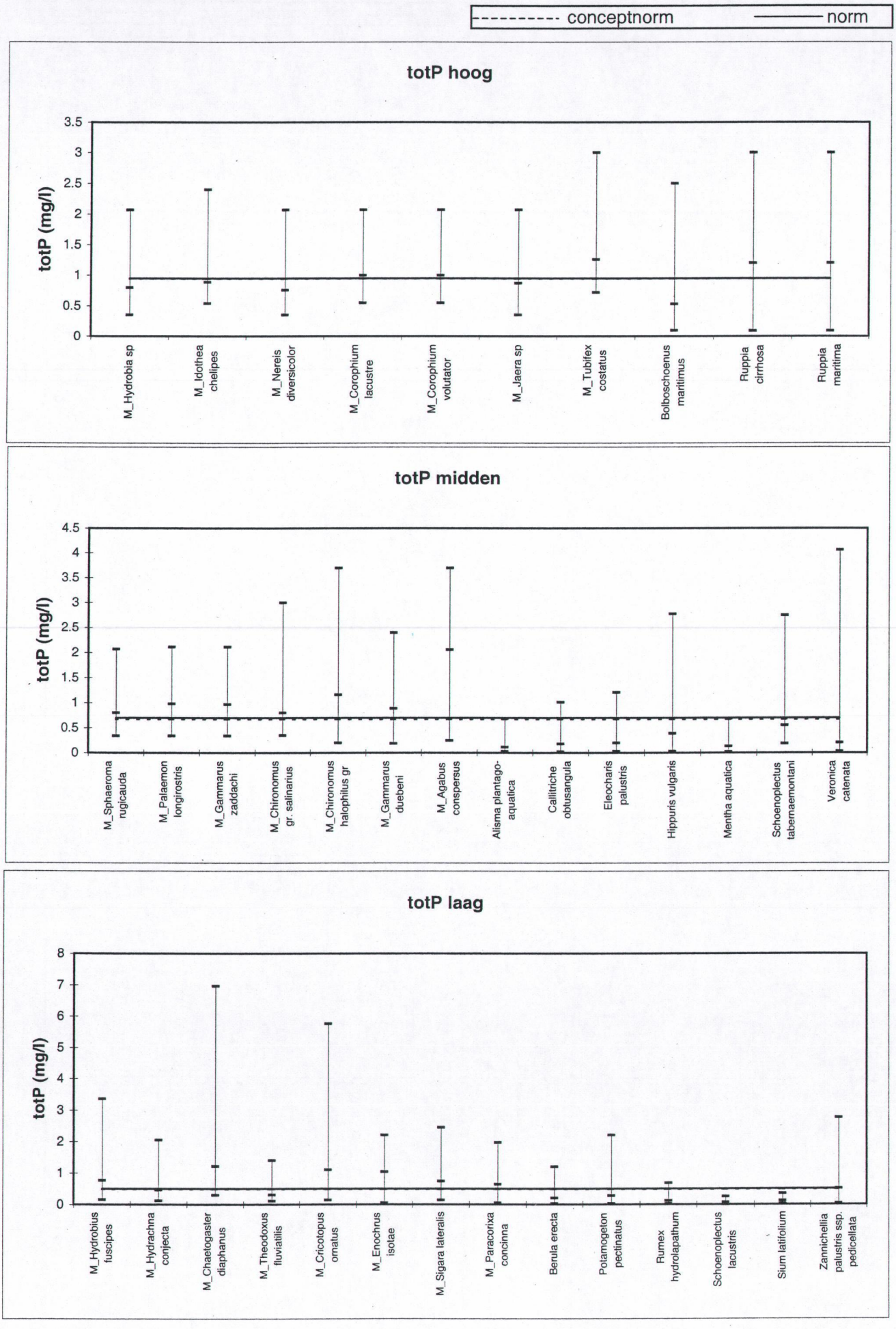
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter pH voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



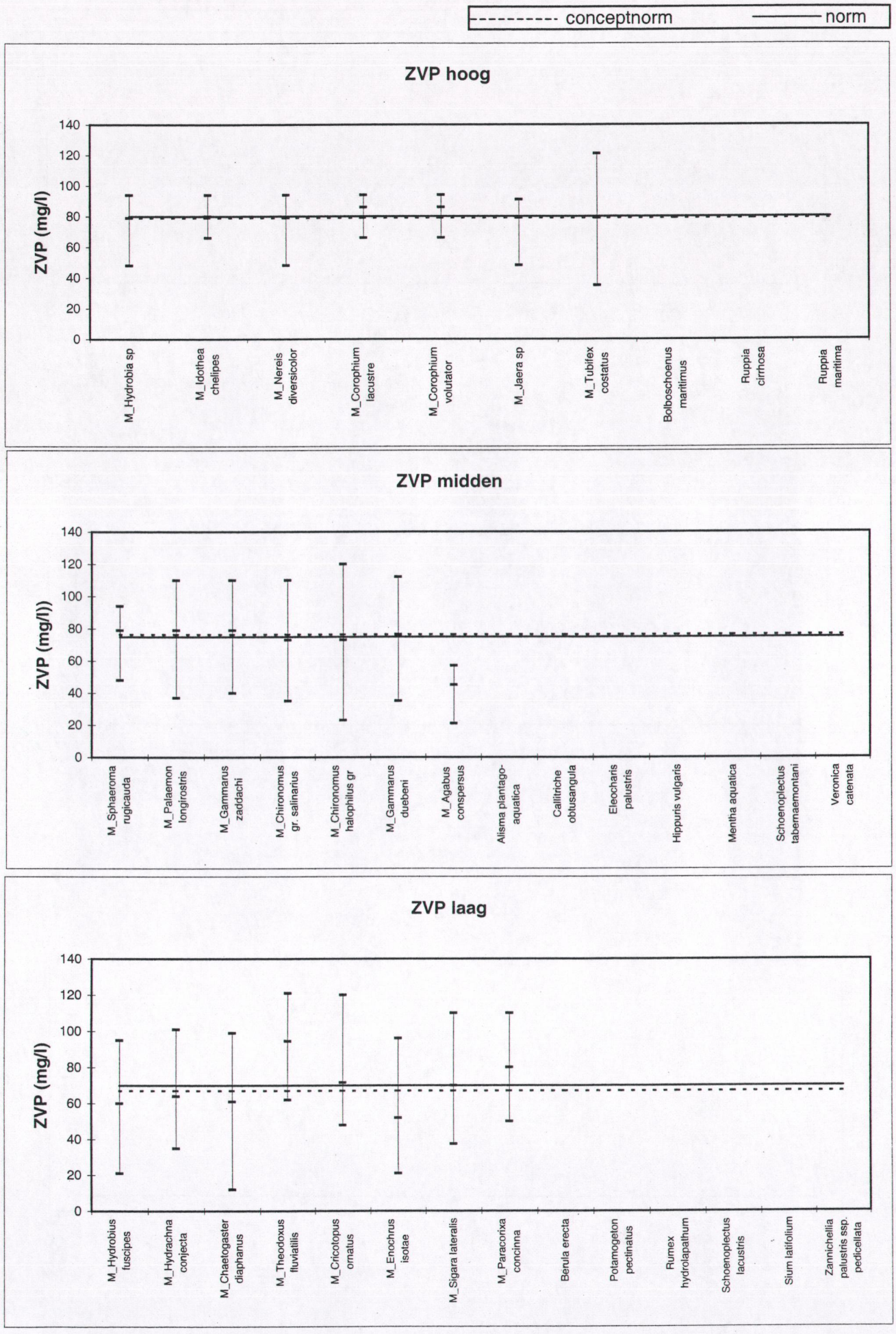
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter EGV voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren.



Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter tot-P voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren

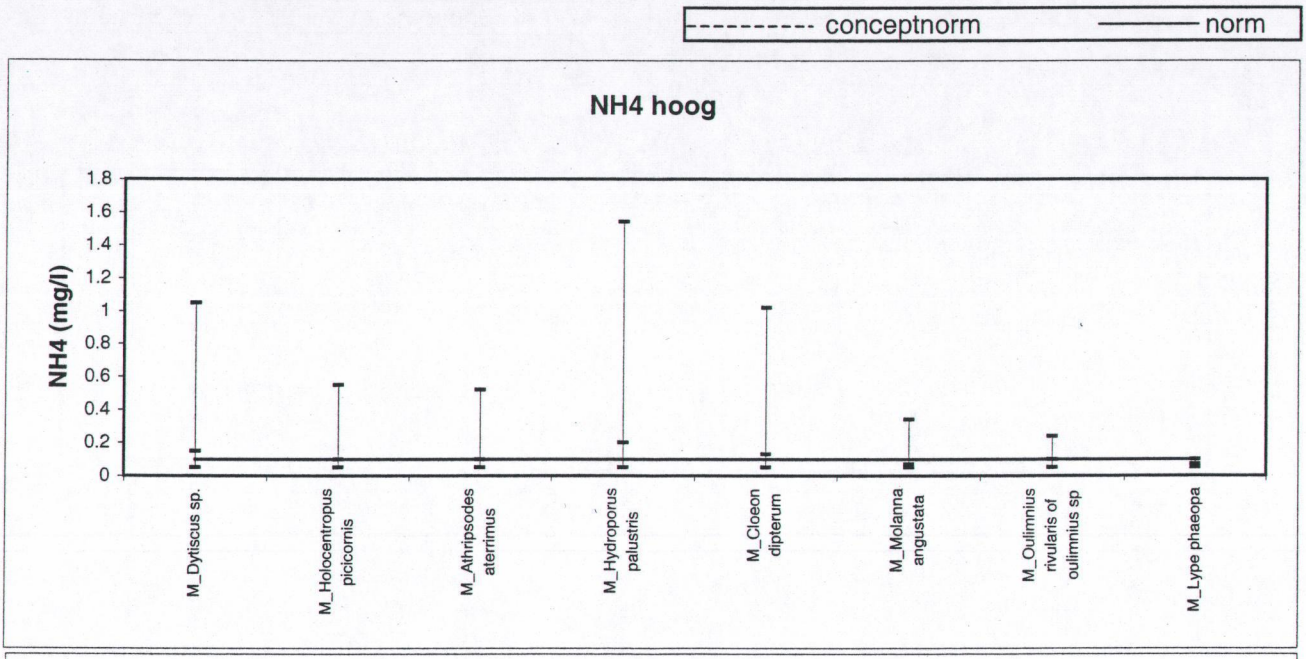


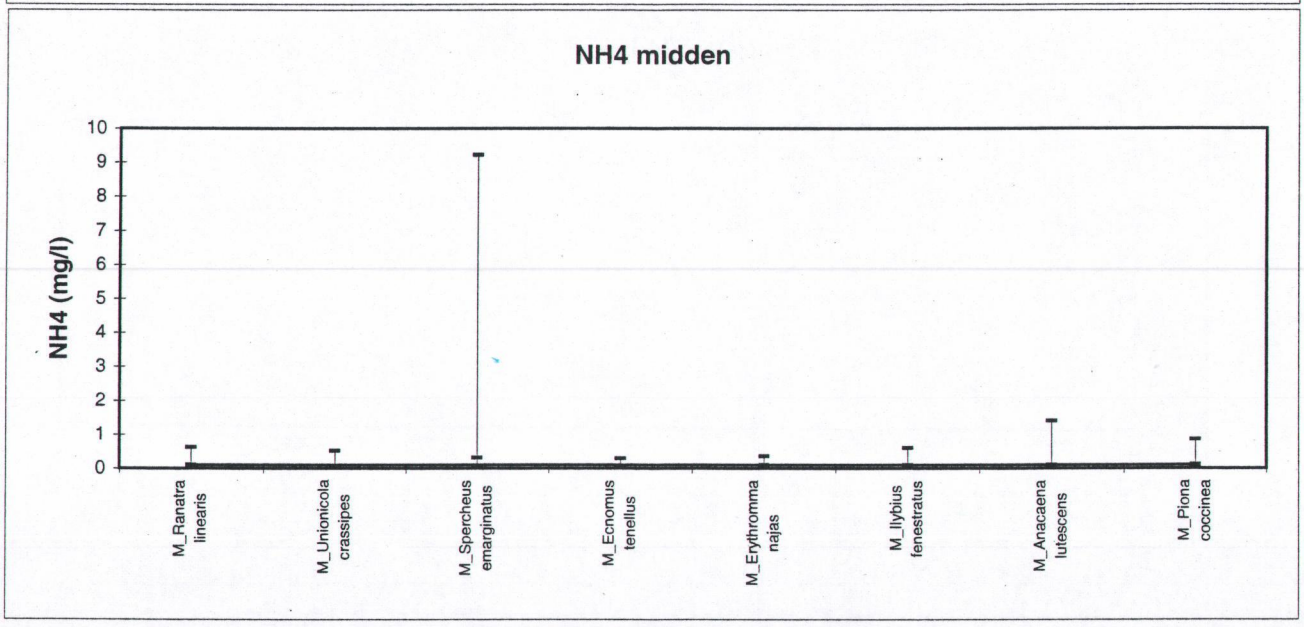
Bijlage IV. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Zuurstof Verzadigings Percentage voor het subwatertype licht-brakke boezemwateren

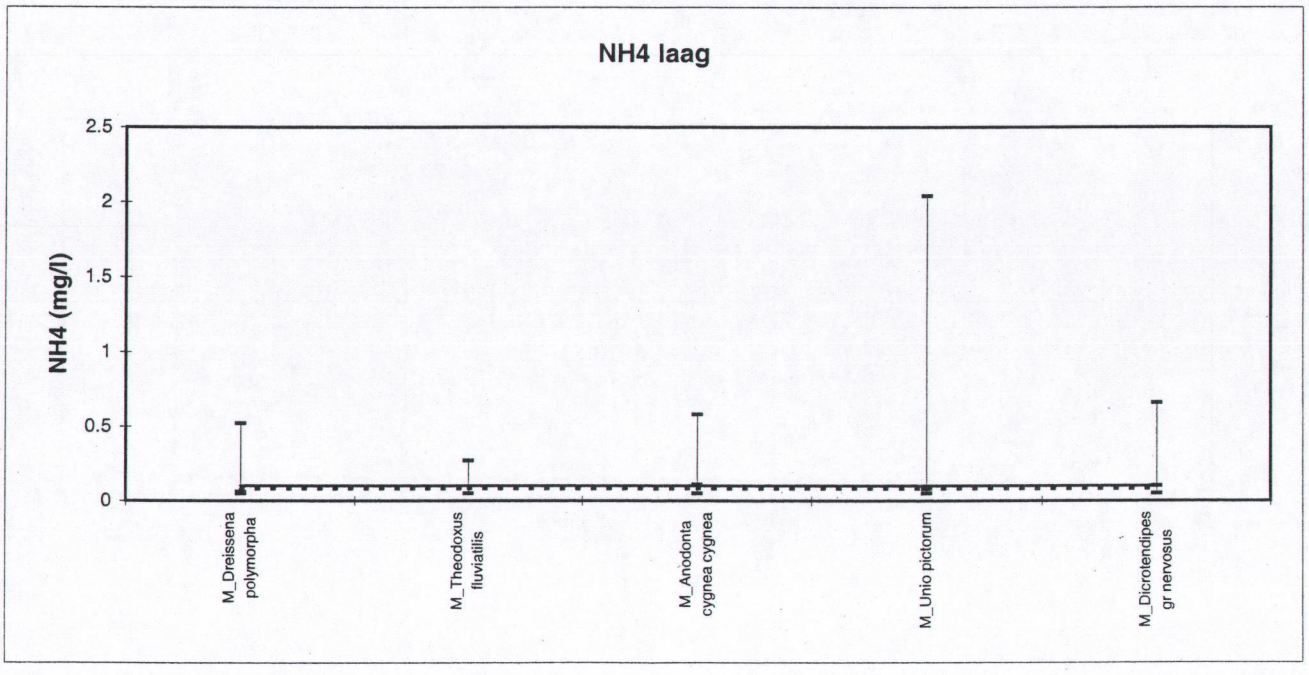


BIJLAGE V Hoog-laaggrafieken diepe boezemwateren

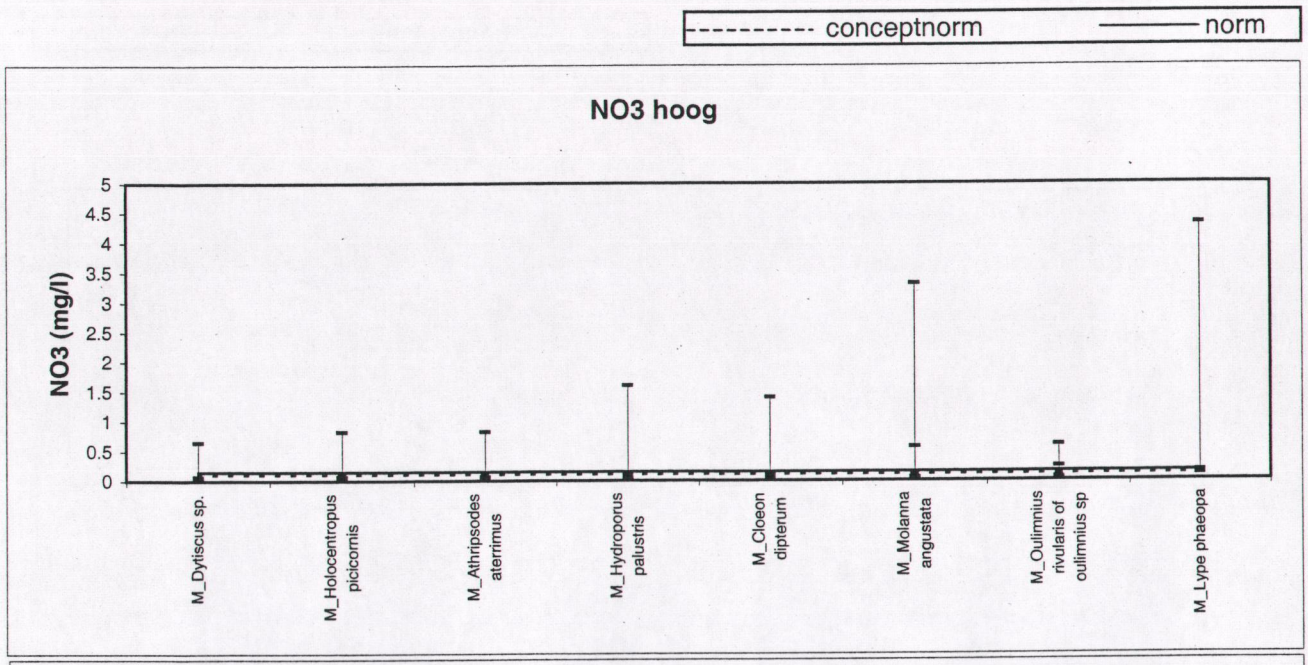
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter NH4-N voor het subwatertype diepe boezemwateren.

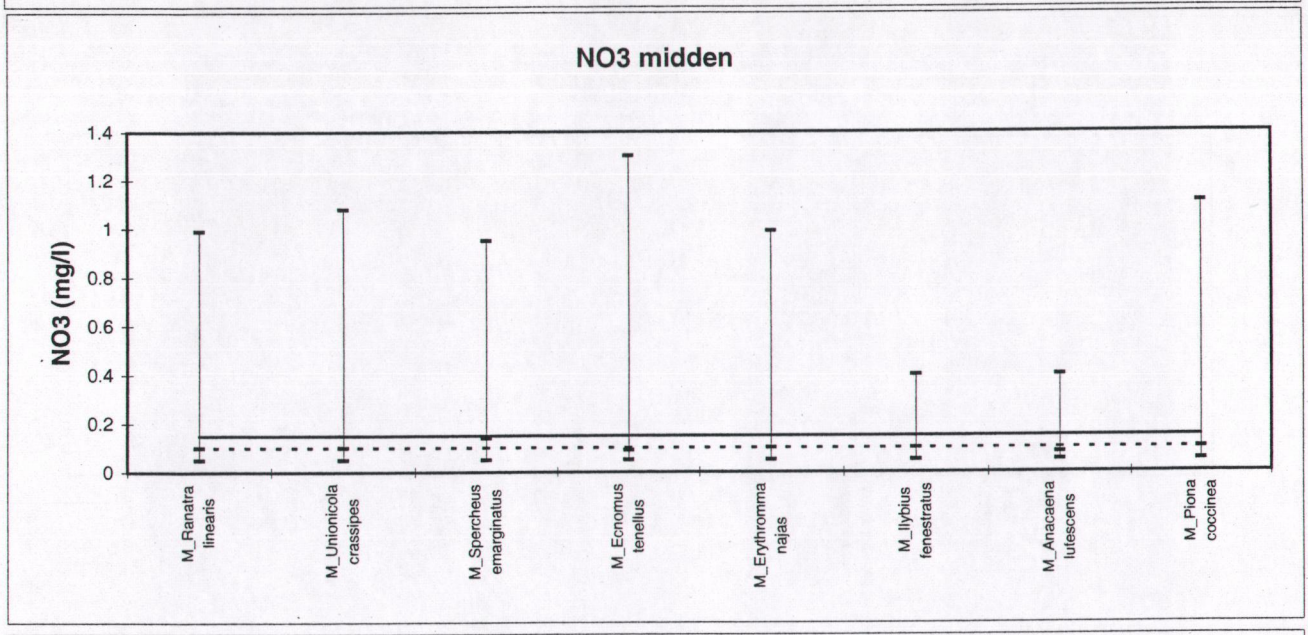


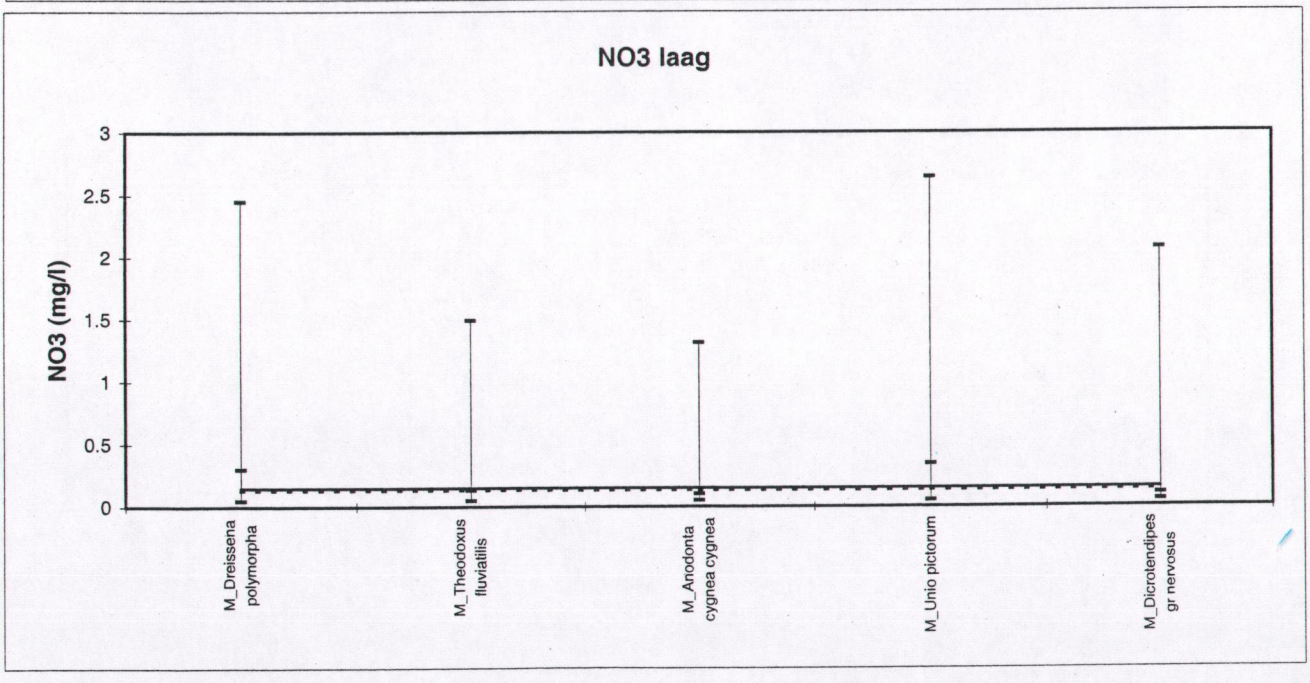




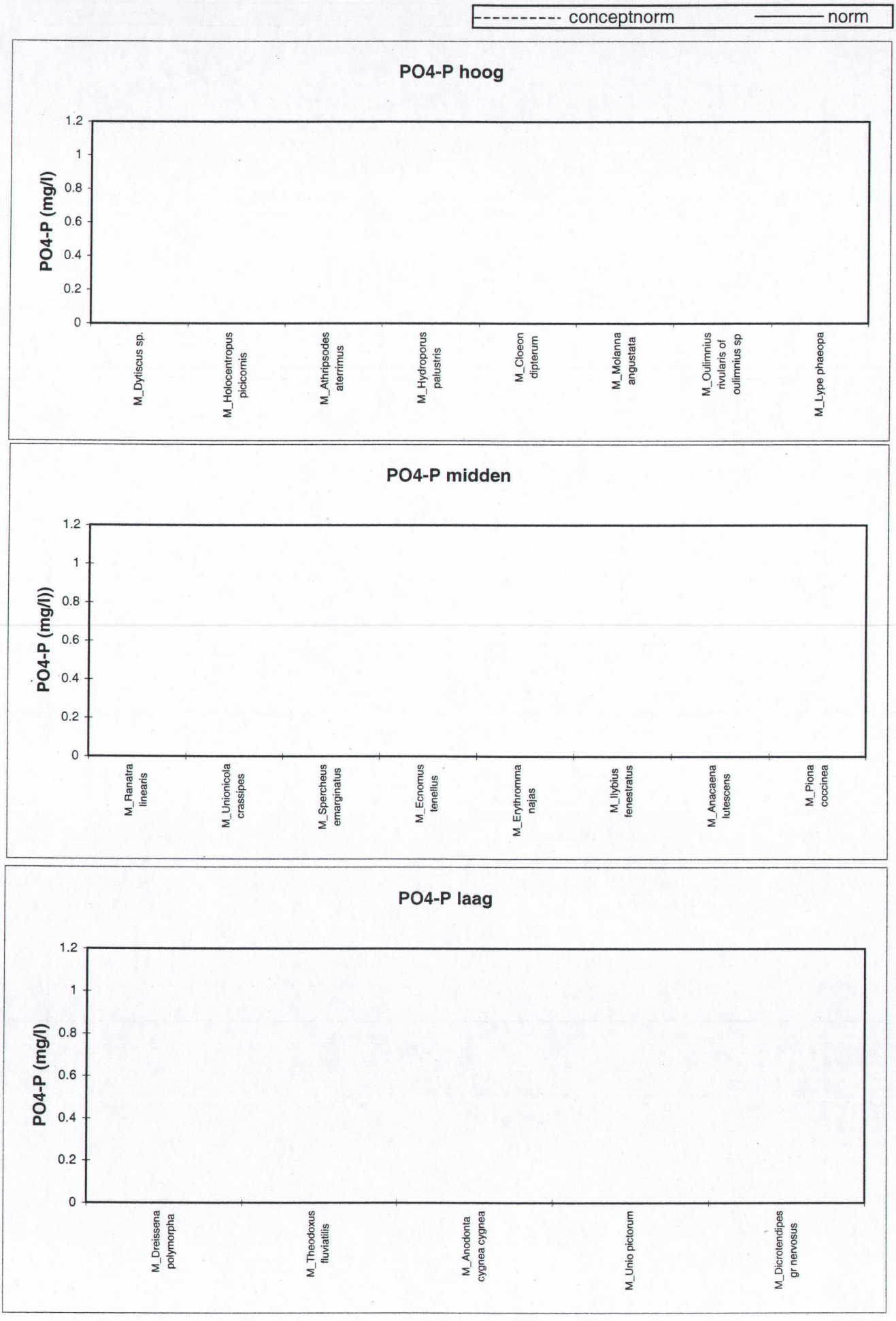
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter NO3-N voor het subwatertype diepe boezemwateren.



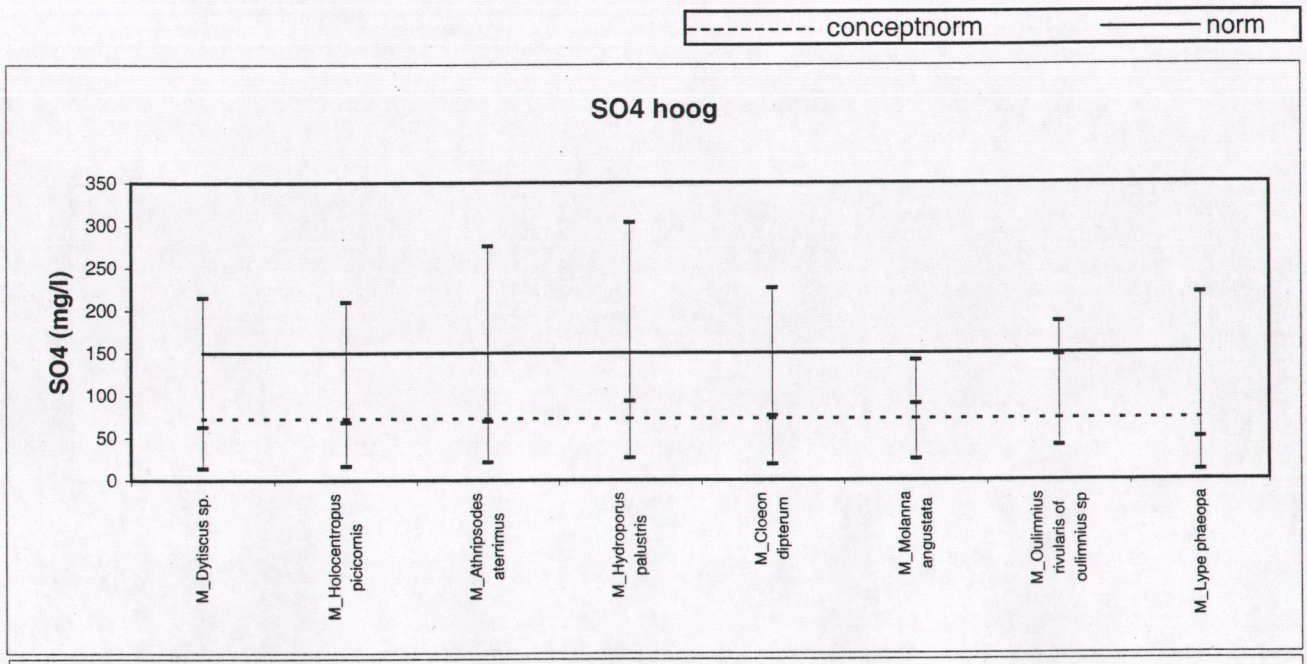


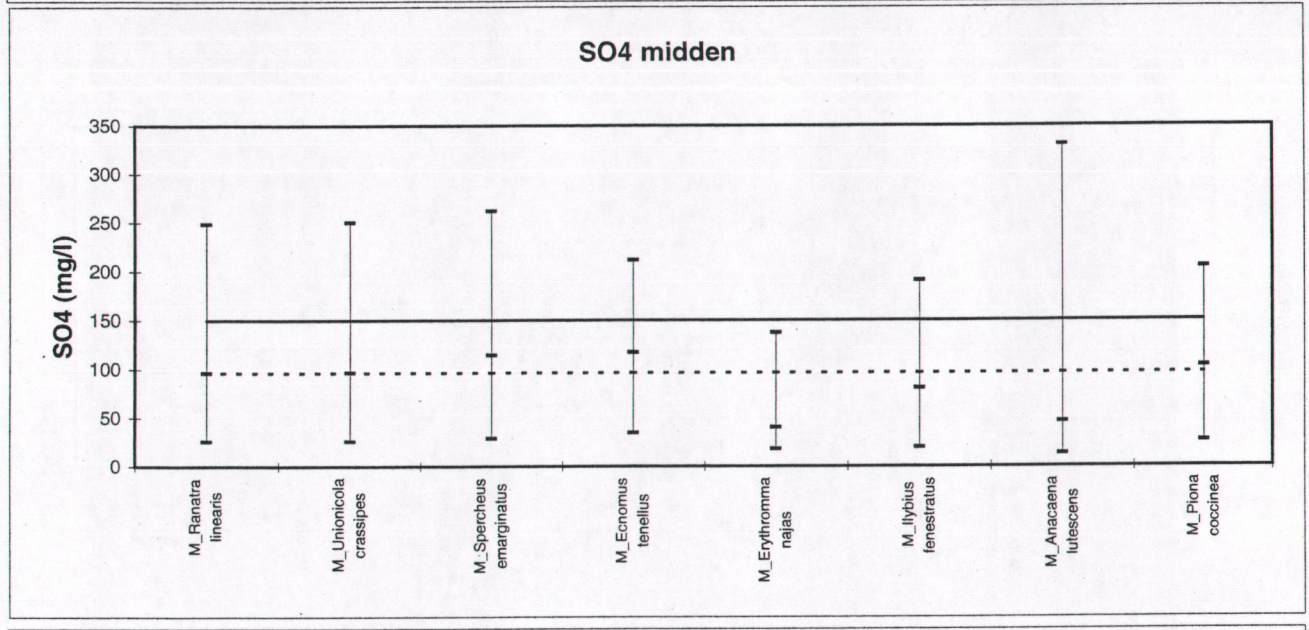


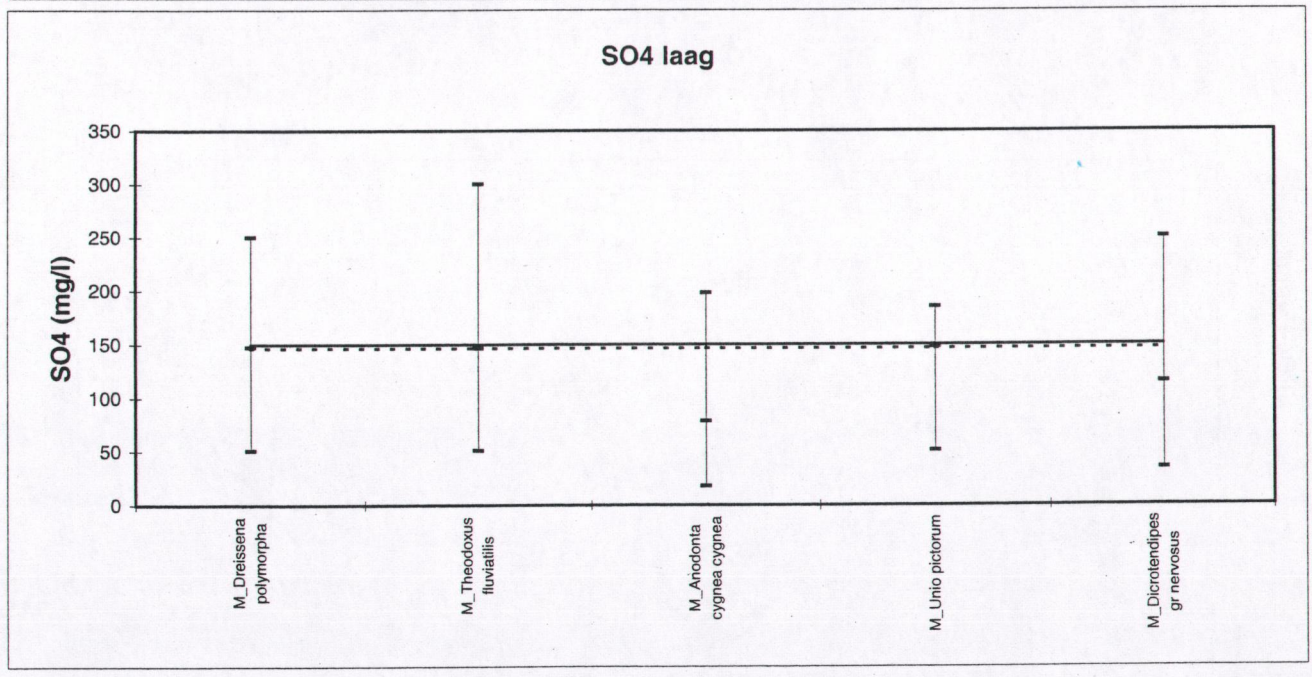
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter PO4-P voor het subwatertype diepe boezemwateren.



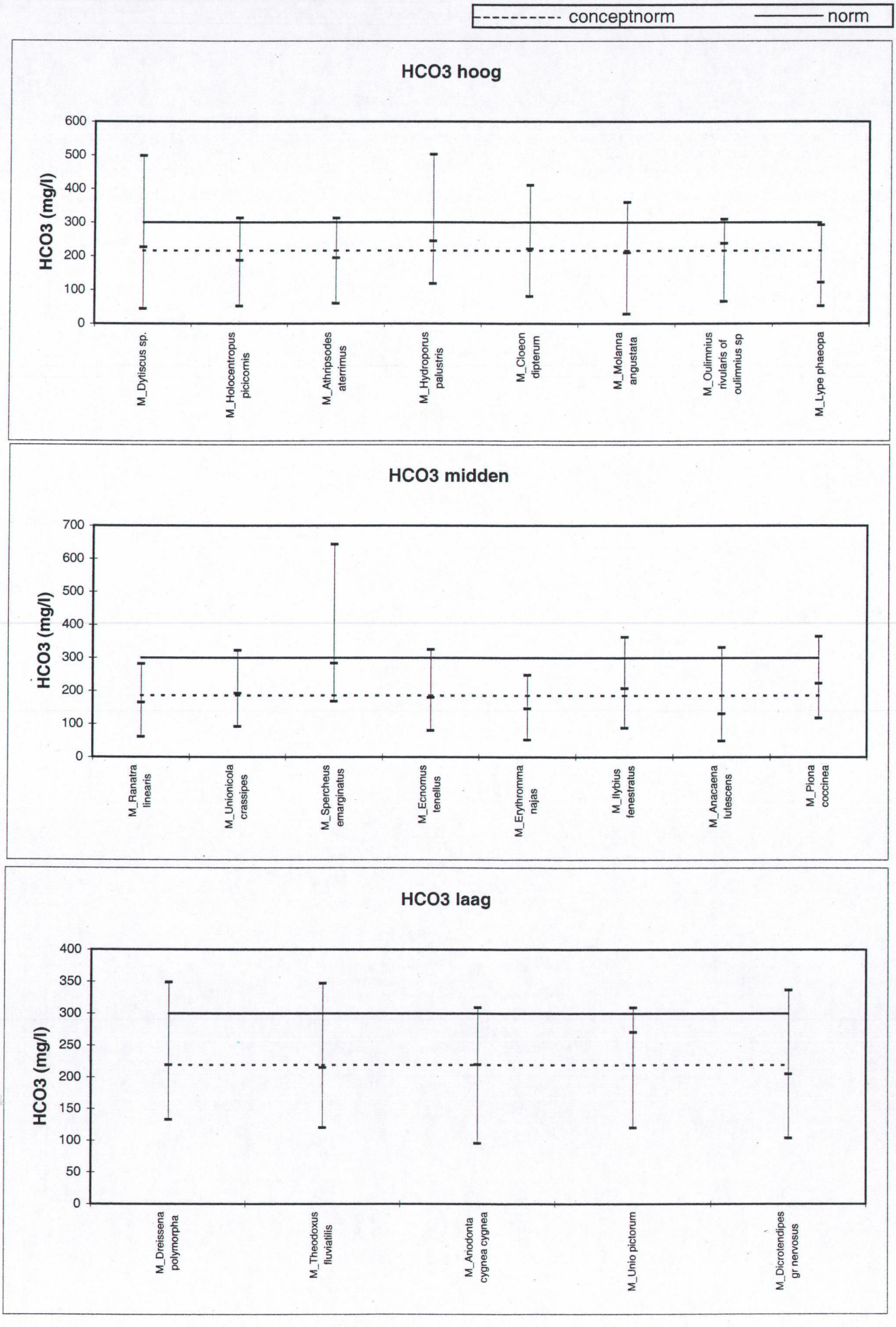
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter SO4 voor het subwatertype diepe boezemwateren.



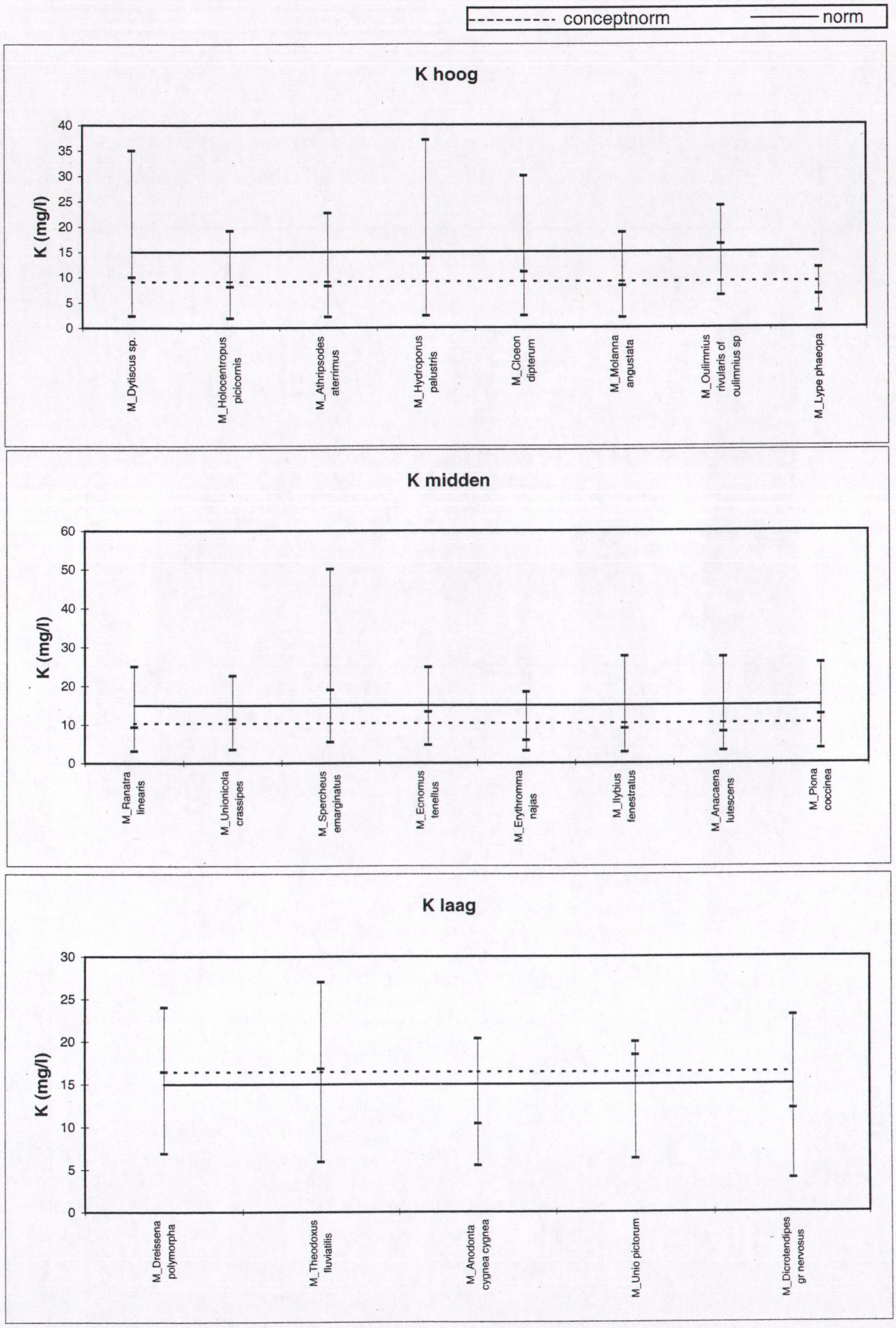




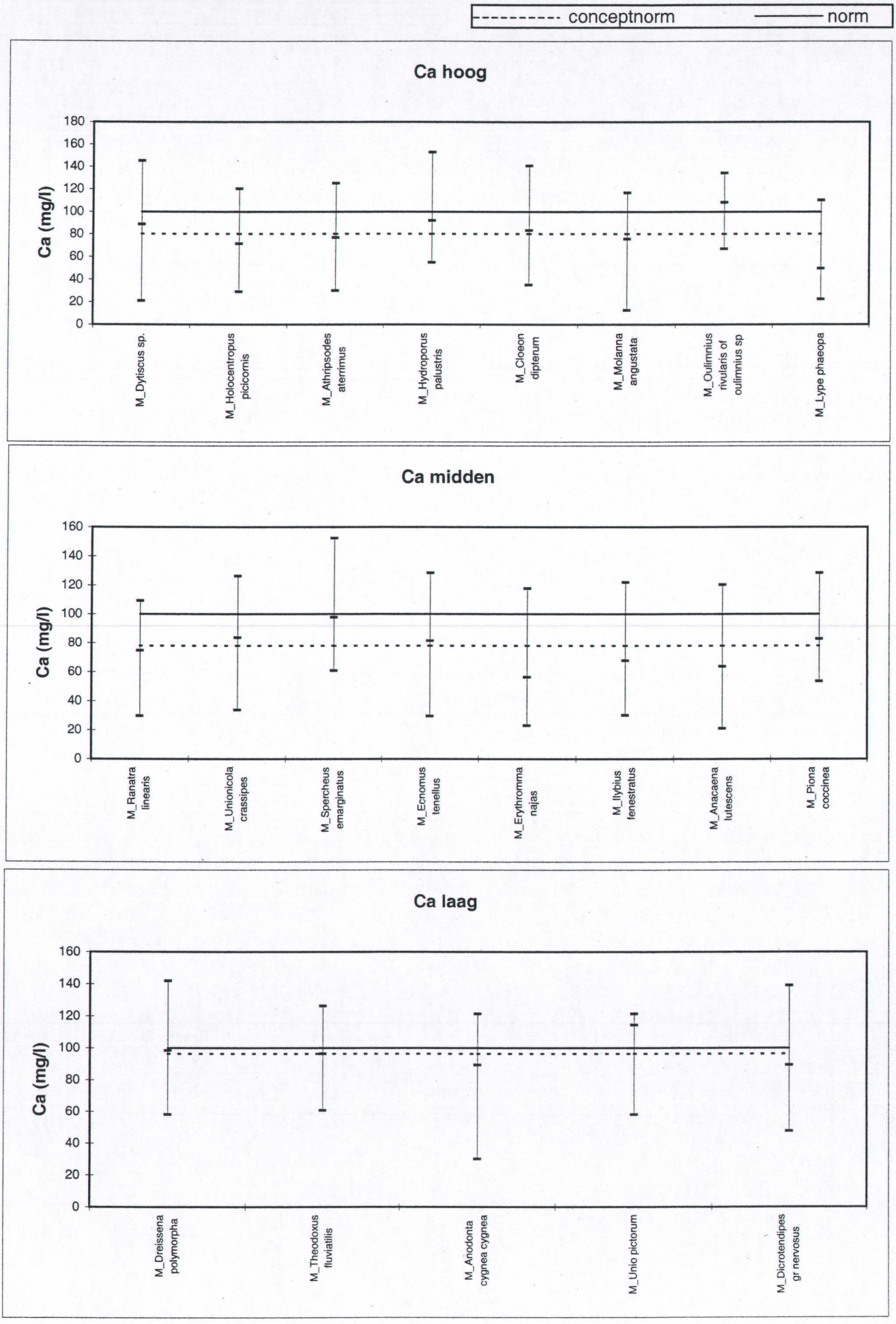
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter HCO3 voor het subwatertype diepe boezemwateren.



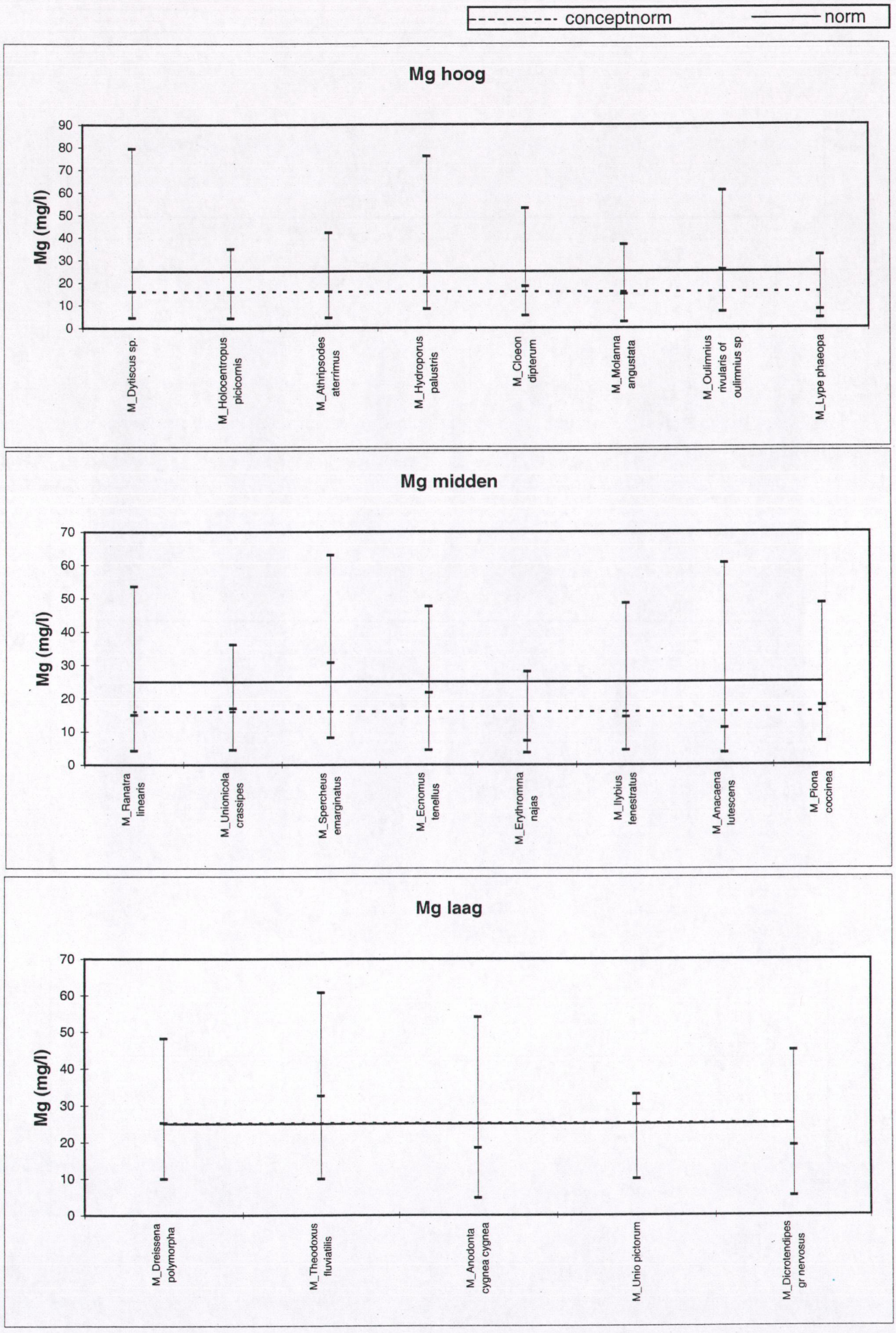
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter K voor het subwatertype diepe boezemwateren.



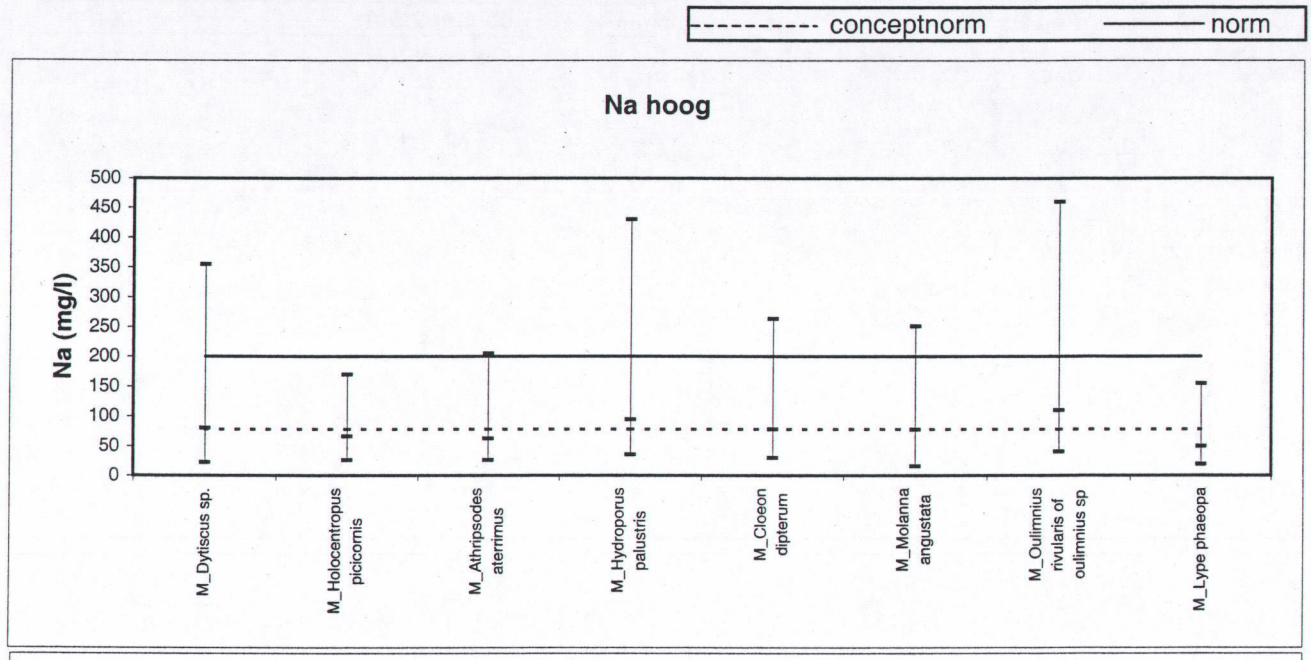
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Ca voor het subwatertype diepe boezemwateren.

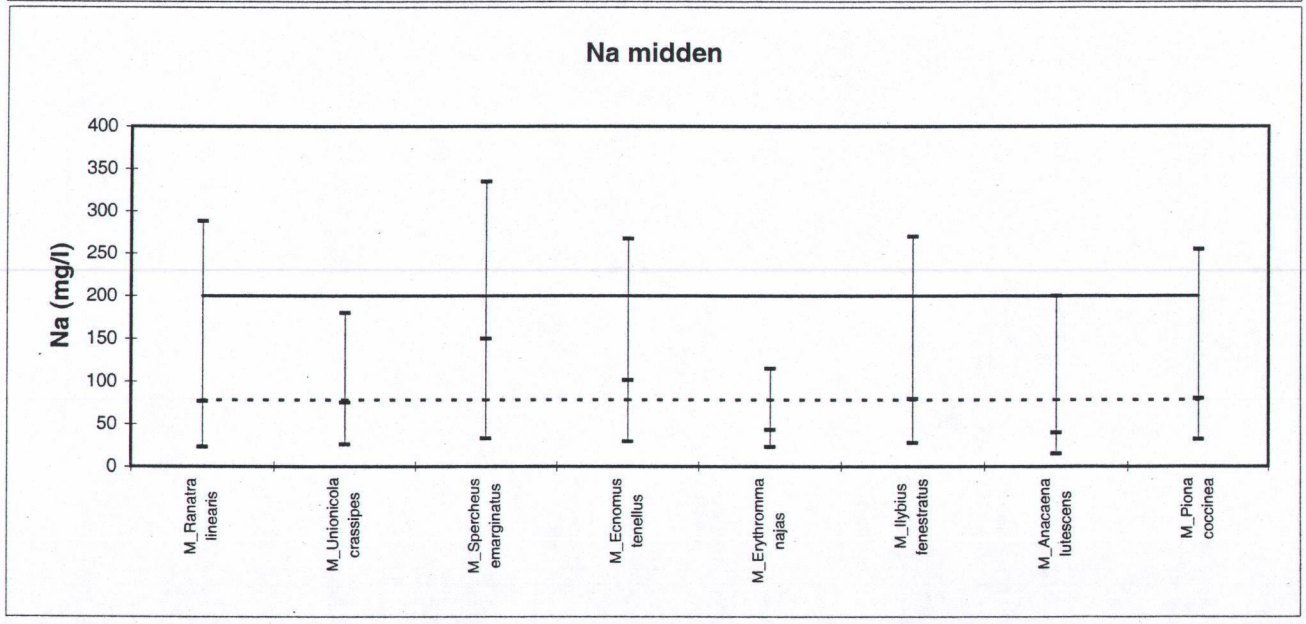


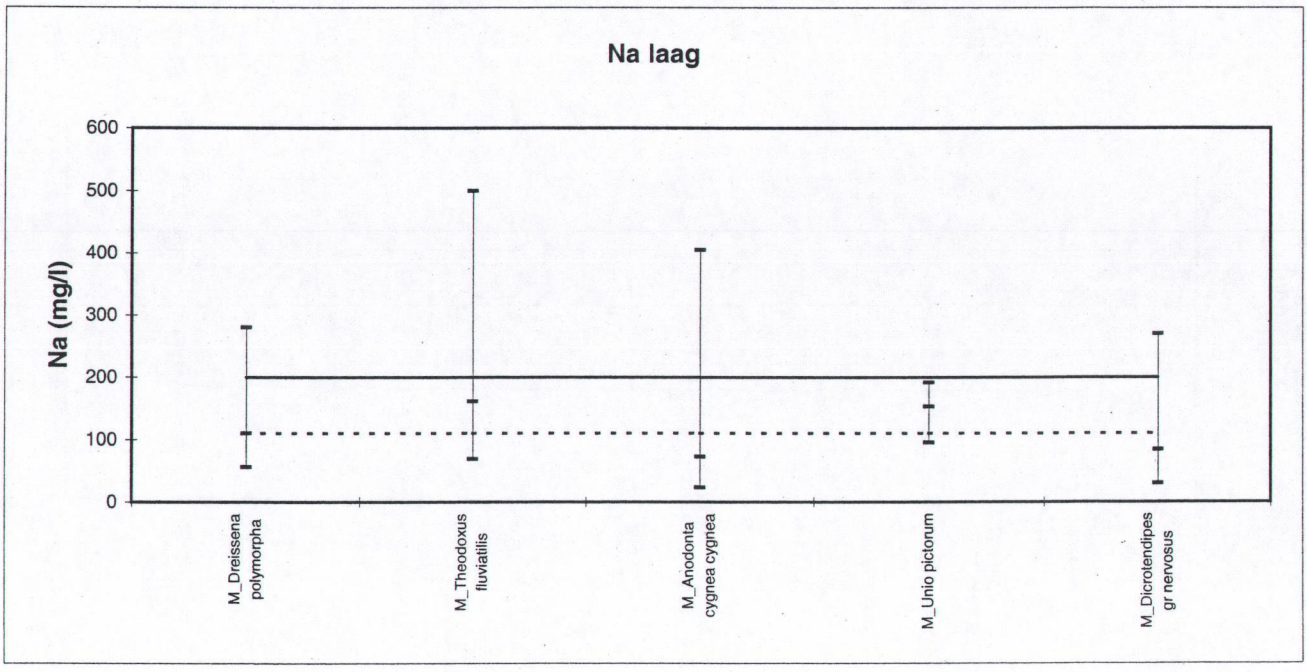
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Mg voor het subwatertype diepe boezemwateren.



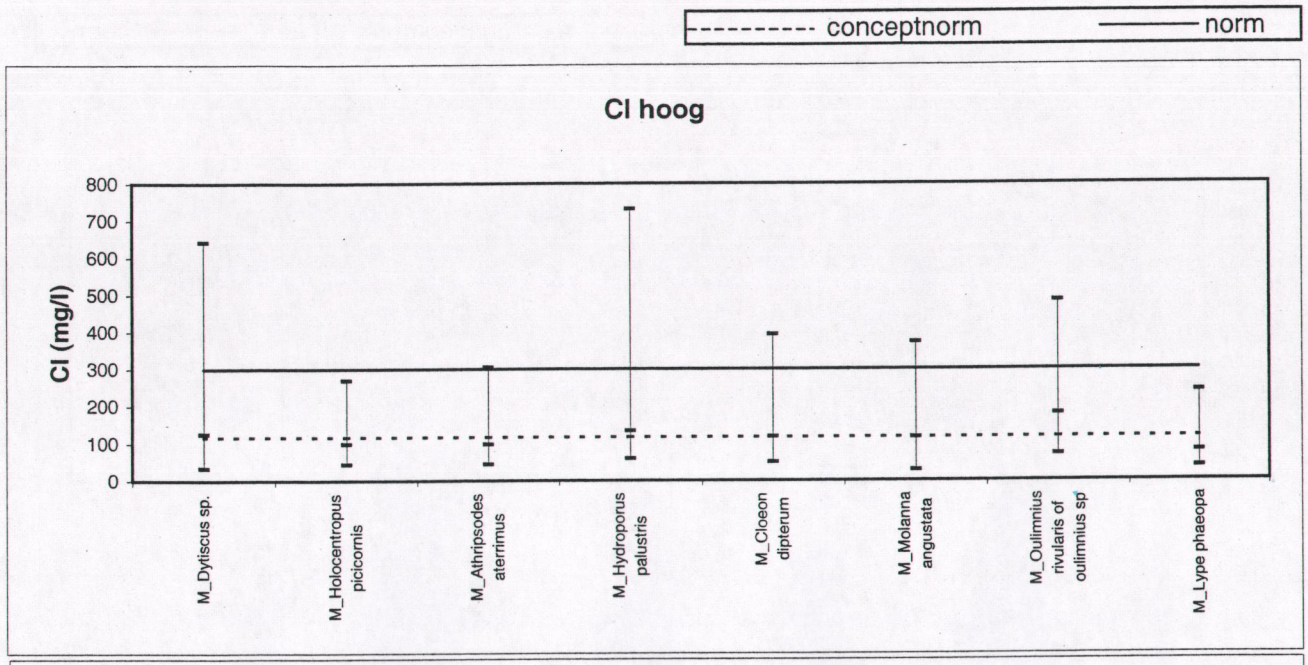
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Na voor het subwatertype diepe boezemwateren.

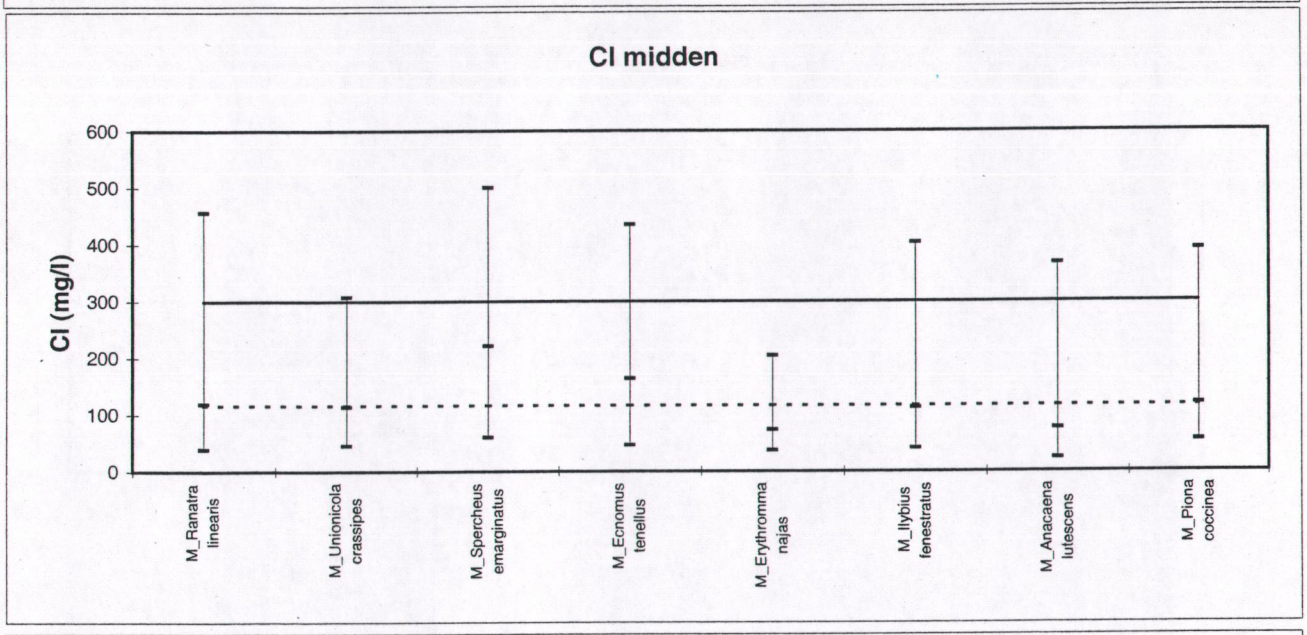


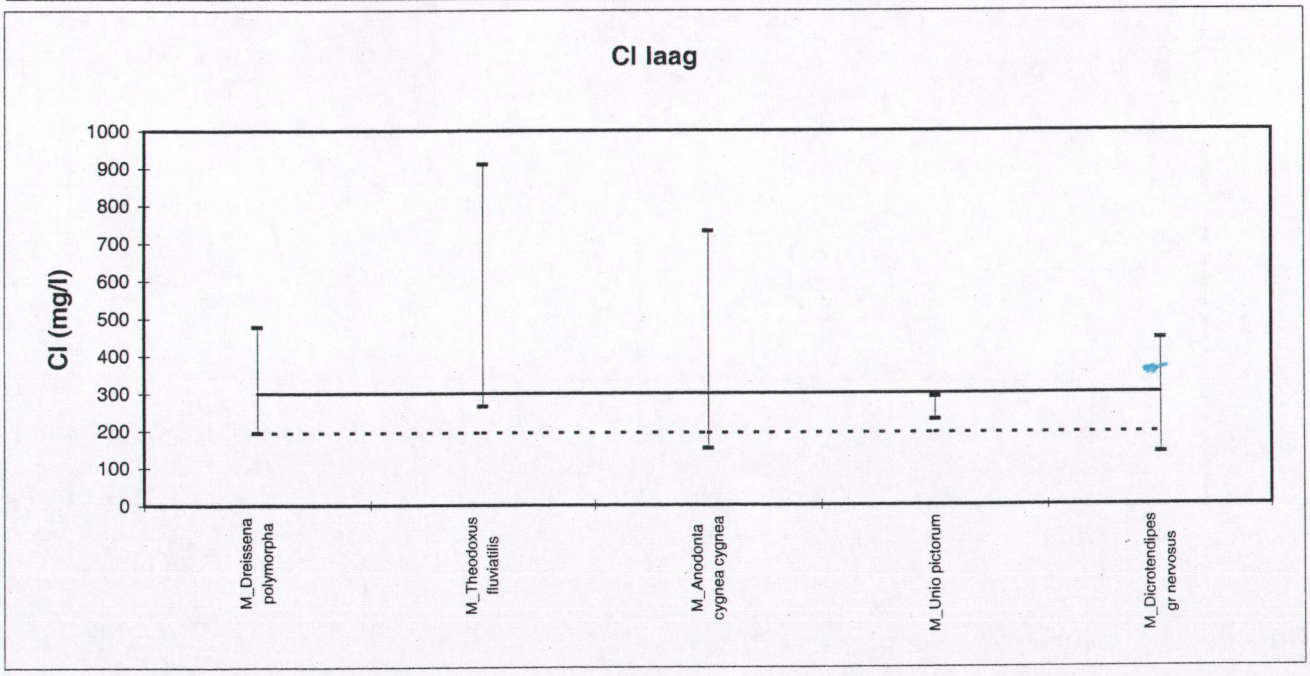




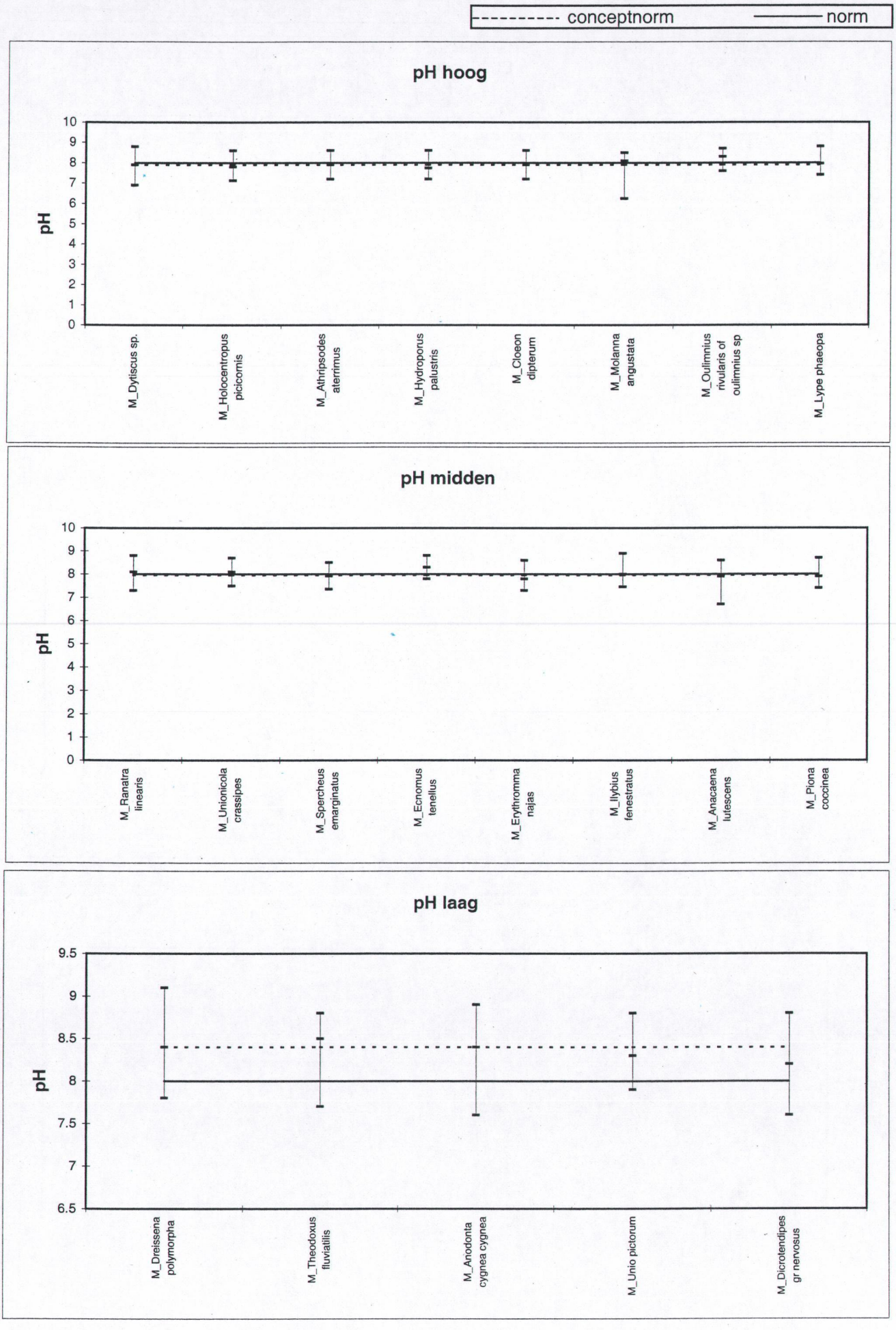
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Cl voor het subwatertype diepe boezemwateren.



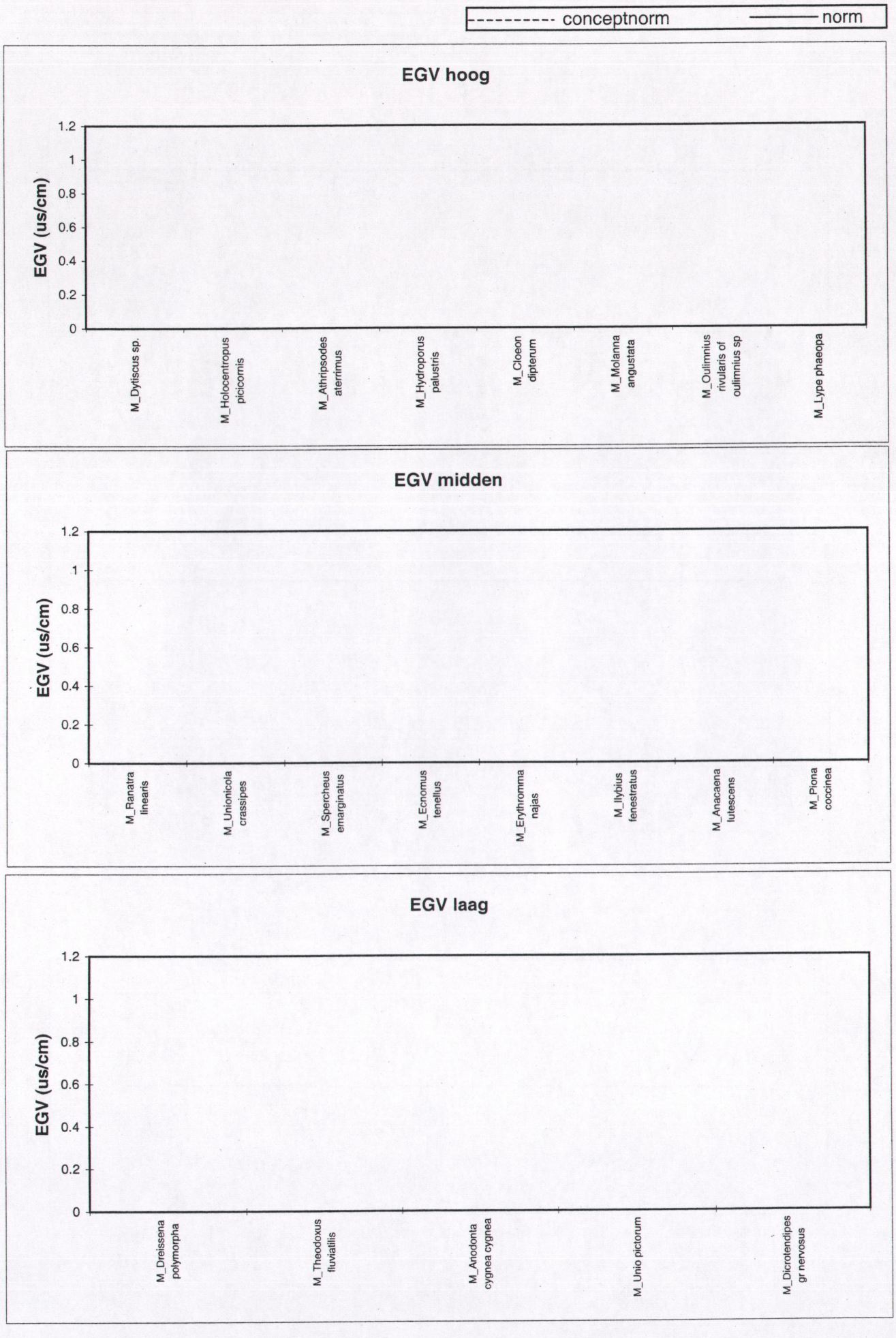




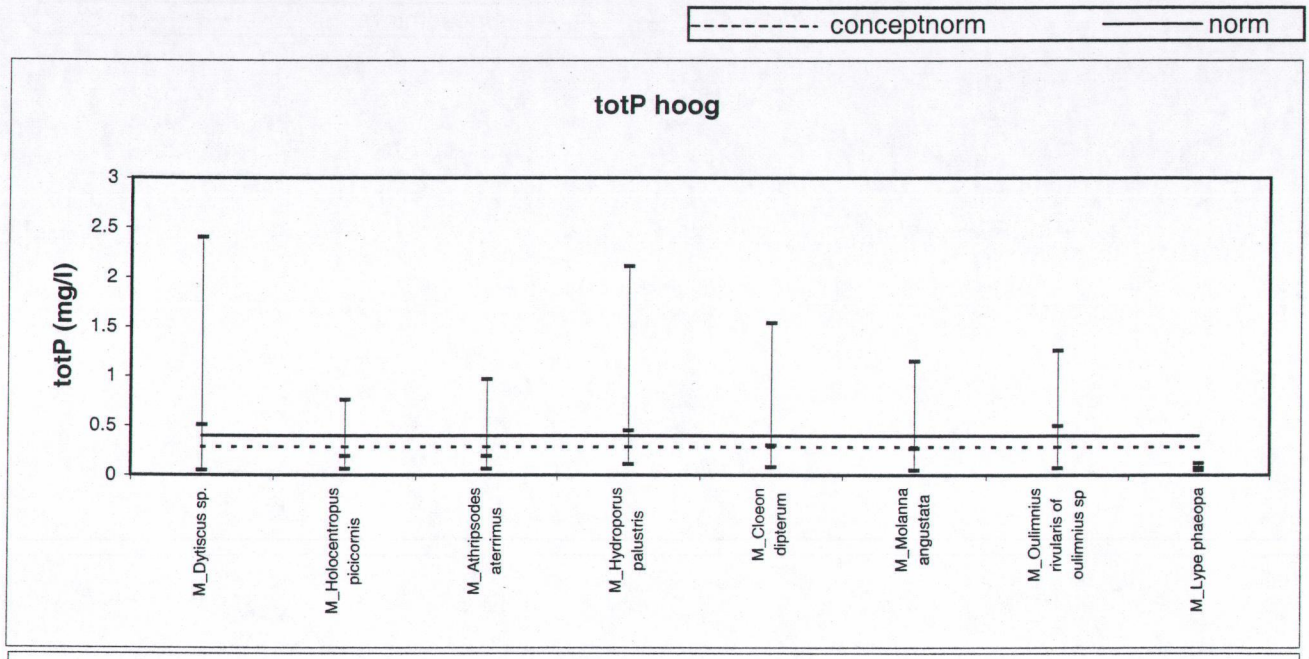
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter pH voor het subwatertype diepe boezemwateren.

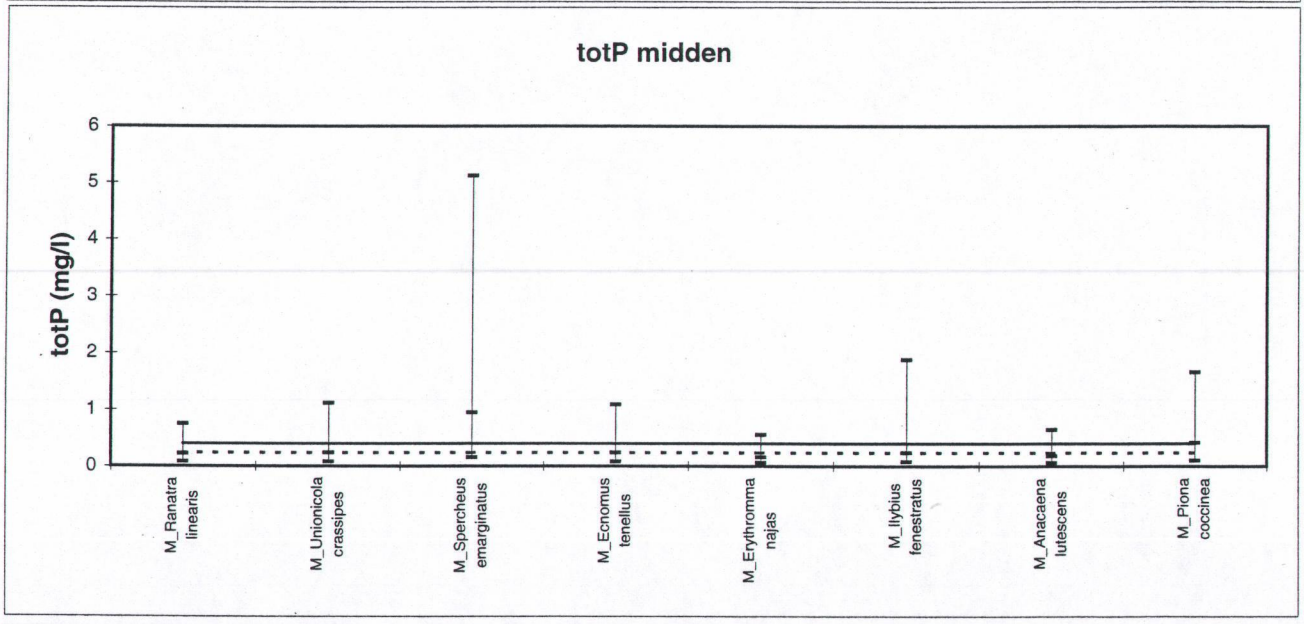


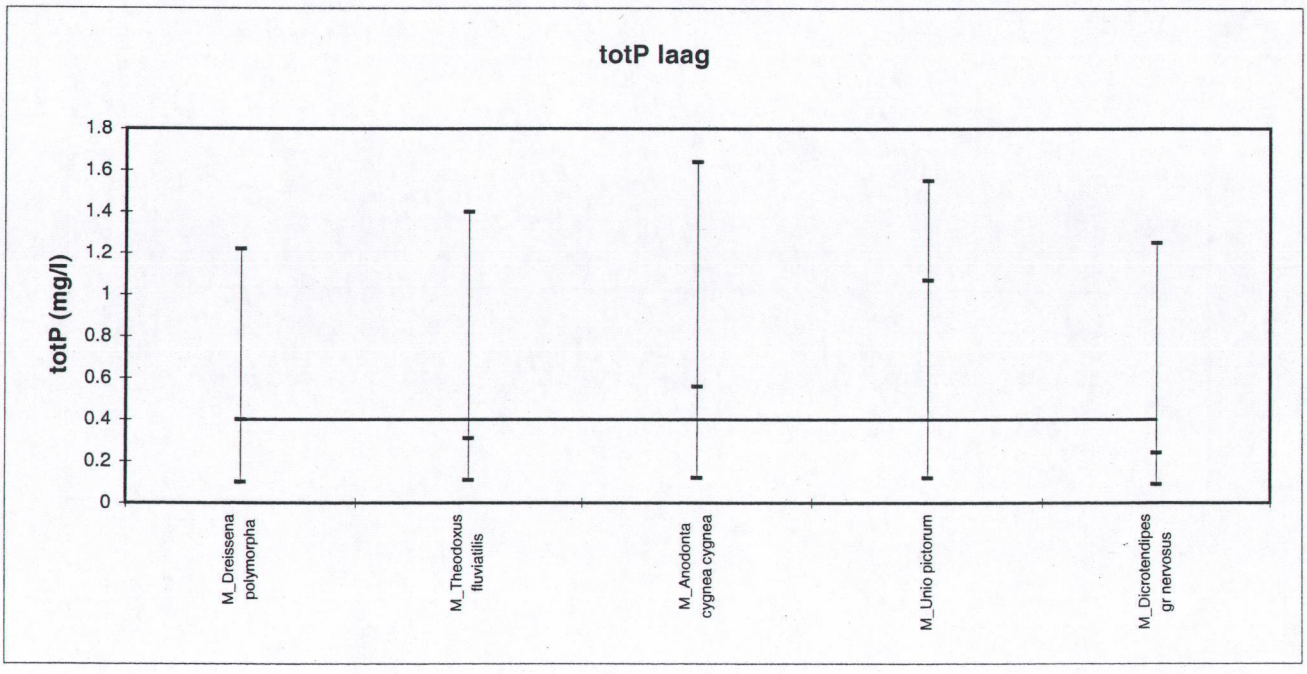
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter EGV voor het subwatertype diepe boezemwateren.



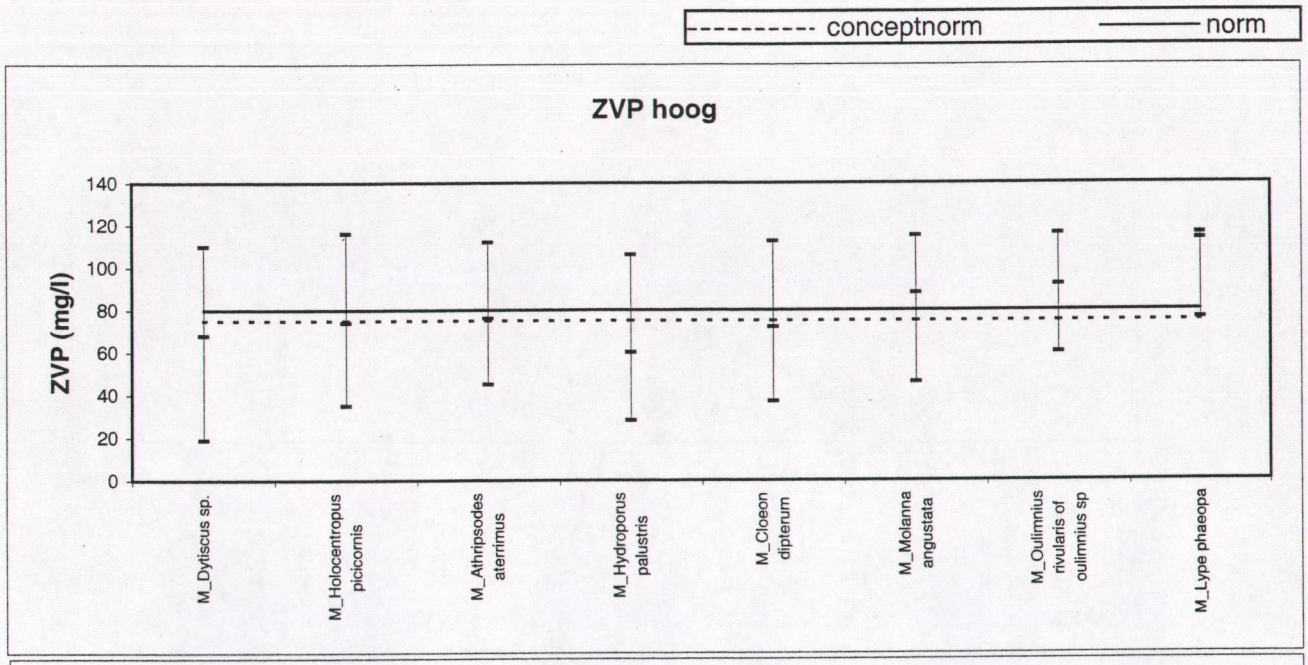
Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter totP voor het subwatertype diepe boezemwateren

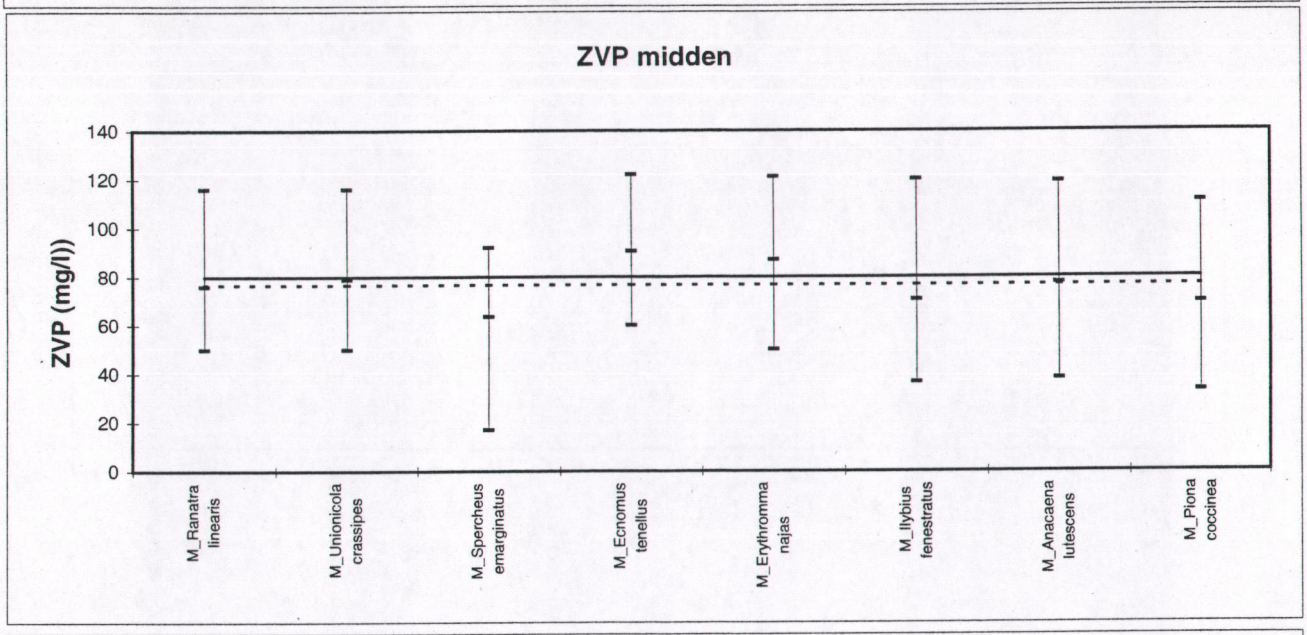


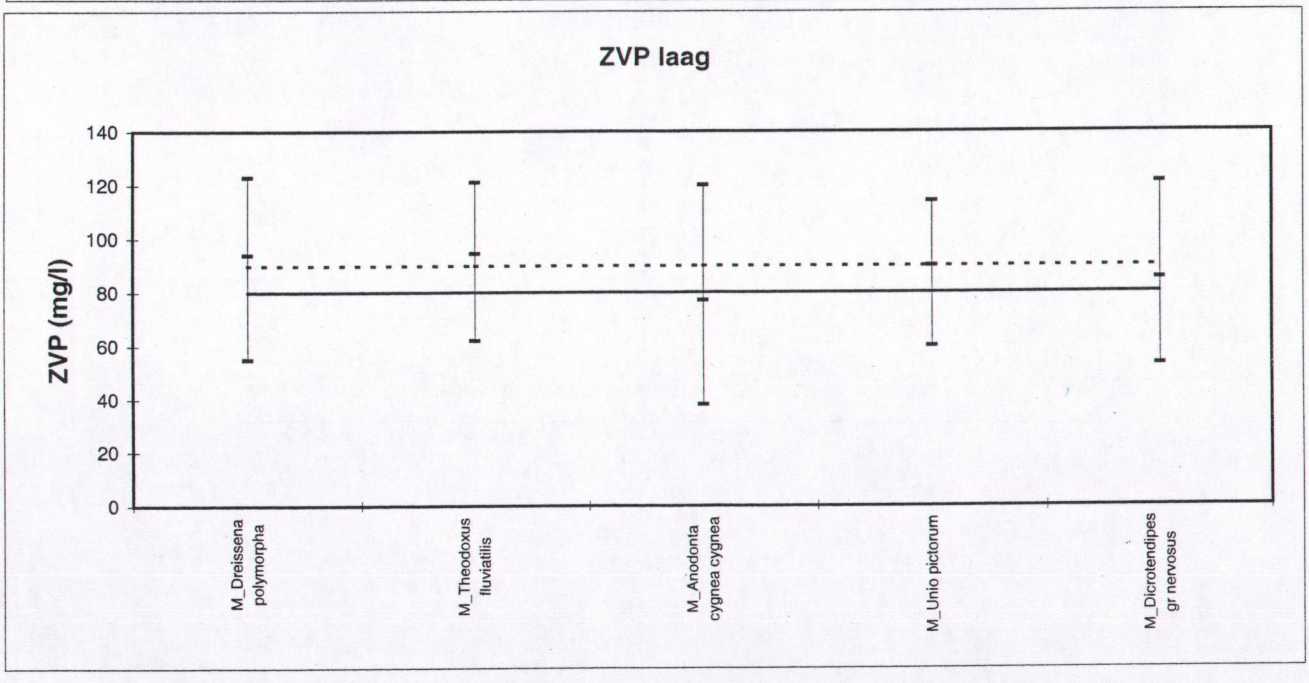




Bijlage V. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter ZVP voor het subwatertype diepe boezemwateren

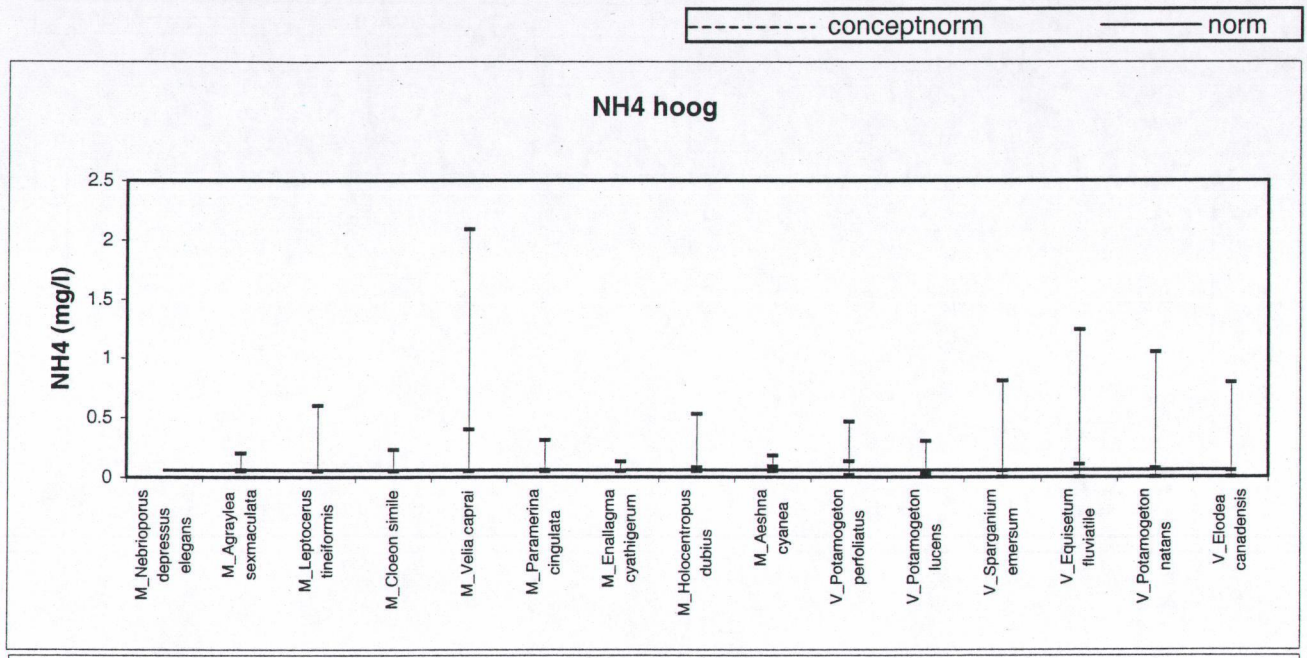


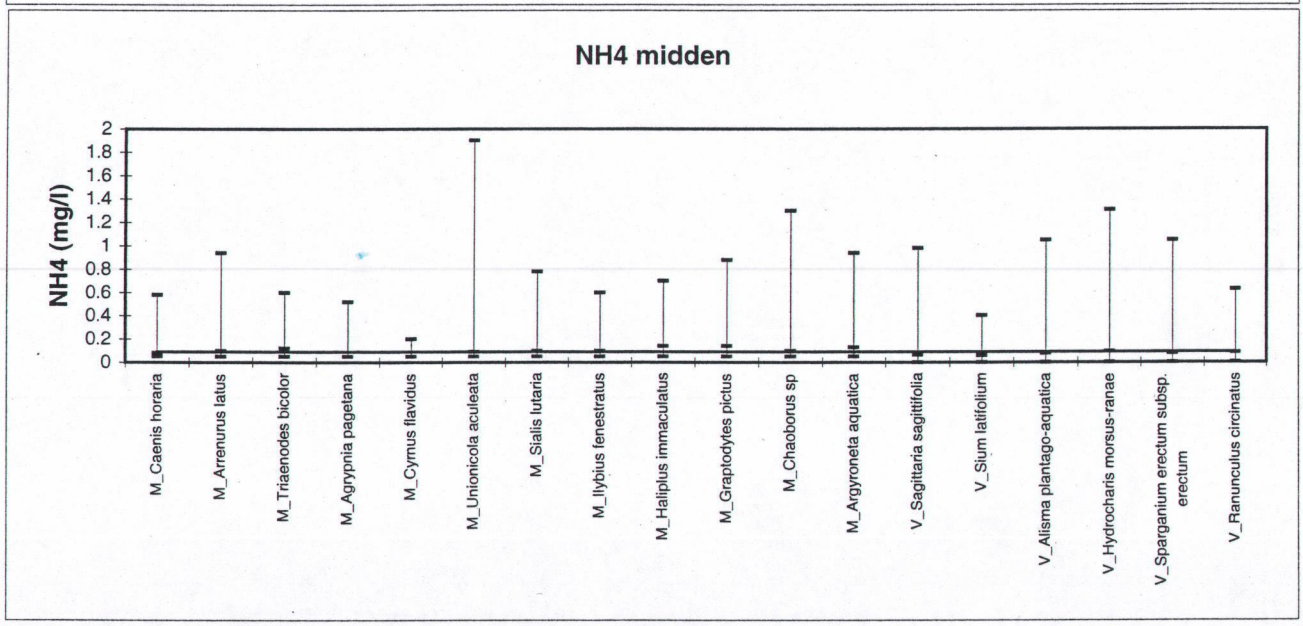


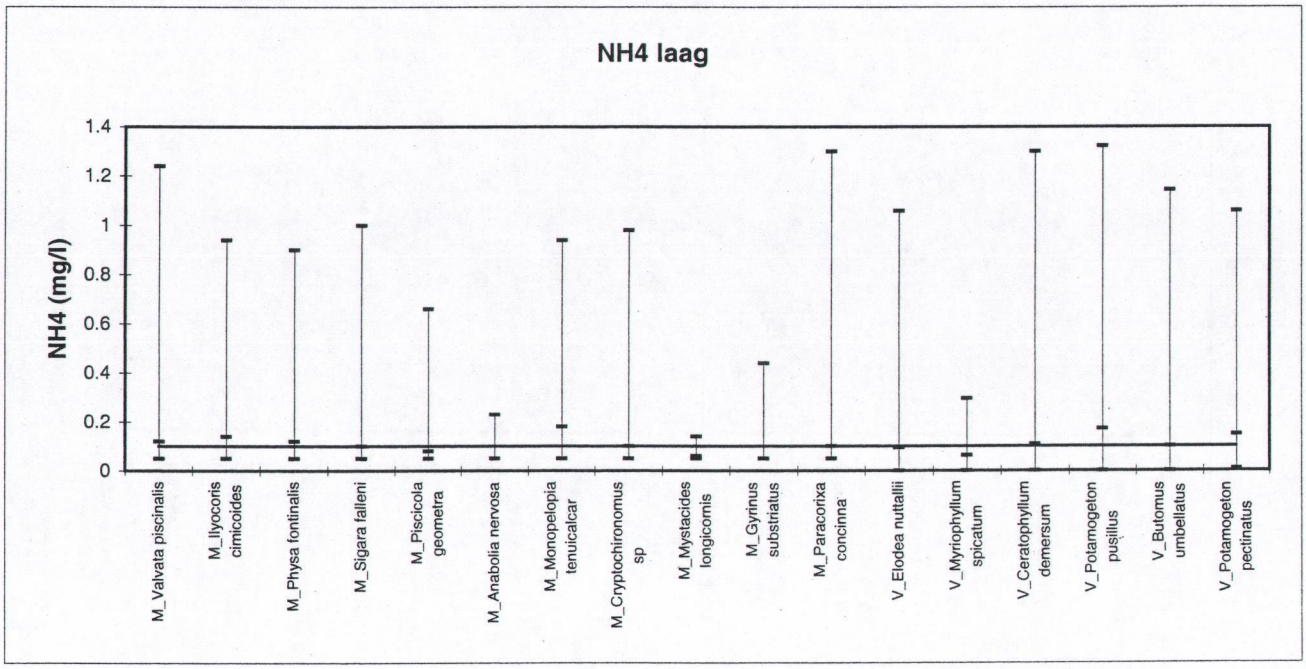


BIJLAGE VI Hoog-laaggrafieken ondiepe boezemwateren

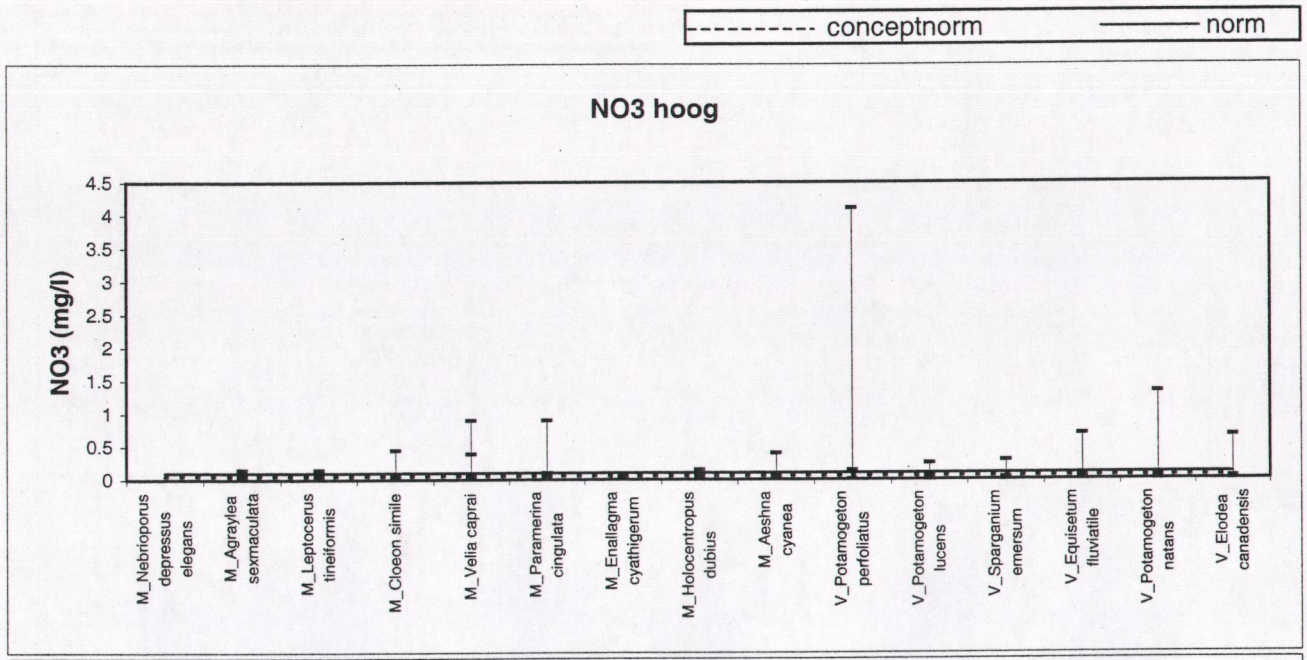
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter NH4-N voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.

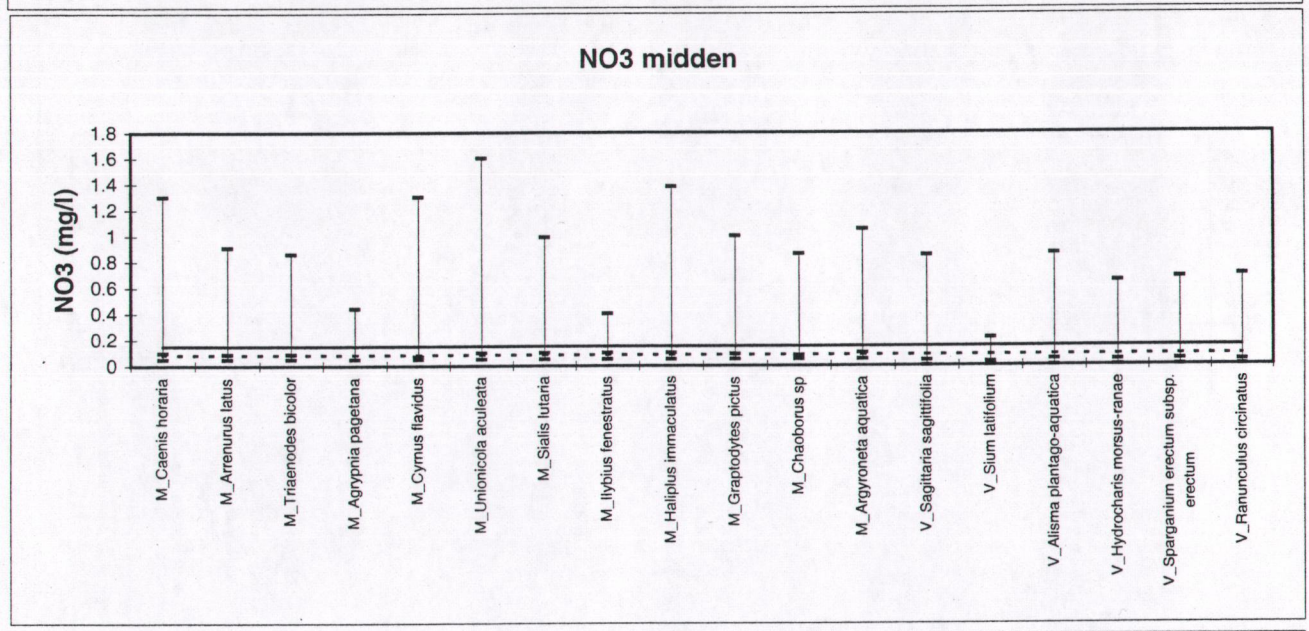


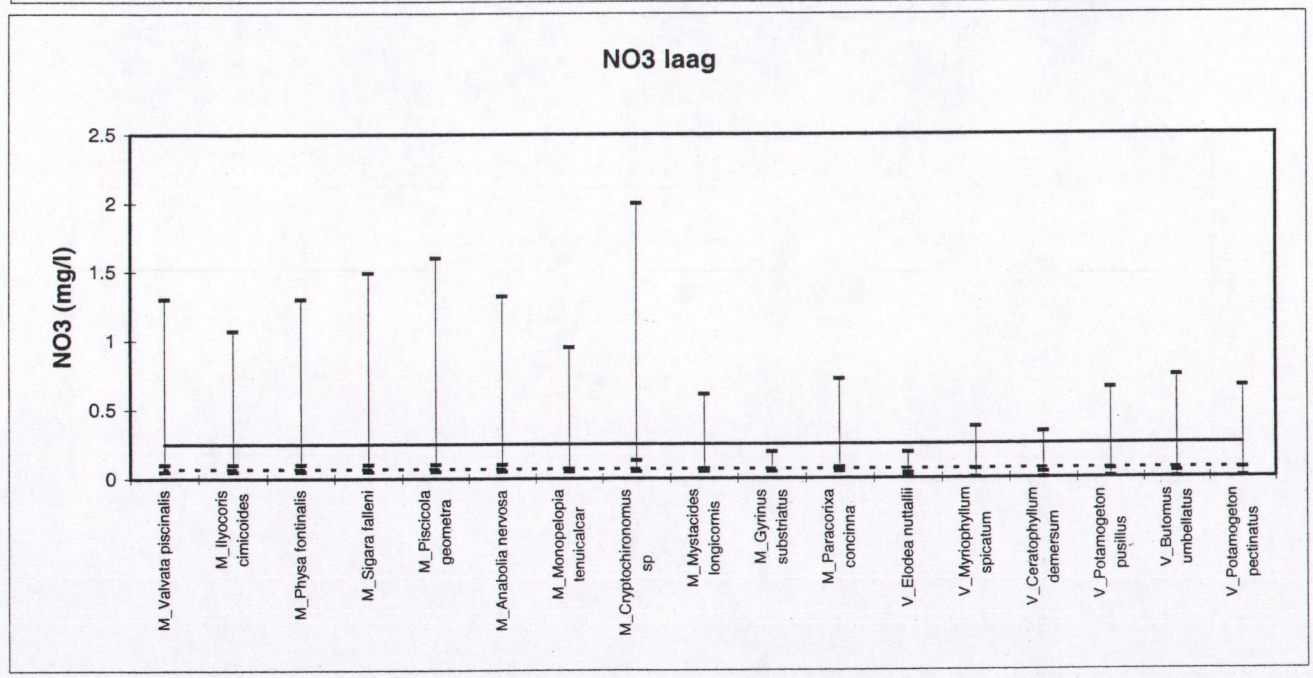




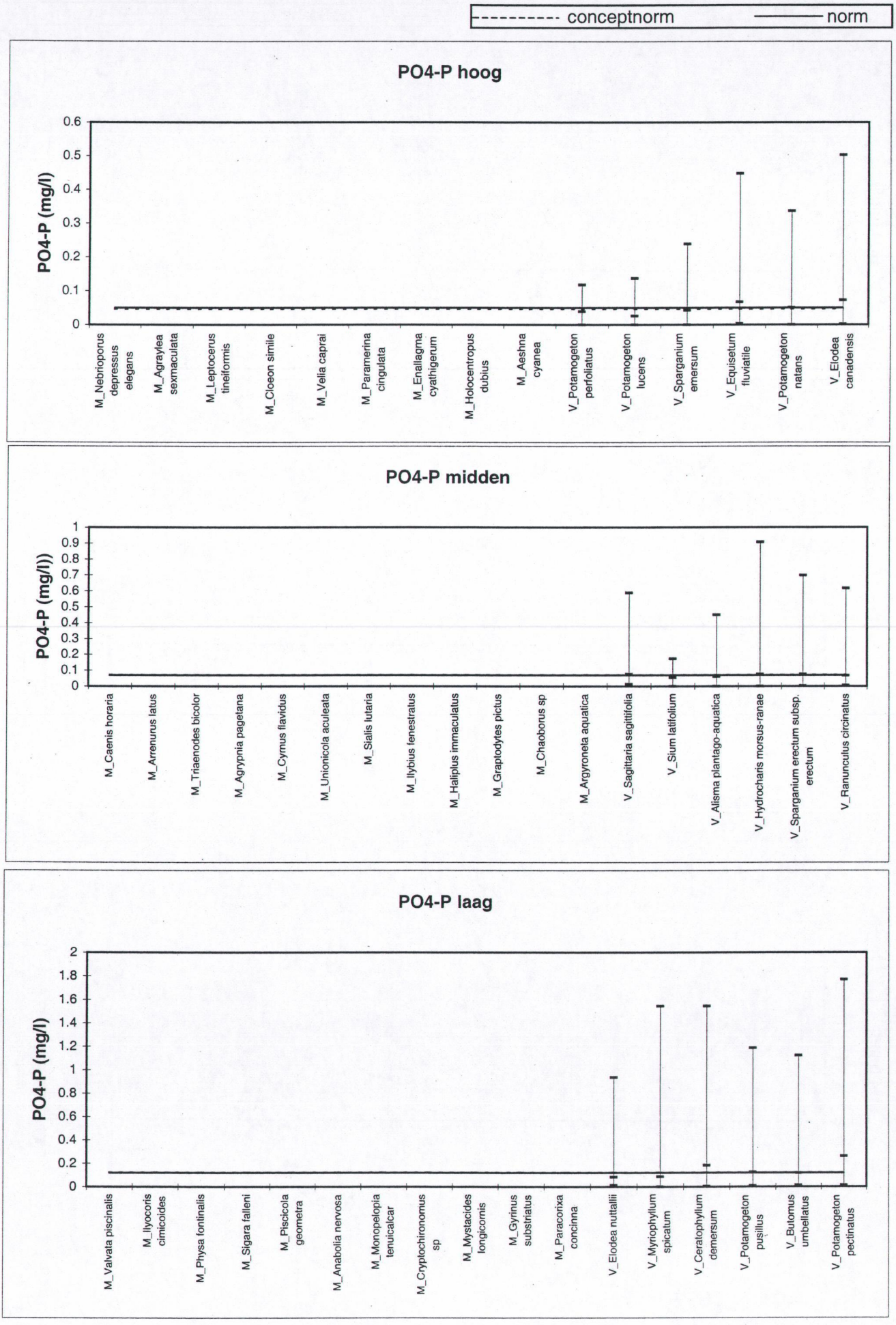
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter NO3-N voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.



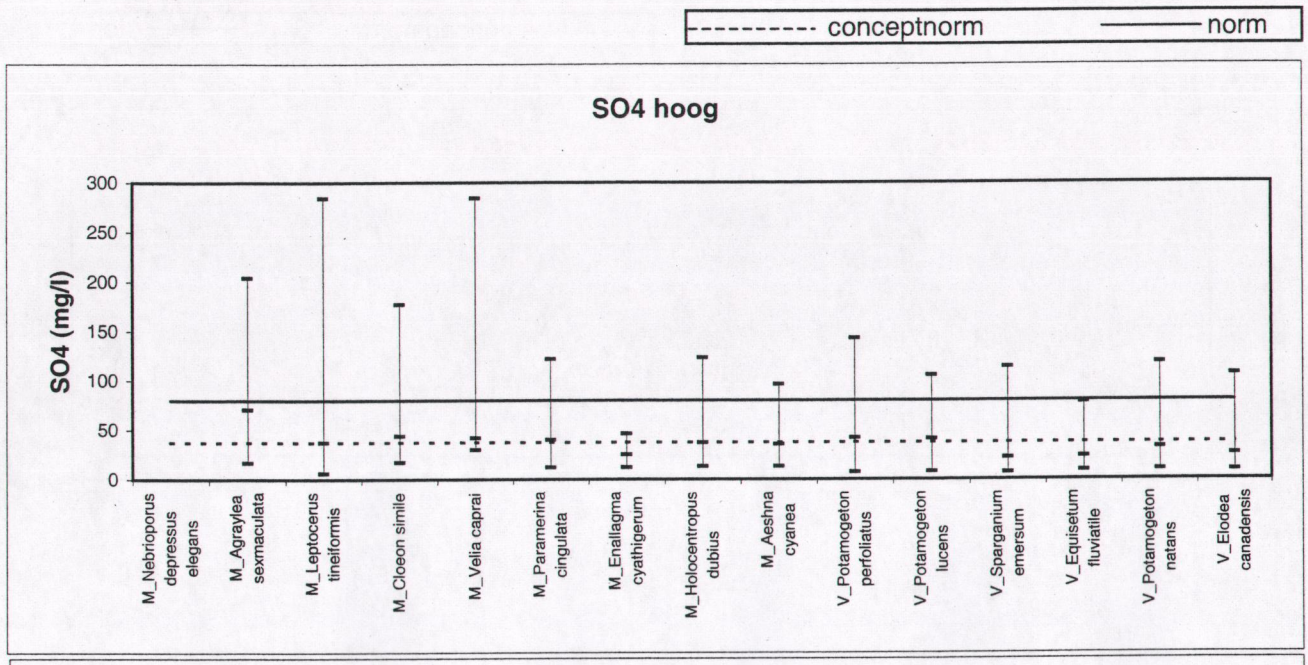


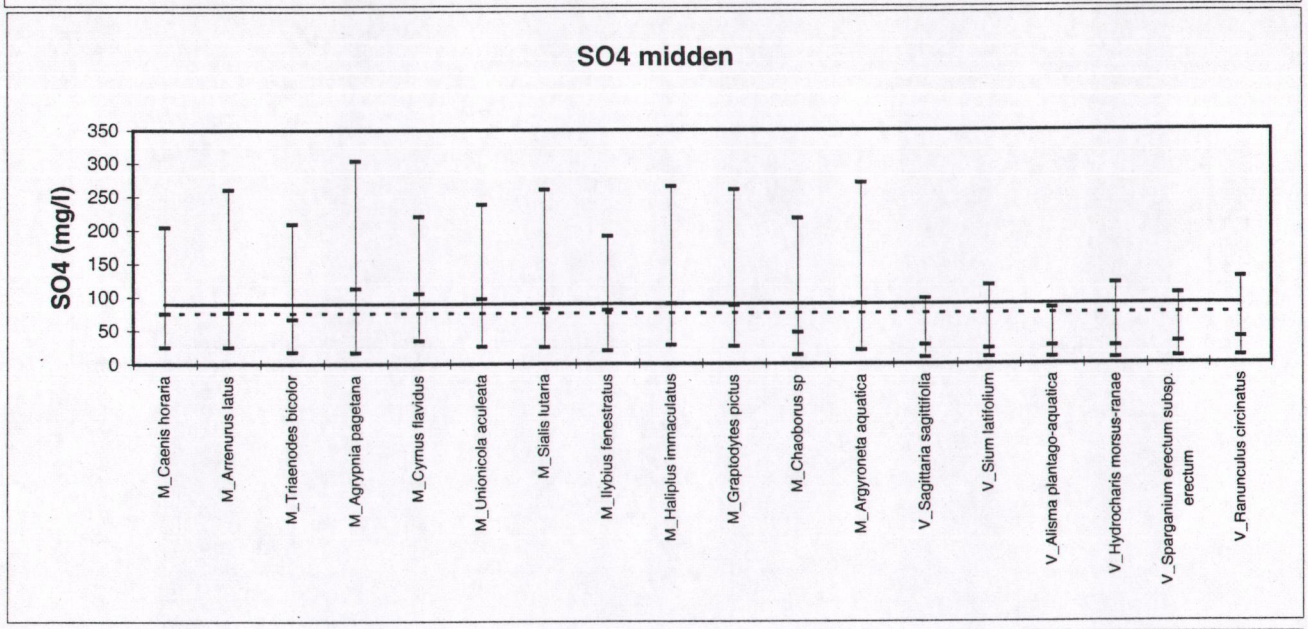


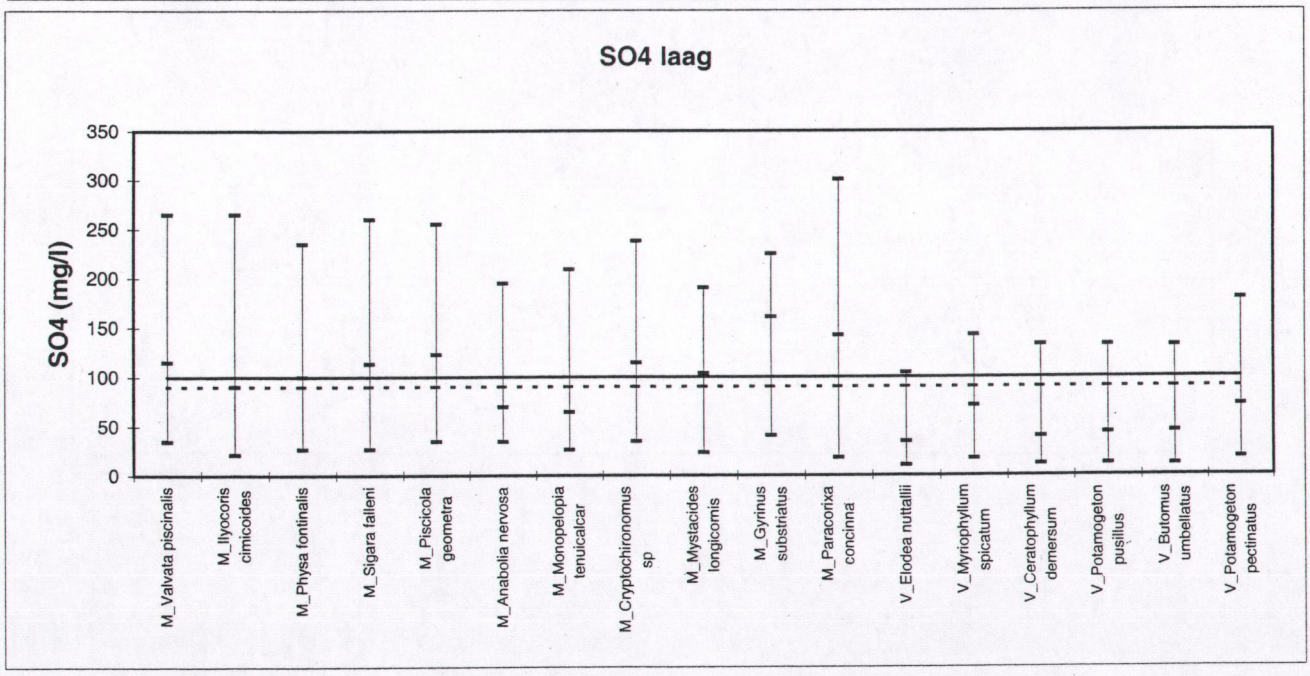
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter PO4-P voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.



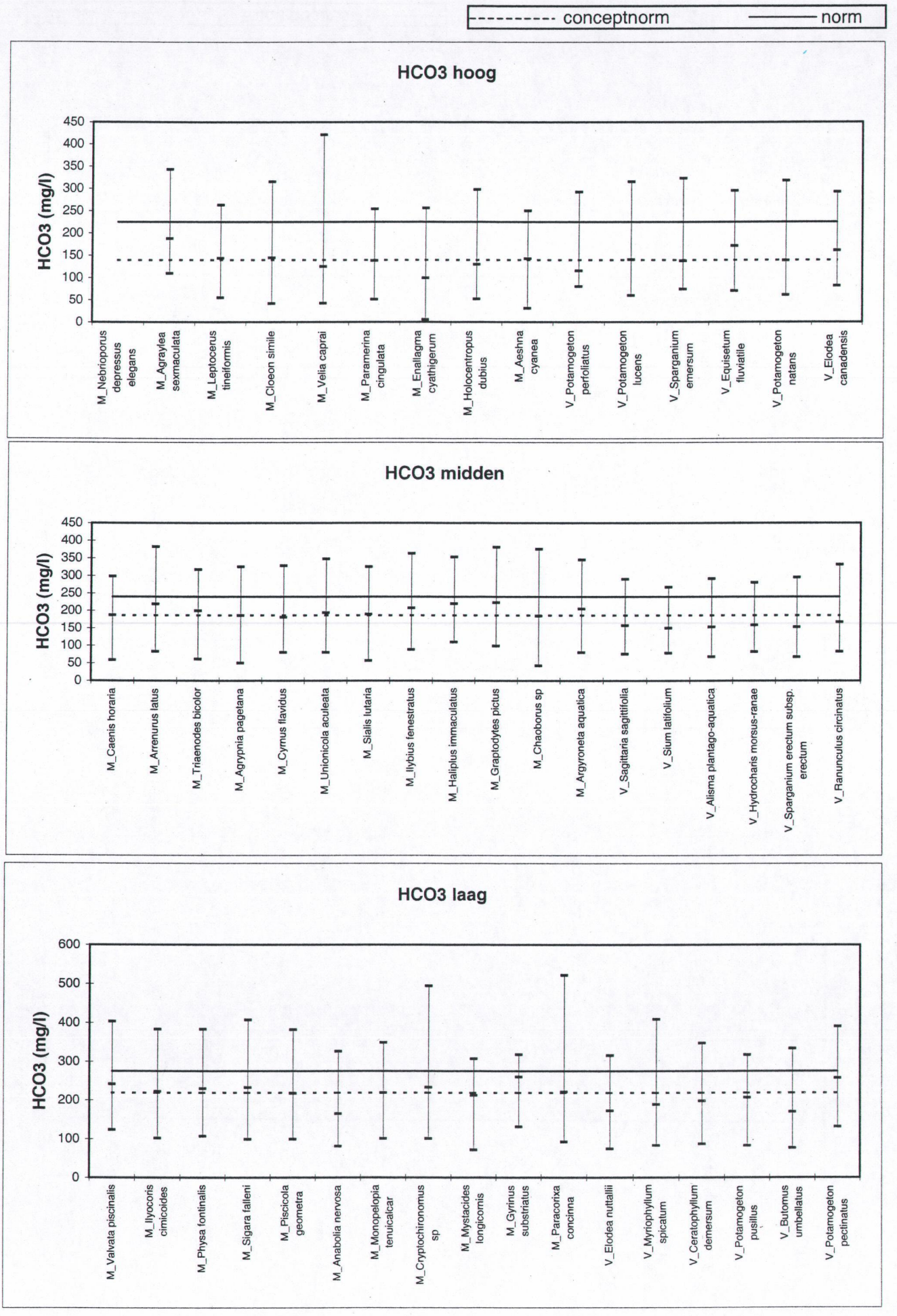
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter SO4 voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.



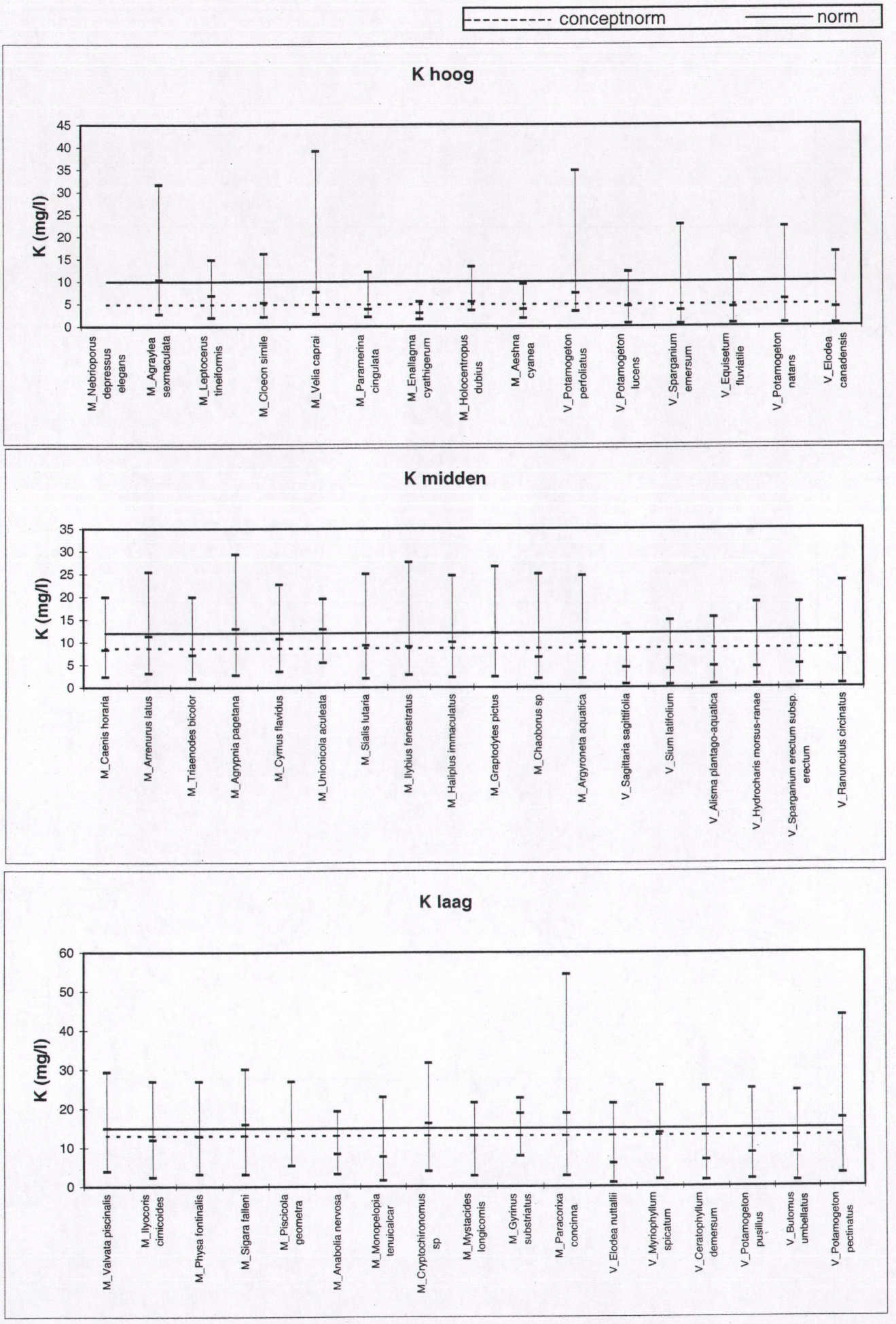




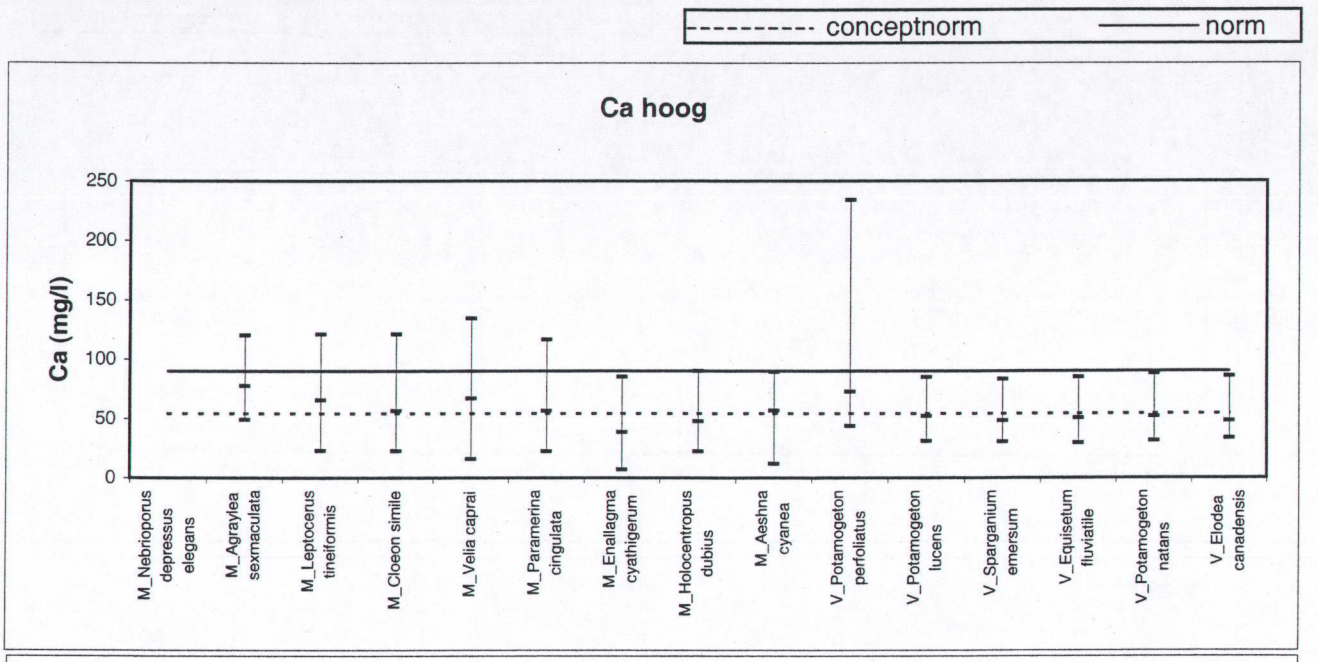
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter HCO3 voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.

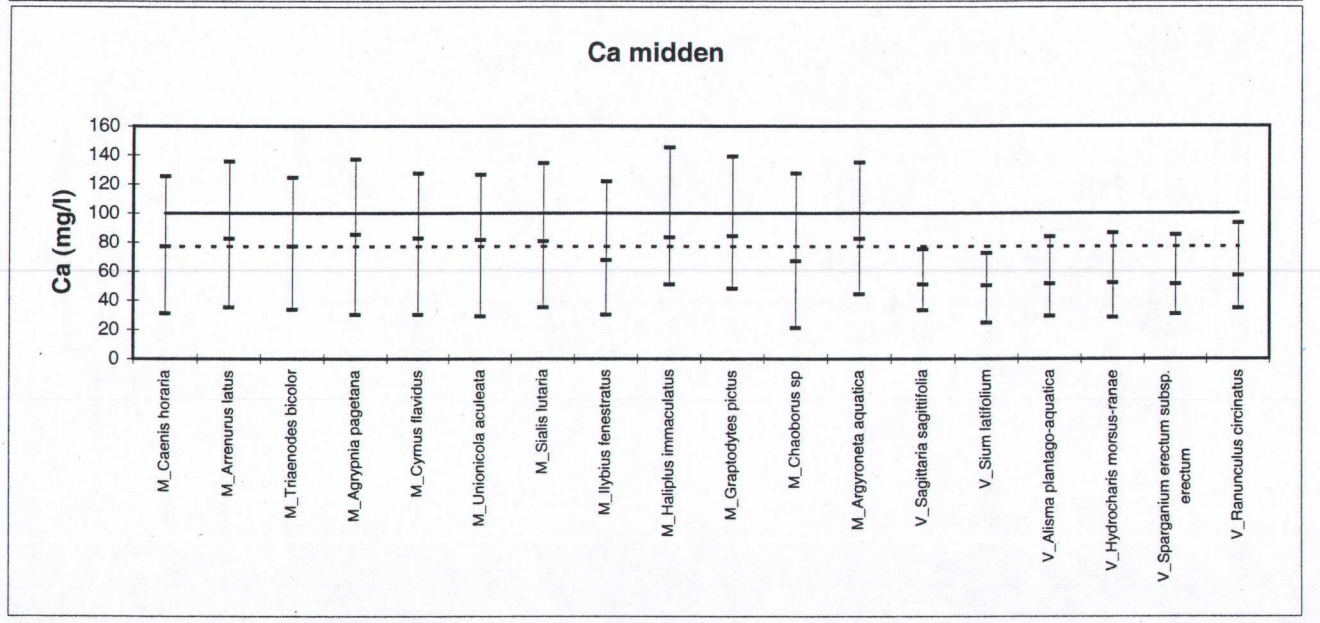


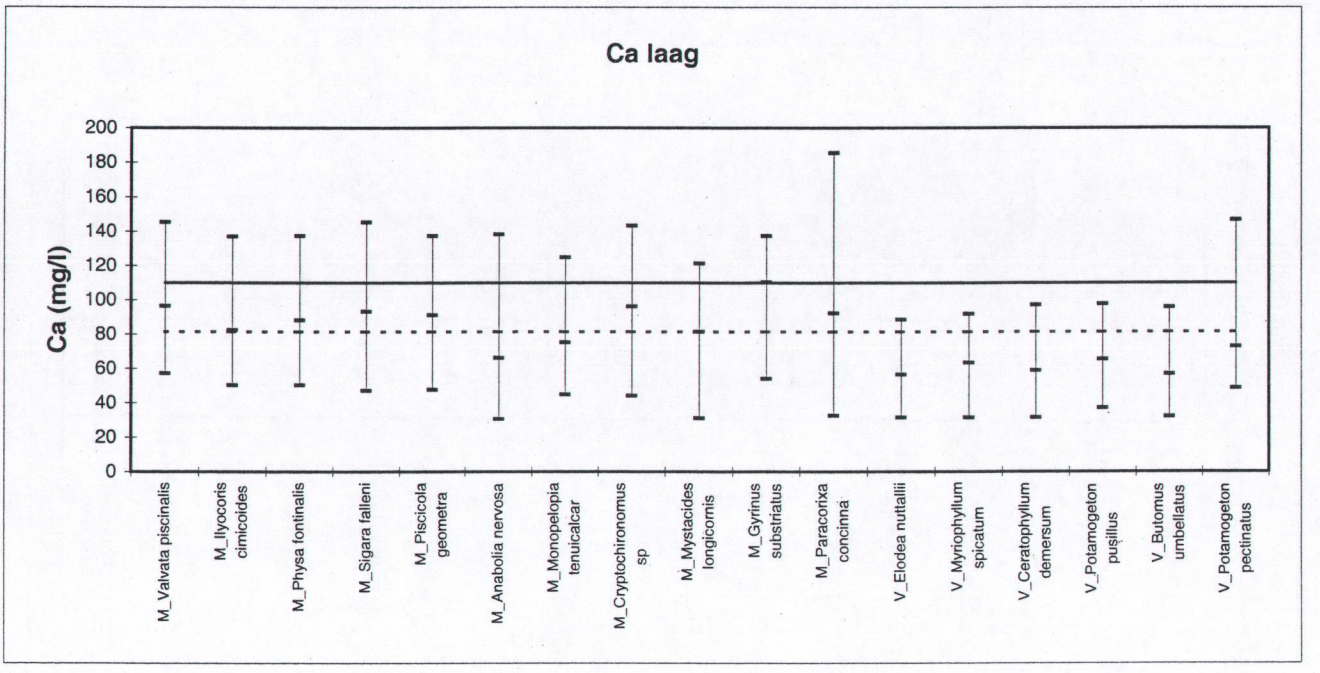
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter K voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.



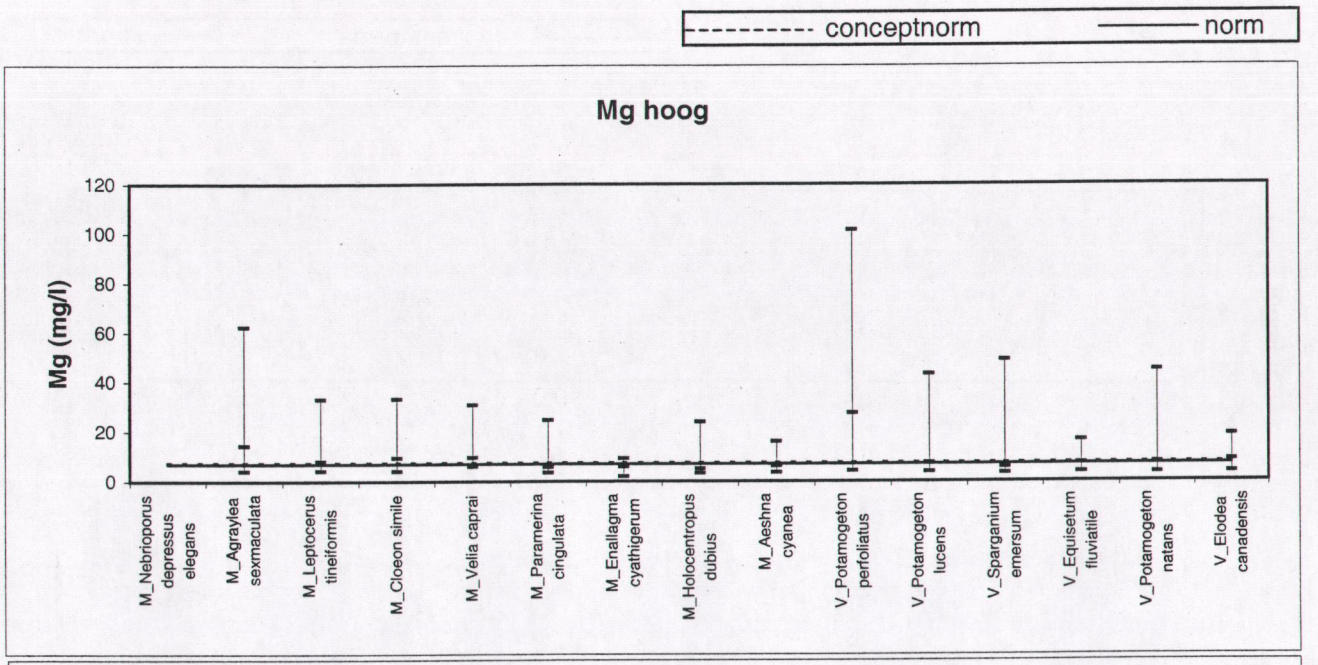
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Ca voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.

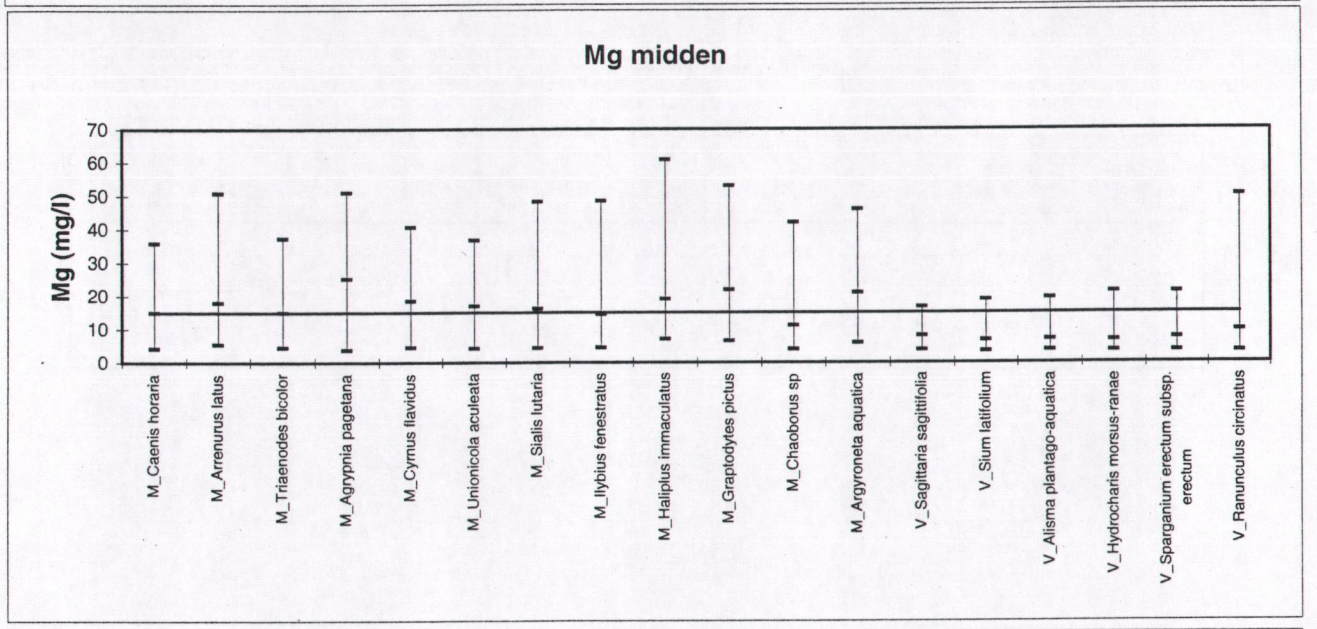


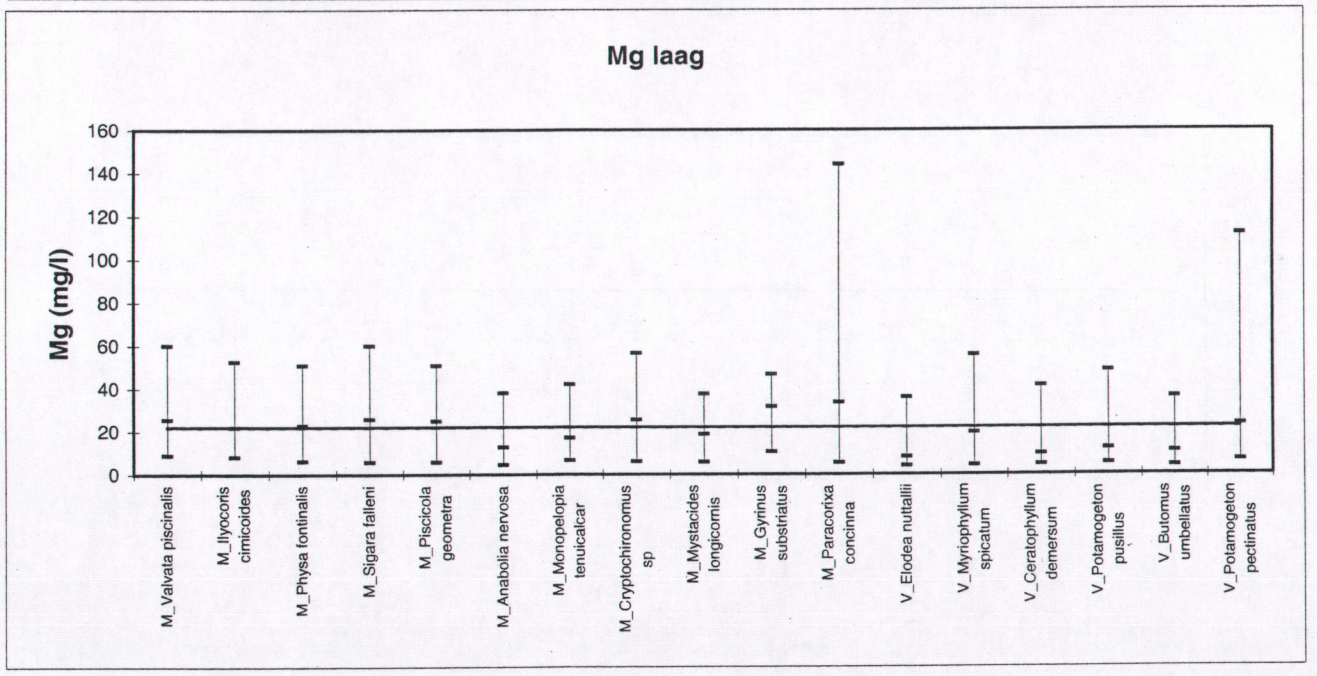




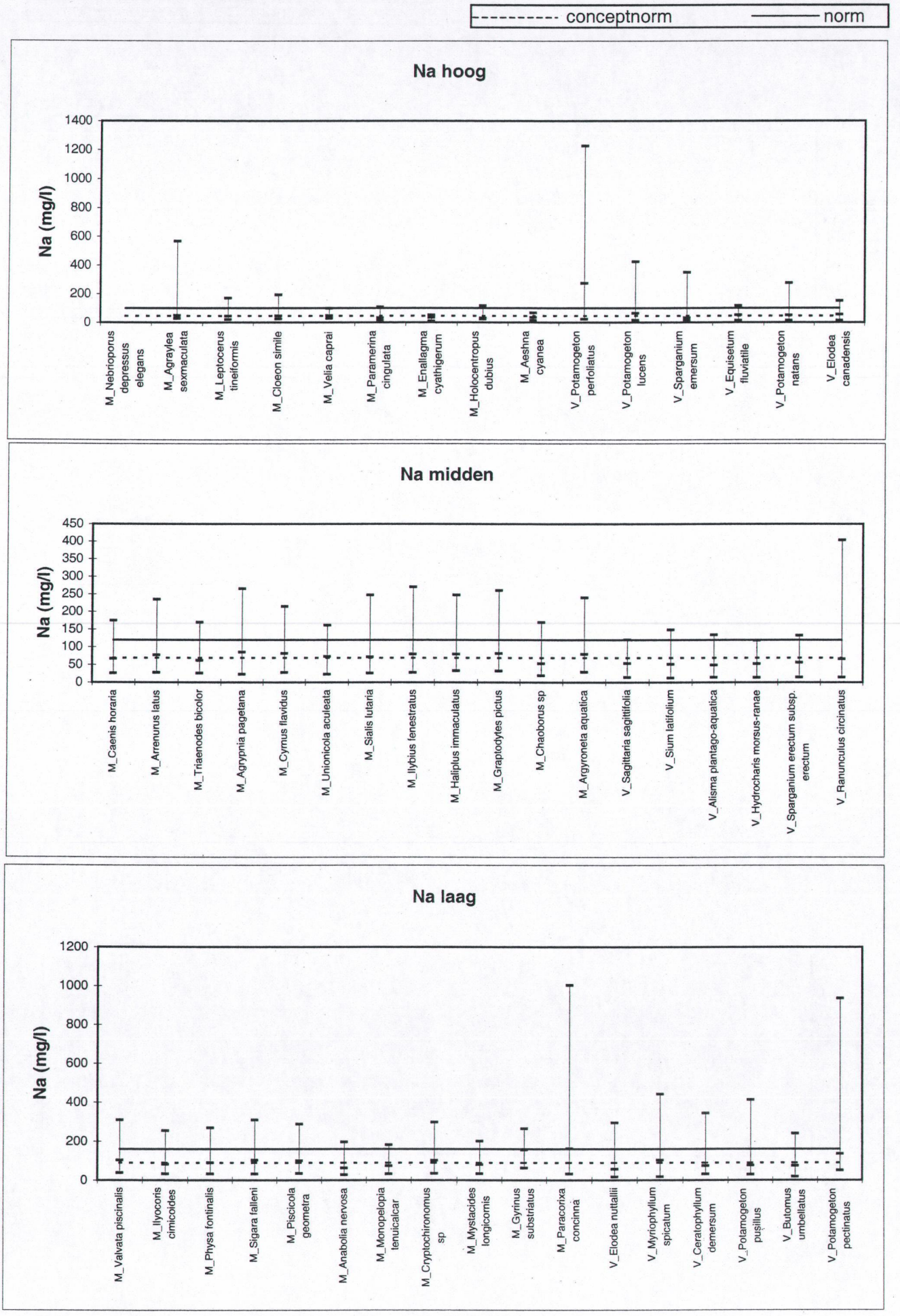
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Mg voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.



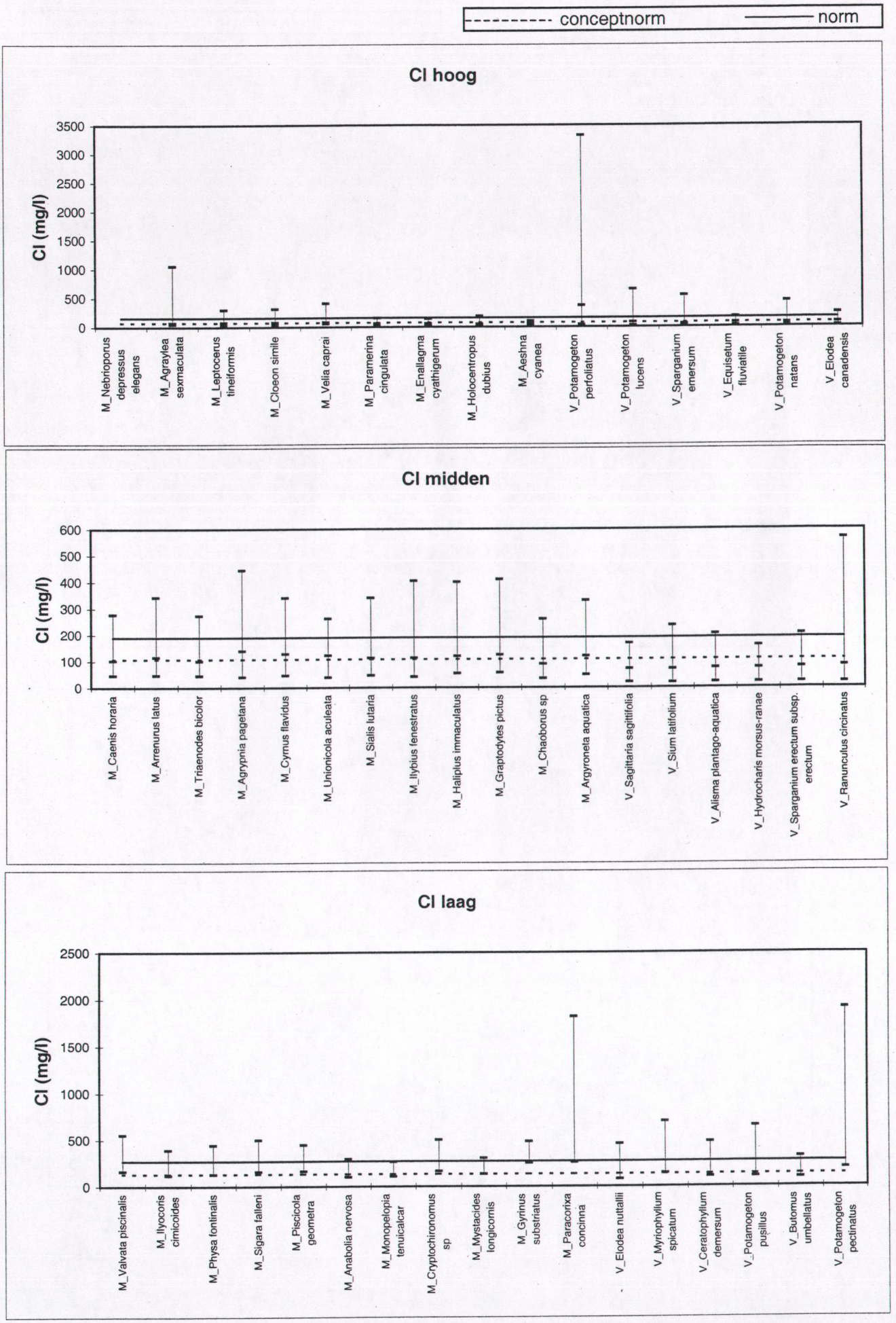




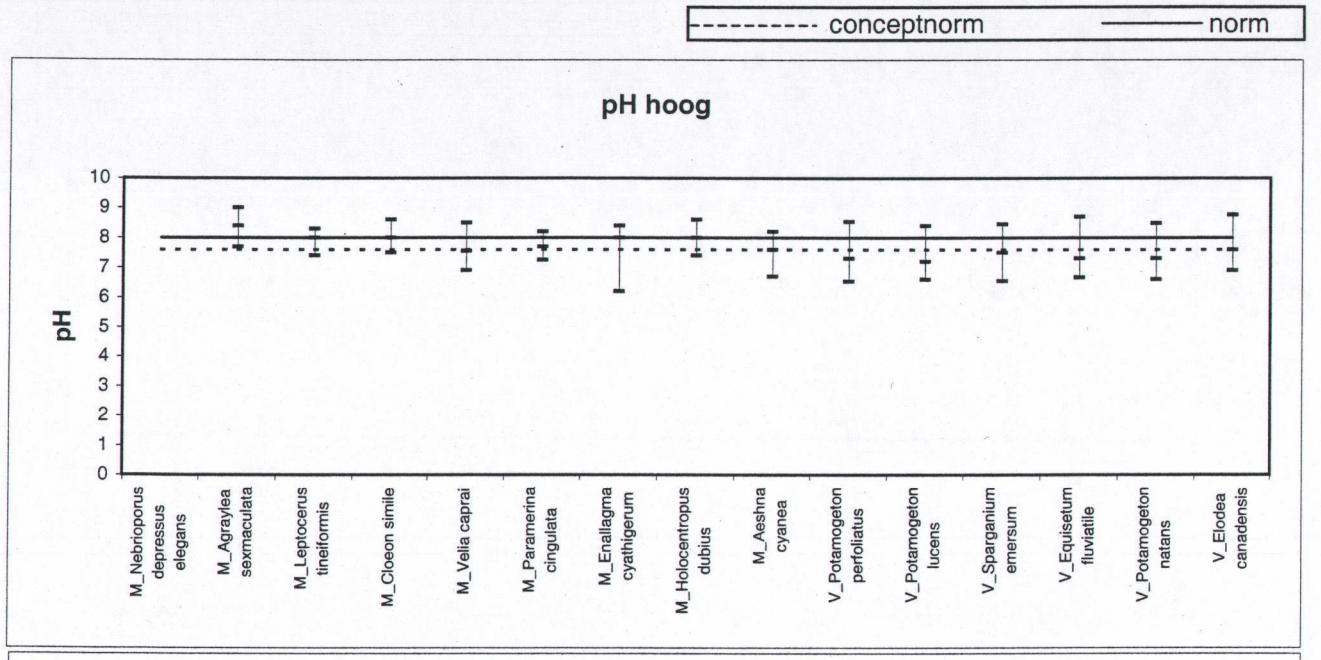
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Na voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.

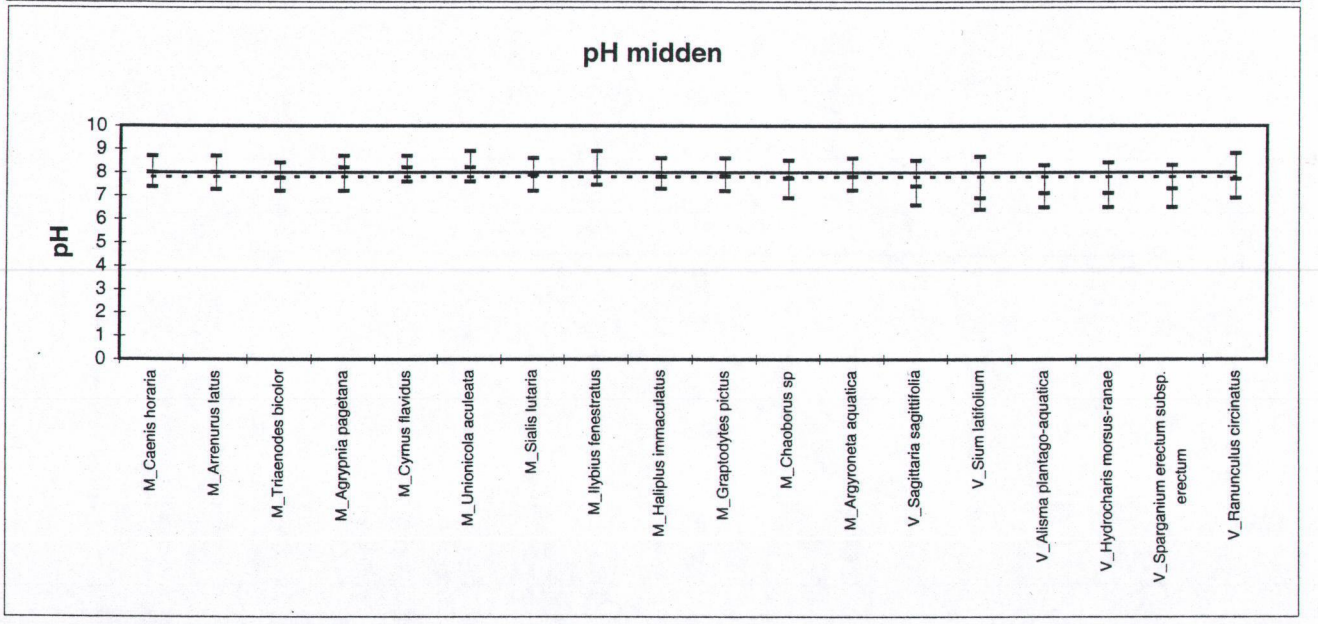


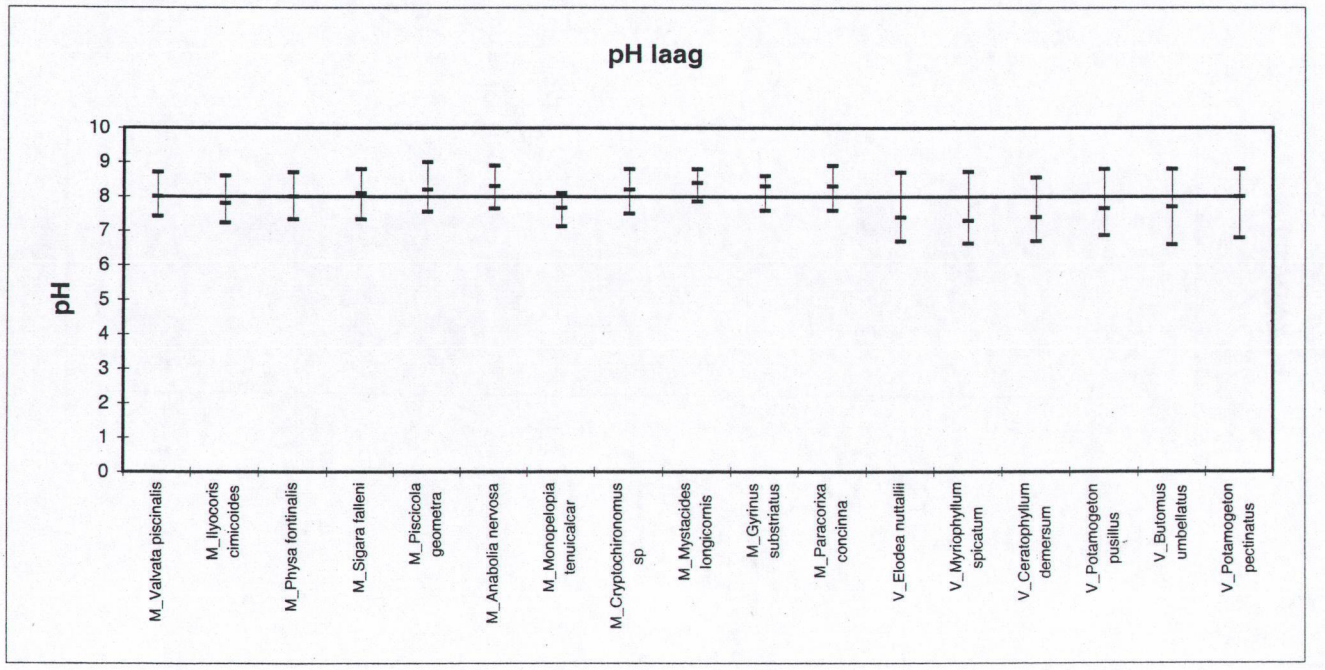
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter Cl voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.



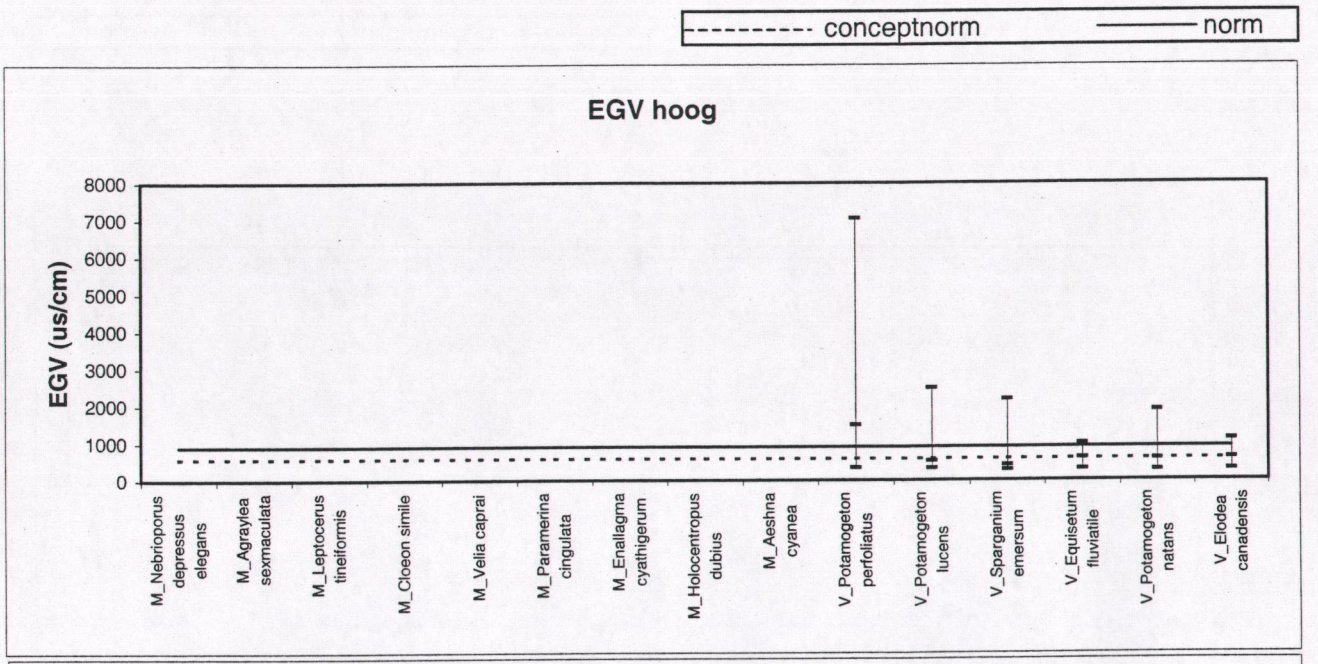
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter pH voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.

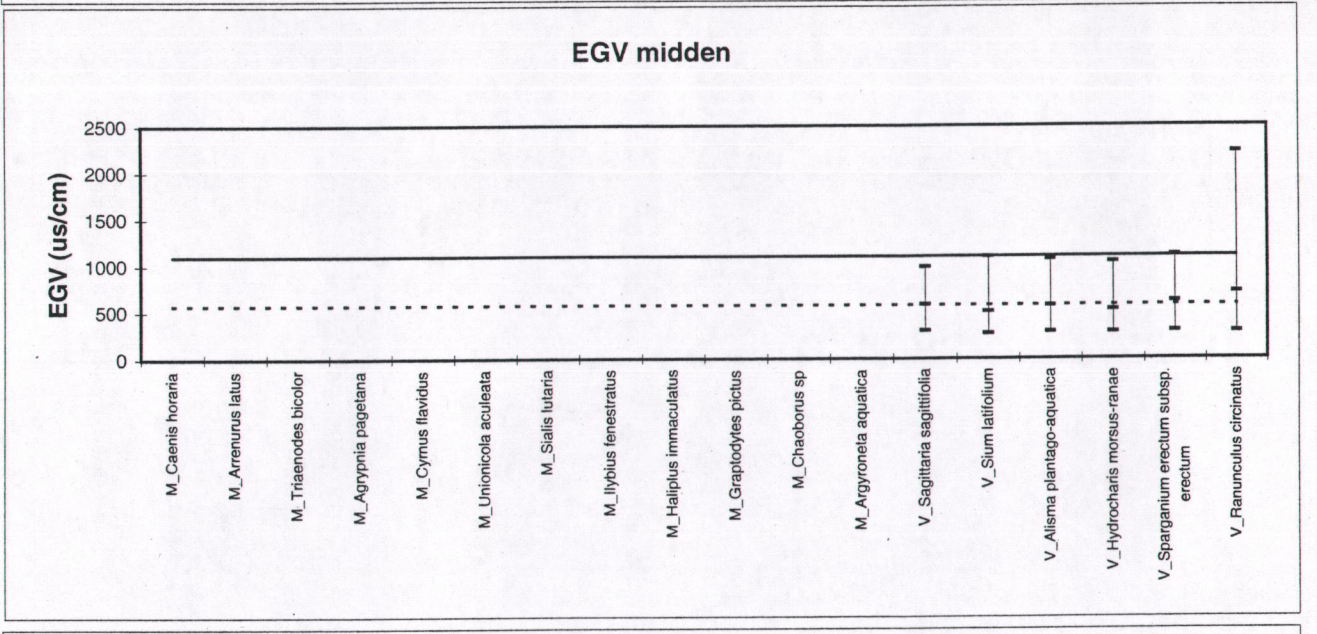


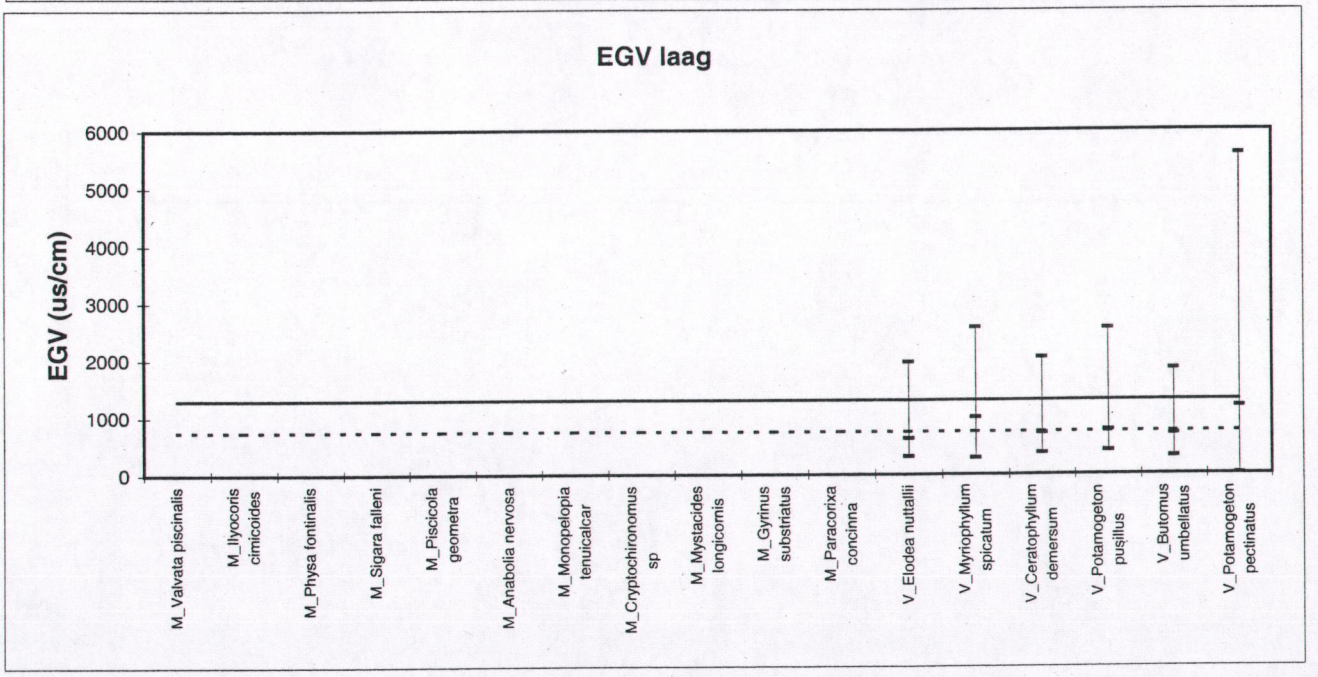




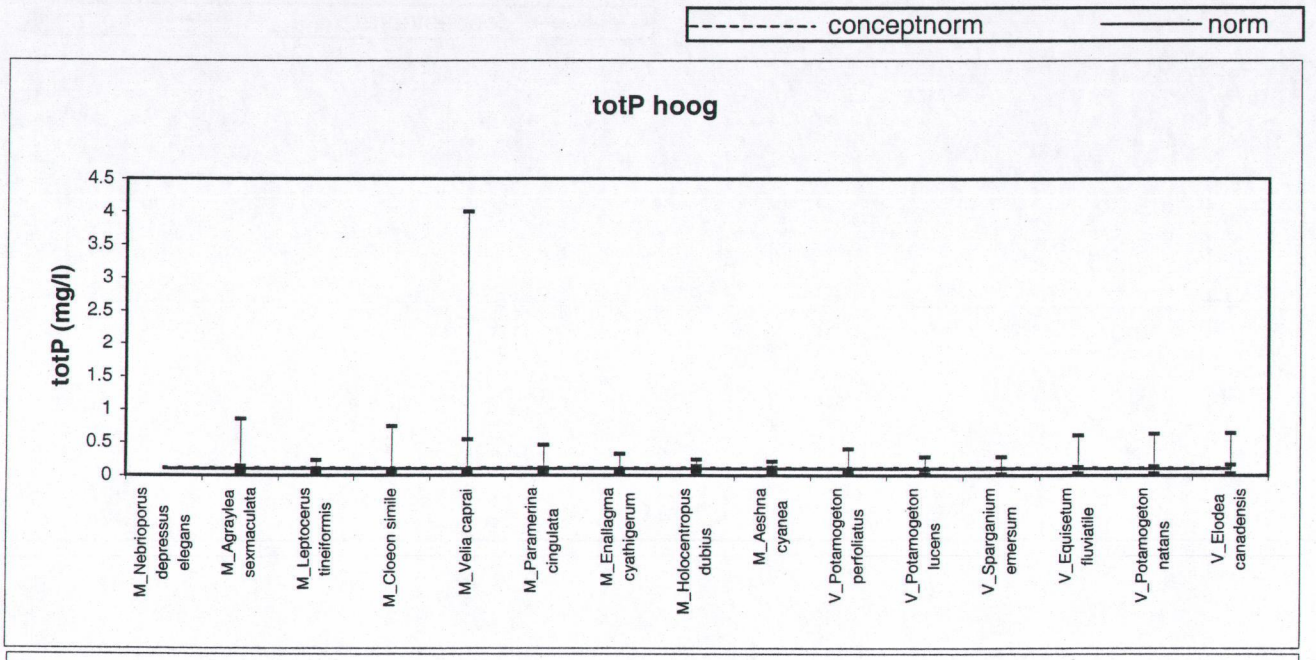
Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter EGV voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.

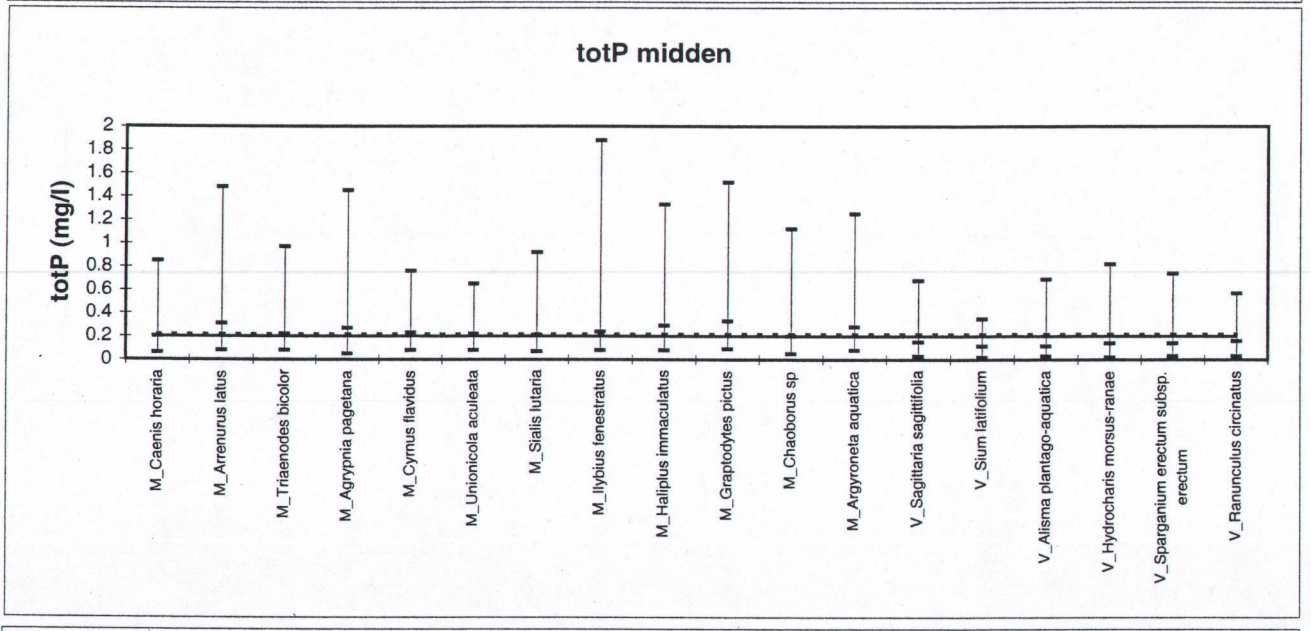


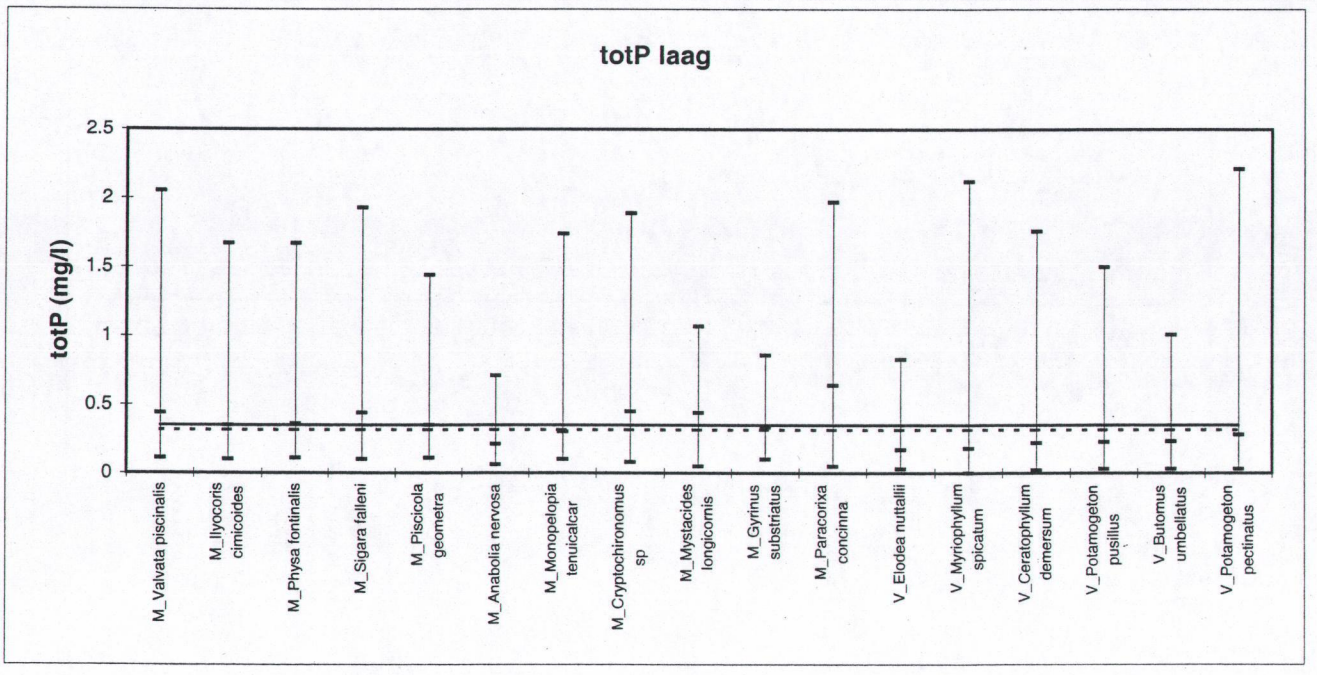
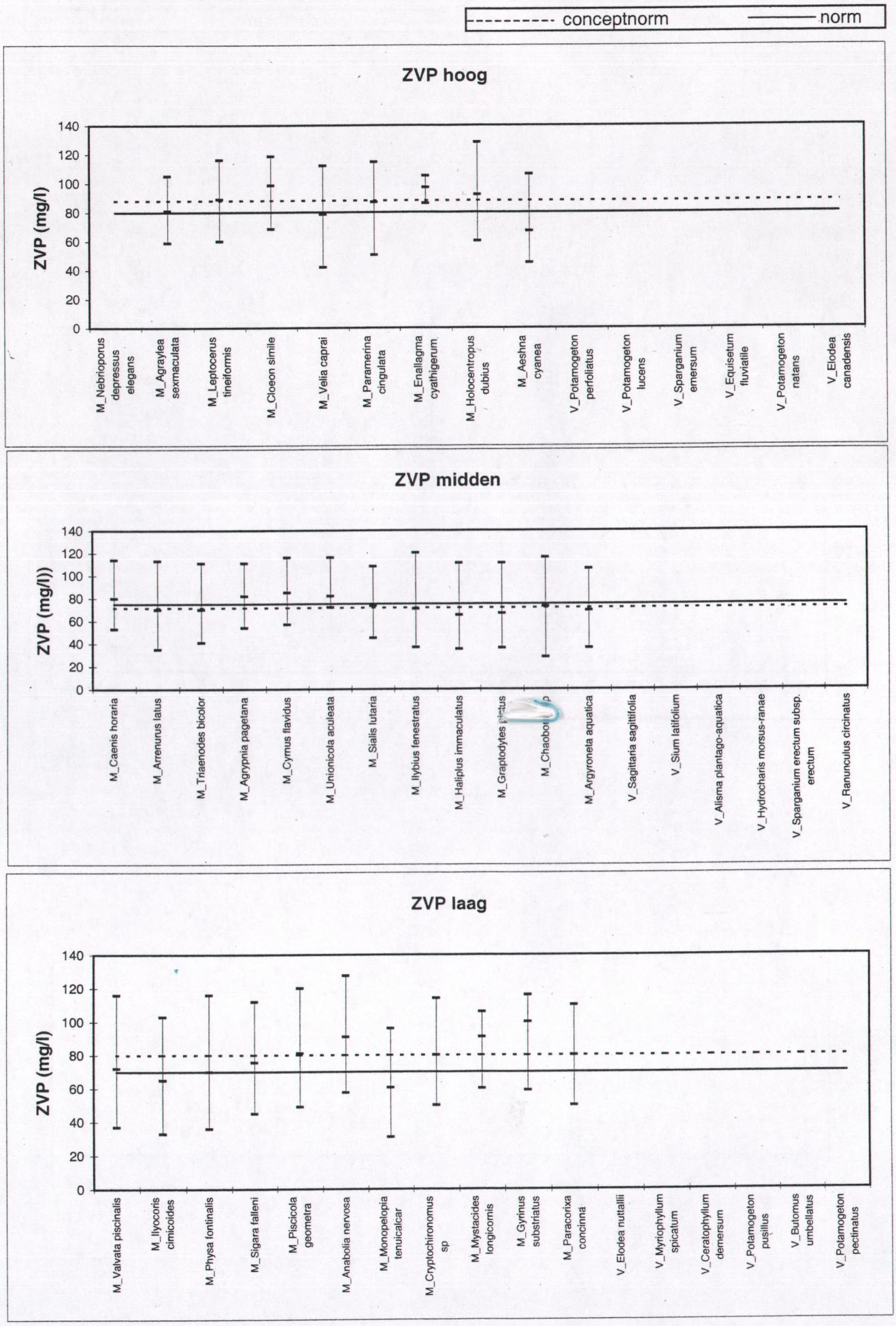




Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter totP voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.







Bijlage VI. Hoog-laaggrafieken voor de ambitieniveaus hoog, midden en laag voor de parameter ZVP voor het subwatertype ondiepe boezemwateren.