

Evaluatie nutriënten monitoring in de winter in de Nederlandse

trend-, normtoetsing en monitoringstrategie

december 1999

RIKZ-2000.004

Evaluatie nutriënten monitoring in de winter in de Nederlandse Kustzone

trend, normtoetsing en monitoringstrategie

december 1999

R.W.P.M. Laane
E.M.L. Yland
W.J.M. van Zeijl

RIKZ
Kotenaerkade 1
Postbus 20907
2500 EX Den Haag
070-3114311

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	5
SUMMARY.....	6
1 INLEIDING	7
2 METHODEN	10
2.1 WAARNEEMBARE TREND OVER DE JAREN.....	11
2.2 VERANDERING IN DE TOEKOMST.....	11
3 RESULTATEN & DISCUSSIE	14
3.1 WAARGENOMEN TREND	14
3.2 VERANDERING IN DE TOEKOMST.....	17
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	23
4.1 CONCLUSIES	23
4.2 AANBEVELINGEN	24
5 REFERENTIES	25

Appendix 1

Appendix 2

Appendix 3

Samenvatting

In de periode 1991-1998 zijn er, naast het reguliere monitoringprogramma (MWTL), additionele locaties bemonsterd voor opgelost anorganisch stikstof (DIN) en fosfaat (DIP) door Directie Noordzee.

In deze nota wordt de vraag beantwoord of deze extra monsters nu ook meer informatie hebben gegeven. Meer specifiek zijn de vragen: is the trend in de bestaande gegevens duidelijker aantoonbaar wanneer er extra gegevens worden gebruikt en hoeveel monsters moeten worden geanalyseerd in de toekomst om een bepaalde verandering te kunnen aan tonen?

In de bestaande gegevens is een significante dalende trend in de DIN (16%) en DIP (60%) concentratie, berekend bij een zoutgehalte van 30, aanwezig in de Nederlandse kustzone in de wintermaanden (december tot maart) in de periode 1985 - 1999. De dalende trend voor DIN is anders of niet significant wanneer de gegevens uit andere periodes worden vergeleken. De dalende trend in DIN en DIP verandert niet door meer monsters te analyseren dan in het huidige monitoringprogramma gedaan wordt. Wel wordt een trend met een paar procent nauwkeuriger aantoonbaar en de standaard deviatie kleiner naarmate er meer gegevens zijn.

De concentratie DIN in de wintermaanden, bij een zoutgehalte van 30, ligt 3 maal boven de natuurlijke achtergrondwaarde in 1985 en tot 1999 blijft dit zo. Een ander beeld wordt voor de winter concentratie van DIP bij een zoutgehalte van 30 gevonden. In 1985 zijn deze nog 3,5 maal verhoogd ten opzichte van de natuurlijke achtergrond concentratie en in 1999 is de DIP concentratie in de Nederlandse kustzone nog 1,5 maal verhoogd ten opzichte van de achtergrond concentratie.

Uit de relatie tussen het aantal monsters dat genomen moet worden om een bepaalde verandering (% reductie) te kunnen aan tonen in een toekomstig programma komt naar voren dat het nemen van extra monster boven het regulier monitoringprogramma vrijwel geen additionele informatie over een mogelijke verandering geeft.

Te verwachten is dat in de toekomst de DIN concentratie sterker zal dalen dan de DIP concentratie in de Nederlandse kustzone daar de DIP concentratie reeds sterk gedaald is en de DIN concentratie nog op een relatief hoog niveau zit en het beleid zich sterk op de reductie van DIN richt.

Uit de relatie komt naar voren dat 25-40 monsters, genomen in de winter maanden, voldoende zijn om een verandering van 15 tot 10% per jaar in de DIN en 35 tot 30% per jaar in de DIP concentratie bij een zoutgehalte van 30 aan te kunnen tonen.

Geconcludeerd wordt dat het huidige monitoringprogramma (25-40 monsters) in de winter maanden voldoende is om een toekomstige verandering in de concentratie aan te kunnen tonen.

Summary

In the period 1991-1998 additional samples have been taken, beside the regular monitoring program for dissolved inorganic nitrogen (DIN) en phosphate (DIP) by the Directorate North Sea. In this report the question if these additional samples has gained more information is answered. More specific the questions are: is the trend in the existing data more precise when more data is used and how many samples must be taken in future to detect a certain change?

In the existing data a significant reduction in the DIN (16%) and DIP (60%) concentration, calculated at a salinity of 30‰, is present in the Dutch coastal zone in the winter month's (December till March) in the period 1985 - 1999. The reduction in DIN is changing or is not significant when a comparison is made for other periods. In general, the decreasing trend in DIN and DIP over the period 1985-1999 does not change when more samples are analysed above the present monitoring program.

The concentration of DIN in the winter month's, at a salinity of 30‰, is 3 times above the natural background concentration in 1985 and this does not change till 1999. Another picture is found for DIP at a salinity 30‰. In 1985 DIP is 3,5 times above the natural background concentration in the Dutch coastal zone and in 1999 this value decreased to 1,5 times.

From the relation between the amount of samples that must be taken to detect a certain change (% reduction) in a future program it appears that the sampling of extra locations above the regular monitoring program nearly no additional information is gained about a possible change.

It is to be expected that in future the concentration of DIN will decrease more than the DIP concentration because the DIP concentration decreased already strongly and the DIN concentration is still rather high and the objective is to decrease DIN in the near future.

From the relation is appears that 25-40 samples, taken during the winter month's in the Dutch coastal zone, are sufficient to detect a change of 15-10% per year in the DIN concentration and 35-30% per year in the DIP concentration at a salinity of 30‰.

So, it is concluded that the present monitoring program in the winter month's in the Dutch coastal zone is sufficient to detect possible trends.

1 Inleiding

De stikstof en fosfor concentraties in het Nederlandse oppervlakte water zijn door intensief menselijk gebruik op het land de afgelopen vijftig jaar sterk toegenomen (Boers en van der Does, 1993; Klein en van Buuren, 1992). Dit heeft tot gevolg dat de concentraties in de Nederlandse kustzone van de Noordzee ook gestegen zijn (zie Klein en van Buuren, 1992). Dit verschijnsel wordt eutrofiering genoemd en is voornamelijk terug te vinden in de kustgebieden van de Noordzee, daar waar rivier- en zeewater met elkaar mengen (OSPAR, 1997). Deze verhoging van concentratie heeft tot veranderingen in het mariene ecosysteem geleid. Schadelijke effecten, zoals zuurstofloosheid in de Duitse Bocht en het ontstaan van toxische algen (De Vries e.a., 1993) zijn gerelateerd aan eutrofiering. Discussiepunt is of de verhoging van de algenproductie en biomassa nu ook daadwerkelijk ten goede komt aan de hogere organismen, zoals de vissen (Boddeke en Hagel, 1994; Nanninga, 1997). Deze negatieve effecten hebben geleid tot internationaal beleid. In 1985 werd door de landen rond de Noordzee besloten de stikstof- en fosforlast van de Nederlandse kustzone in 10 jaar met tenminste 50% te reduceren (Anonymus, 1987).

In 1972 is door de Nederlandse overheid begonnen met op regelmatige basis de concentratie van de anorganische stikstof verbindingen (DIN (= nitraat, nitriet en ammonium)) en opgelost anorganisch fosfor (DIP (= fosfaat)) te monitoren op een groot aantal locaties in de Nederlandse kustzone. Hierdoor is veel inzicht verkregen in de horizontale verdeling van de voedingsstoffen in de Nederlandse kustzone. De algemene verdeling van de voedingsstoffen is dat de hoogste concentraties in de wintermaanden worden waargenomen en de laagste in de zomerperiode (Brockman e.a.). Relatief hoge concentraties worden vlak onder de kust gevonden (<20 km), en deze dalen in de mengzone tussen de 20 en 50 kilometer. De laagste concentraties worden in de open zee gemeten (>50 km). De verhoging van de concentraties in de kustzone wordt voornamelijk veroorzaakt door de relatief hoge concentraties van de voedingsstoffen in de Rijn, Maas en Schelde.

Op basis van een statistische evaluatie en de informatiebehoefte is in 1996 besloten het aantal locaties van 75 terug te brengen tot 32 (Swertz en Laane, 1996). Deze basisbehoefte voor monitoring is door Swertz en Akkerman (1994) geïnventariseerd (Hoftstra, 1994). Conclusie was dat de Nederlandse monitoringsdoelstelling trenddetectie (veranderingen door de jaren heen) en normtoetsing is. Daar er voor de eutrofiërende stoffen alleen achtergrondwaarden zijn opgegeven in de NW4, richt eutrofiëringsbeleid zich dus op:

- trenddetectie
- toetsing aan de achtergrondwaarde

Voor trenddetectie is de kwantitatieve invulling hiervan in het nationale en internationale eutrofiëringsbeleid: 50% reductie in de aanvoer in 10 jaar t.o.v. 1985 en toetsing aan de achtergrondwaarde.

De trendmatige veranderingen in de concentratie van de voedingsstoffen in de Nederlandse kustzone door de jaren heen is door velen gerapporteerd (Klein en Van Buuren, 1992; Van der Meyden, 1992; de Vries e.a., 1996; Laane e.a., 1996; Visser e.a., 1996; Bot e.a., 1996; Sündermann e.a., 1996).

Onafhankelijk van de methodiek die in bovenstaande papers gebruikt is om een trendmatige verandering in de concentratie van de voedingsstoffen in de tijd

aan te tonen, is de algemene conclusie dat de stikstof en fosfaat concentraties in de wintermaanden in de jaren vijftig-zestig sterk zijn gestegen en dat de

hoogste waarden in de jaren tachtig werden bereikt in de Nederlandse kustzone. Sinds die tijd daalt de opgeloste stikstof concentratie licht en is er een sterke daling van de opgeloste anorganische fosfaat concentratie waargenomen. Hierdoor wordt de ratio tussen opgelost stikstof en opgelost fosfaat steeds groter (Laane e.a., 1996).

Tijdens een internationale workshop zijn achtergrondwaarden voor stikstof en fosfor in de open Noordzee in de wintermaanden vastgesteld (Tabel 1) (Laane, 1992). In de Vierde Nota Waterhuishouding zijn tevens achtergrondwaarde voor stikstof en fosfor vastgesteld (Tabel 1). Uit de inverse lineaire relatie tussen het zoutgehalte en de winterconcentratie heeft Laane e.a. (1990) de achtergrondwaarde op open zee bepaald (Tabel 1).

Tabel 1

Achtergrond concentraties (in μM en mg.l^{-1}) van de opgeloste anorganische stikstof- en fosforverbindingen in de wintermaanden op de open Noordzee ($S>34,5$)

Background concentrations (in μM and mg.l^{-1}) for the dissolved inorganic nitrogen and phosphorus compounds in the winter months in the open North Sea ($S>34,5\%$)

	μM	mg.l^{-1}	referentie
opgeloste anorganische stikstofverbindingen (nitraat + nitriet + ammonia); DIN	7.6-24.3 11 $9,43 \pm 0,003$	0,11 - 0,3 0,15 $0,132 \pm 0,051$	Laane (1992) Anonymus (1998) Laane e.a. (1990)
opgeloste anorganische fosforverbindingen (fosfaat); DIP	0.41-1.39 0,6 $0,45 \pm 0,013$	0,014 - 0,047 0,02 $0,016 \pm 0,0047$	Laane (1992) Anonymus (1998) Laane e.a. (1990)

In de mengzone in de Nederlandse kustzone is de achtergrond concentratie van de voedingsstoffen (N en P) in de wintermaanden hoger dan in de open zee, daar de achtergrond concentraties in de rivier hoger zijn dan in open zee. Peeters e.a. (1993) hebben laten zien dat de achtergrond concentratie bij elk zoutgehalte in de Nederlandse kustzone berekend kan worden wanneer er gebruik wordt gemaakt van de inverse lineaire relatie tussen de concentratie en het zoutgehalte.

In de periode 1991-1998 zijn er, naast het reguliere monitoringprogramma (MWTL), additionele locaties bemonsterd door Directie Noordzee. De vraag is nu of deze extra monsters nu ook meer informatie geven? Uitgesplitst naar de doelstelling voor monitoring zijn de twee vragen:

- is er een trendmatige verandering in de gemeten gegevens en is deze verandering eenduidiger te bepalen met meer monsters?
- is een trendmatige verandering in de toekomst eenduidiger te bepalen met meer monsters?
- wordt het onderscheid tussen de veldconcentratie en de achtergrondconcentratie eenduidiger wanneer er meer monsters genomen worden?

2 Methoden

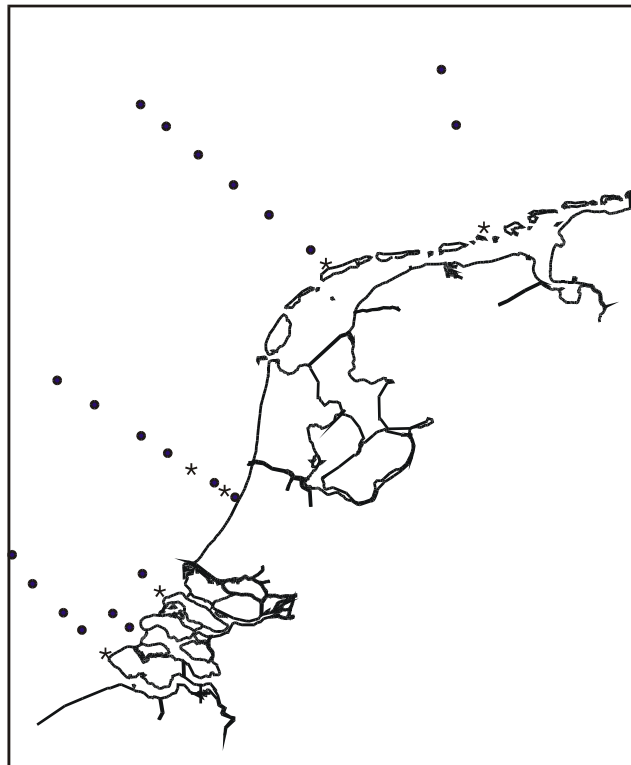
De analyse is gebaseerd op de gegevens uit het monitoringprogramma van Rijkswaterstaat (MWTL), aangevuld met de extra metingen van Directie Noordzee in de periode 1988 -1998 (NUTKUST). Om de meerwaarde van de extra metingen door Directie Noordzee duidelijk te kunnen maken zijn er drie datasets gemaakt:

- set 1: MWTL en MWTL + NUTKUST (Noordwijk-locaties 2, 10, 20 en 70 km in de winterperiode december-februari)
- set 2: MWTL en MWTL + NUTKUST (in de winterperiode oktober tot maart)
- set 3: MWTL en MWTL + NUTKUST (januari)

De gegevens zijn verzameld in de periode 1984-1998 in de wintermaanden op verschillende locaties in de Nederlandse kustzone. De bemonsteringen zijn uitgevoerd op zes verschillende locaties in de kustzone van de Noordzee (Figuur 1 en Tabel 2).

Figuur 1

Nederlandse kustzone en de locaties waar water monsters zijn genomen (● = MWTL; * = MWTL en NUTKUST).
Dutch coastal zone with sampling locations (● = MWTL; * = MWTL en NUTKUST)



Een lijst met de verschillende sets met bijbehorende locaties zijn opgenomen in Appendix 1.
De parameters die hier worden gebruikt zijn: saliniteit, fosfaat, nitraat, nitriet en ammonia.

Tabel 2

Overzicht van het aantal monsters dat genomen is tijdens het routine matig meetnet (MWTL) en de hoeveelheid extra monsters die door Directie Noordzee (NUTKUST) zijn genomen plus het MWTL in de verschillende winterperiodes in de jaren 1991-1999 (set 1 en 2) of 1984-1999 (set 3)

Overview of the amount of samples taken during the regular monitoring programma (MWTL) and the additional samples taken by Directorate North Sea (NUTKUST) plus the MWTL-samples for the different winter months during the years 1991-1999 (set1 and 2) or 1984-1999 (set 3)

Seizoen	SET 1: December-Februari (Noordwijk)		SET 2: Oktober-Maart		SET 3: Januari	
	MWTL	MWTL + NUTKUST	MWTL	MWTL + NUTKUST	MWTL	MWTL + NUTKUST
1984-85	52	52				
1985-86	41	41				
1986-87	30	30				
1987-88	6	39				
1988-89	18	30				
1989-90	18	26				
1990-91	15	24				
1991-92	11	24	166	201	24	39
1992-93	11	24	109	120	24	24
1993-94	15	37	171	214	29	37
1994-95	15	33	180	225	47	58
1995-96	13	30	150	209	16	36
1996-97	8	22	91	160	16	39
1997-98	12	26	78	153	13	21
1998-99	12	28	33	73	0	0

2.1 Waarneembare trend over de jaren

Om de eerste vraag te kunnen beantwoorden: "Is er een trendmatige verandering in de gemeten gegevens en is deze verandering eenduidiger te bepalen met meer monsters?", zijn gegevens uit set 1 gebruikt. Daar de kustzone een dynamisch systeem is waar rivier en zeewater met elkaar mengen is het voor trenddetectie noodzakelijk de concentratie van voedingsstoffen te standaardiseren op een bepaald zoutgehalte. De concentratie van de voedingsstoffen is bij 30 promille in de wintermaanden (december tot maart) bepaald vanuit de relatie tussen het zoutgehalte en de concentratie (OSPAR, 1997).

2.2 Verandering in de toekomst

De tweede vraag: "Is een trendmatige verandering in de toekomst eenduidiger te bepalen met meer monsters?" is uit de bestaande gegevens een relatie bepaald tussen het aantal monsters dat geanalyseerd zou moeten worden wanneer een bepaalde af- of toename waarneembaar zou moeten zijn (Laane e.a., 1990). Hiervoor zijn de gegevens uit set 2 en 3 gebruikt waarbij de MWTL-gegevens zijn vergeleken met de MWTL+NUTKUST gegevens. Hierin is gebruik gemaakt van een Power analyse (Cohen, 1977) om het minimum aantal monsters te bepalen nodig om een significante reductie in de voedingsstoffen concentratie aan te tonen. Het gaat om de volgende formule:

$$n = 2 * \frac{X_0^2}{(X_0 - X)^2} * \frac{RMS}{d^2} * [t_{\alpha/2(n-1)} + t_{\beta(n-1)}]^2$$

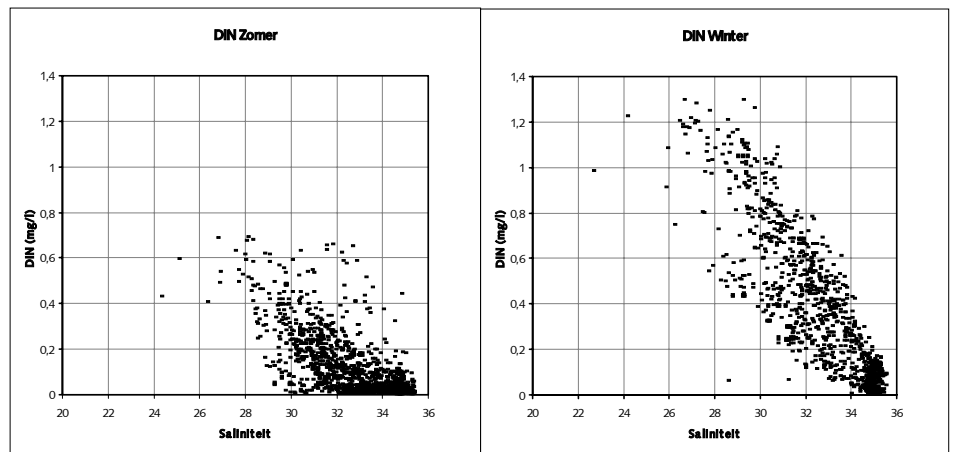
- n aantal monsters
- X_0 saliniteit waarbij de nutriënten een achtergrondwaarde bereiken
- X saliniteit voor berekende n
- RMS Residual Mean Square
- d reductie in nutriënt concentratie
- t_α toetsingsgrootte bij een significantie criterium van 0,05 (α)
en bij n-1 vrijheidsgraden
- t_β toetsingsgrootte bij een powergrootte van 0,05 (β)
en bij n-1 vrijheidsgraden

Een schematisch beeld van de relatie tussen de concentratie van een voedingsstof in de wintermaanden en het zoutgehalte voor 8 verschillende jaren is in Figuur 2 weergegeven.

Figuur 2

Schematische weergave van de relatie tussen de concentratie opgelost anorganisch stikstof (DIN) in de zomer (april - september) en winter (oktober - maart) en het zoutgehalte voor de jaren 1991-1998

Schematic representation of the regression between nutrient concentration in the summer (April - September) and winter (October - March) and salinity for the years 1991-1998



Voor dataset 2 is voor de wintermaanden oktober tot en met december (10-12) en januari tot en met maart (1-3) per maand een gemiddelde met de bijbehorende standaard deviatie berekend (Tabel 3). Aan de hand van deze gegevens zijn de uitschieters bepaald als meetwaarden groter dan het gemiddelde plus 3 keer de standaard deviatie. De uitschieters zijn in de berekeningen niet meegenomen.

Uit de complete dataset is af te leiden dat de concentratie nutriënten, bij een saliniteit groter dan 34,5‰ een relatieve kleine spreiding vertoont. De concentratie van DIN en DIP bij een zoutgehalte >34,5 ‰ is bepaald aan de hand van de lineaire relatie tussen de concentratie en het zoutgehalte in de wintermaanden.

Tabel 3

Gemiddelde (Gem), standaard deviatie (St.dev.) ((mg.l⁻¹) en aantal bemonsteringen per maand (n) berekend voor opgelost anorganisch fosfaat (DIP) en opgelost anorganische stikstofverbindingen (DIN) voor de wintermaanden oktober tot en met december (10-12) en januari tot en met maart (1-3) in de Nederlandse kustzone in de periode 1991-1998

DIP				DIN			
Maand	Gem	St.dev	n	Maand	Gem	St.dev	n
1	0,034	0,013	245	1	0,555	0,326	243
2	0,032	0,015	154	2	0,561	0,338	155
3	0,027	0,015	202	3	0,562	0,391	204
10	0,027	0,017	237	10	0,218	0,193	240
11	0,031	0,017	245	11	0,329	0,248	248
12	0,037	0,016	257	12	0,463	0,313	258
Totaal	0,031	0,016	1340	Totaal	0,437	0,330	1348

Mean (Gem), standard deviation (mg.l⁻¹) and amount of sampling locations (n) calculated per months for dissolved inorganic phosphorus (DIP) and dissolved inorganic nitrogen compounds (DIN) for the winter months October to December (10-12) and January to March (1-3) in the Dutch coastal zone in the period 1991-1998

Door een saliniteit van 34,5‰ in te vullen voor de x-component in de lineaire regressielijn tussen de concentratie in de winter en saliniteit wordt de achtergrondwaarde berekend. Deze achtergrondwaarde, Y_0 (DIP = $0,020 \pm 0,009$ mg P.l⁻¹, DIN = $0,140 \pm 0,047$ mg N.l⁻¹) wordt gebruikt als vaste waarde bij een zoutgehalte van 34,5, voor de andere berekeningen van de relatie tussen de concentratie in de winter en het zoutgehalte. Als vast draaipunt voor de lineaire relatie wordt de winterconcentratie op de open zee genomen: $0,016 \pm 0,0047$ mg.l⁻¹ voor fosfaat en $0,132 \pm 0,051$ mg.l⁻¹ voor anorganisch stikstof (gegevens uit de periode 1975-1984, Laane e.a. (1990))

Na de bovenstaande transformatie wordt de Residual Mean Square (RMS) berekend. In eerste instantie wordt deze afzonderlijk voor ieder jaar berekend. Gezien het verschil in aantal meetwaarden per jaar wordt van de berekende RMS per jaar een gewogen gemiddelde genomen. Dit gewogen gemiddelde is afhankelijk van het aantal meetwaarden per jaar.

De reductie van de nutriëntconcentraties (d) wordt bepaald aan de hand van een lineaire regressie, toegepast op de verschillende datasets. Een reductie van de concentratie maakt de helling van deze lijn kleiner. Door de permanent gekozen "oorsprong" (X_0, Y_0) is een reductie van de concentratie gelijk aan de reductie van de as-afsnede van de regressielijn. De waarde voor d is dus gelijk aan een (gekozen) percentage van deze as-afsnede.

Om bij verschillende promilages voor saliniteit en bij verschillende reducties het aantal benodigde monsters uit te rekenen om een significant verschil aan te tonen wordt de bovenstaande formule iteratief opgelost.

Uit het gemiddelde en de bijbehorende spreiding van de verschillende datasets is gebleken dat januari door de jaren heen de meest constante nutriëntenconcentraties met de kleinste spreiding bevat. Om de toevallige fout, die veroorzaakt wordt door de spreiding zo klein mogelijk te houden is gekozen voor een bewerking van de bovenstaande methode met alleen data gemeten in de maand januari.

3 Resultaten & Discussie

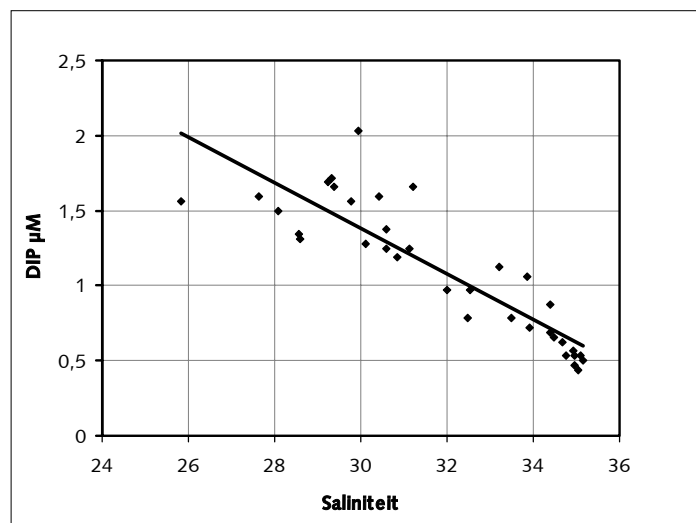
3.1 Waargenomen Trend

Een trend in de concentratie anorganische stikstof (DIN) en fosforverbindingen (DIP) is het eenvoudigst aantoonbaar gedurende de wintermaanden. In deze maanden is de biologische activiteit (opname en omzetting van de voedingsstoffen) relatief klein ten opzichte van die in de andere maanden. Tijdens het transport van de rivier naar de zee en op zee verandert dan de concentratie niet sterk: de stof verdunt zoals het rivierwater en gedraagt zich conservatief (van Bennekom en Wetsteijn, 1990). Met andere woorden er is een inverse lineaire relatie tussen het zoutgehalte en de concentratie van een voedingsstof (Figuur 3).

Figuur 3

Relatie tussen de opgeloste concentratie fosfaat (μM) en het zoutgehalte in de Nederlandse kustzone in januari 1995

Relation between the dissolved phosphate concentration (μM) and salinity in the Dutch coastal zone in Januari 1995



De relatie tussen de concentratie DIN en DIP en het zoutgehalte is berekend voor alle winter maanden (december tot maart) in de periode 1985-1999. Met behulp van de lineaire relatie is de concentratie en de spreiding (95%) bij een zoutgehalte 30 berekend (Figuur 4). Tevens is de achtergrondconcentratie aangegeven die geldt bij een zoutgehalte van 30‰. Voor DIN is deze $20 \mu\text{M}$ en voor DIP is deze $0,77 \mu\text{M}$. Deze is berekend uit de lineaire relatie tussen de achtergrond concentratie die op de Rijn en op de open Noordzee gevonden wordt (Peeters e.a., 1993). De kale gegevens staan in Appendix 2.

Op het oog zitten er geen grote verschillen tussen de gemiddelde winter waarden van de MWTL en van de MWTL + NUTKUST dataset (Figuur 4). In Appendix 2 is wel te zien dat de standaarddeviatie rond het gemiddelde kleiner wordt als er meer gegevens zijn.

De Mann-Kandell toets geeft aan dat de winter-fosfaatconcentratie bij 30 ‰, berekend uit de MWTL-gegevens (set 1), significant 61% daalt in de periode 1985-1999. Voor de winter-DIN concentratie daalt de concentratie significant 12% in dezelfde periode. Hierbij moet wel worden aangetekend dat wanneer de trend over een andere periode berekend wordt er ook andere reductie percentages uitkomen en dat de verandering ook niet significant kan worden.

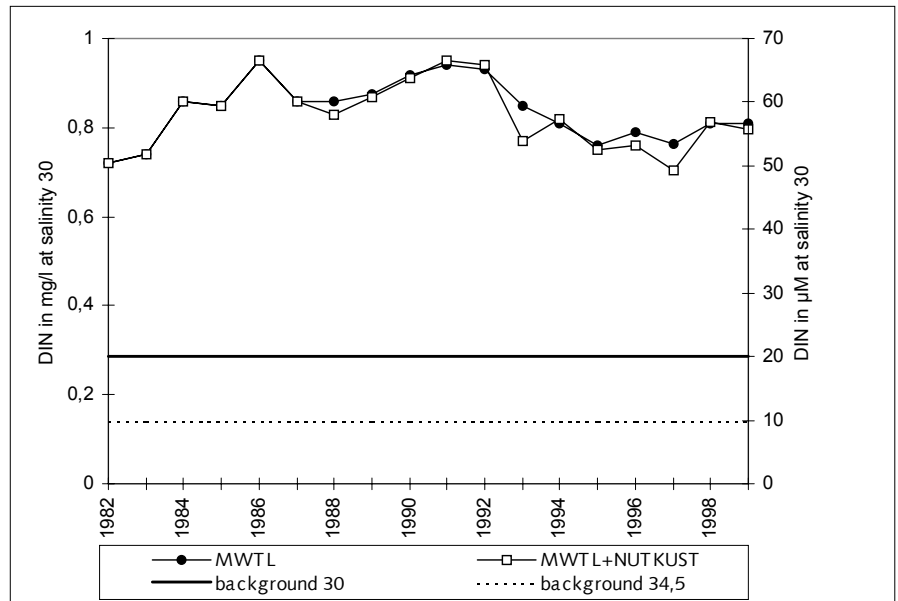
In de periode 1987-1999 is er bijvoorbeeld een significante daling in de DIN concentratie van 8%.

Figuur 4

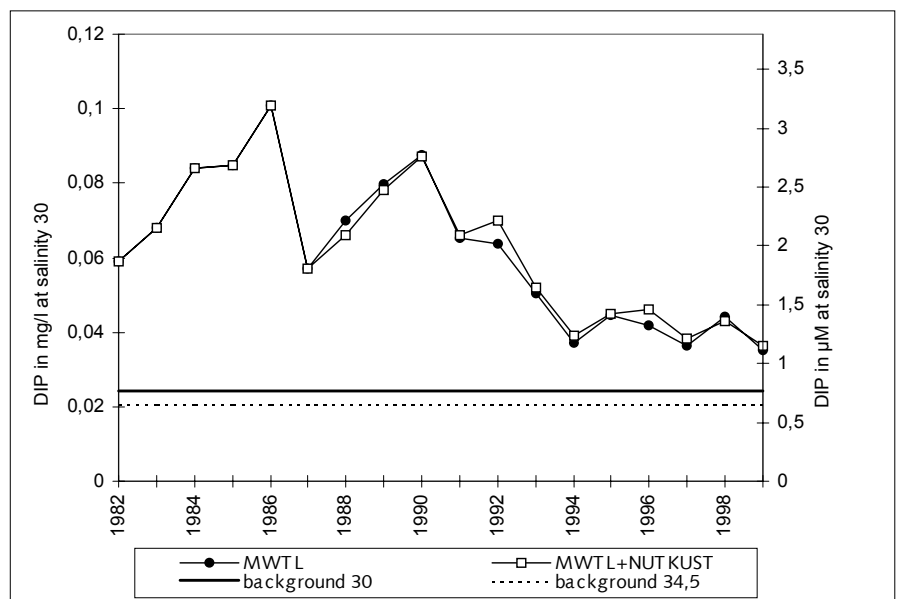
Trend in de jaar concentratie van de opgeloste anorganische stikstofverbindingen (nitraat, nitriet en ammonia)(A) en opgeloste fosfaat (B) bij een zoutgehalte van 30 ‰ op het Noordwijk transect in de wintermaanden (december-februari) van de periode 1985-1999. ● = alleen monitoringsgegevens (MWTL) en □ = monitoringsgegevens aangevuld met de additionele gegevens van Directie Noordzee. Tevens de achtergrondwaarde aangegeven bij een zoutgehalte van 30 ‰ (—) en 34,5 ‰ (---): respectievelijk voor DIN 20 en 10 µM en voor DIP 0,77 en 0,63 µM

Trend in the yearly concentrations of dissolved inorganic nitrogen compounds (nitrate, nitrite and ammonia) (A) and dissolved phosphate (B) at salinity 30‰ at the Noordwijk transect during the winter months (December-February) of the period 1985-1999. ● = only the monitoring data (MWTL) and □ = monitoring data together with the additional data of Directorate North Sea. Also is indicated the background value at a salinity of 30‰ (—) and 34,5‰ (---): respectively for DIN 20 and 10 µM and for DIP 0,77 and 0,63 µM

A



B

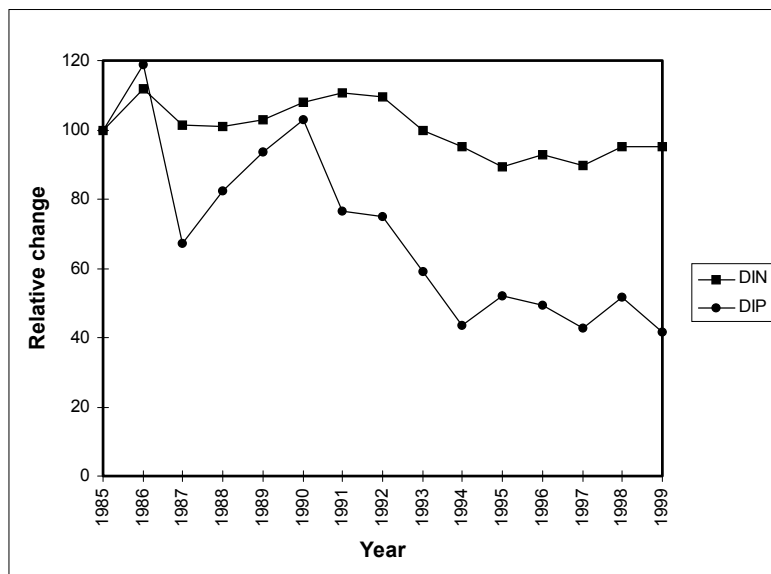


De relatieve verandering van de winter concentratie DIN en DIP (berekend bij een zoutgehalte van 30 ‰) in de loop der jaren ten opzichte van 1985 is in Figuur 5 uitgezet.

Figuur 5

Relatieve verandering (%) in de berekende winter concentratie bij zoutgehalte 30 ‰ van de opgeloste anorganische stikstof- (■, DIN) en fosfor-verbindingen (●, DIP) op de Noordwijkraai in de periode 1985-1999, waarin 1985 als 100% genomen is. Winter: 1 december - 1 maart

Relative change (%) in the calculated winter concentration at a salinity of 30‰ of dissolved inorganic nitrogen and phosphorus at the Noordwijk transect in the period 1985-1999, in which the mean value of 1985 is taken as 100%. Winter: 1 December - 1 March



Duidelijk is te zien dat de winter fosfaat concentratie in de Nederlandse kustzone bij een zoutgehalte van 30 ‰ sterker is gedaald dan de opgeloste anorganische stikstof concentratie in de periode 1985-1999. In het algemeen kunnen voor de daling in concentratie twee oorzaken genoemd worden:

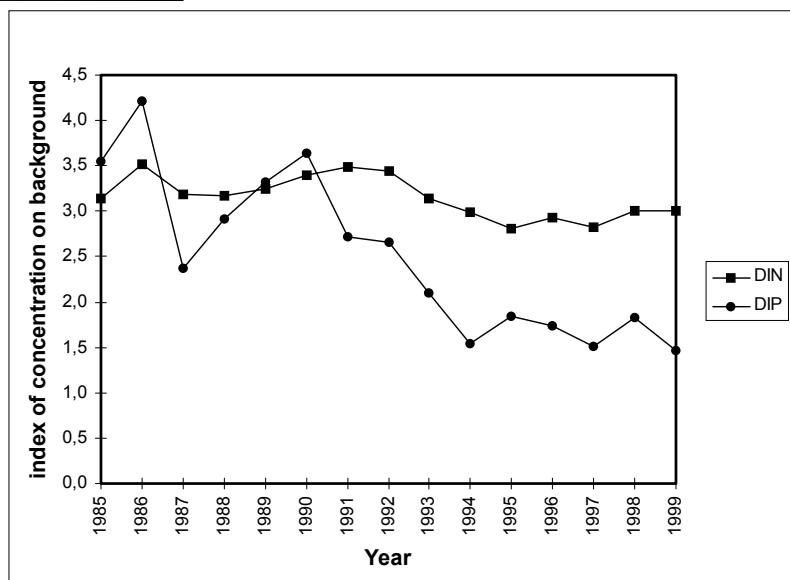
1. daling in de rivierconcentratie
2. daling in de concentratie in het Atlantische water

De fosfaatdaling is dermate groot en voor het grootste gedeelte het gevolg van het feit dat de concentratie fosfaat in de rivieren sterk gedaald is (Wulffraat e.a., 1993; en Anonymus, 1999). Voor stikstof is dit niet zo eenduidig. Het aantal keren dat de winter concentratie van DIN en DIP hoger is dan de achtergrondconcentratie is weergegeven in Figuur 6.

Figuur 6

Aantal malen dat de winter concentratie (december-maart) van de opgeloste anorganische stikstof en fosfor verbindingen groter is dan de achtergrond-concentratie bij een zoutgehalte van 30 ‰ in de periode 1985-1999

Amount of times that the winter concentration (December-March) of the dissolved inorganic nitrogen and phosphorus compounds is higher than the background-concentration at a salinity of 30‰ in the period 1985-1999



Geconcludeerd kan worden dat bij een zoutgehalte van 30 ‰ de winterconcentraties in 1985 van DIN en DIP 3-3,5 keer boven de achtergrondconcentratie liggen. In de jaren daarop volgend daalt deze waarde voor DIN tot ongeveer 3 en voor DIP naar 1,5 keer.

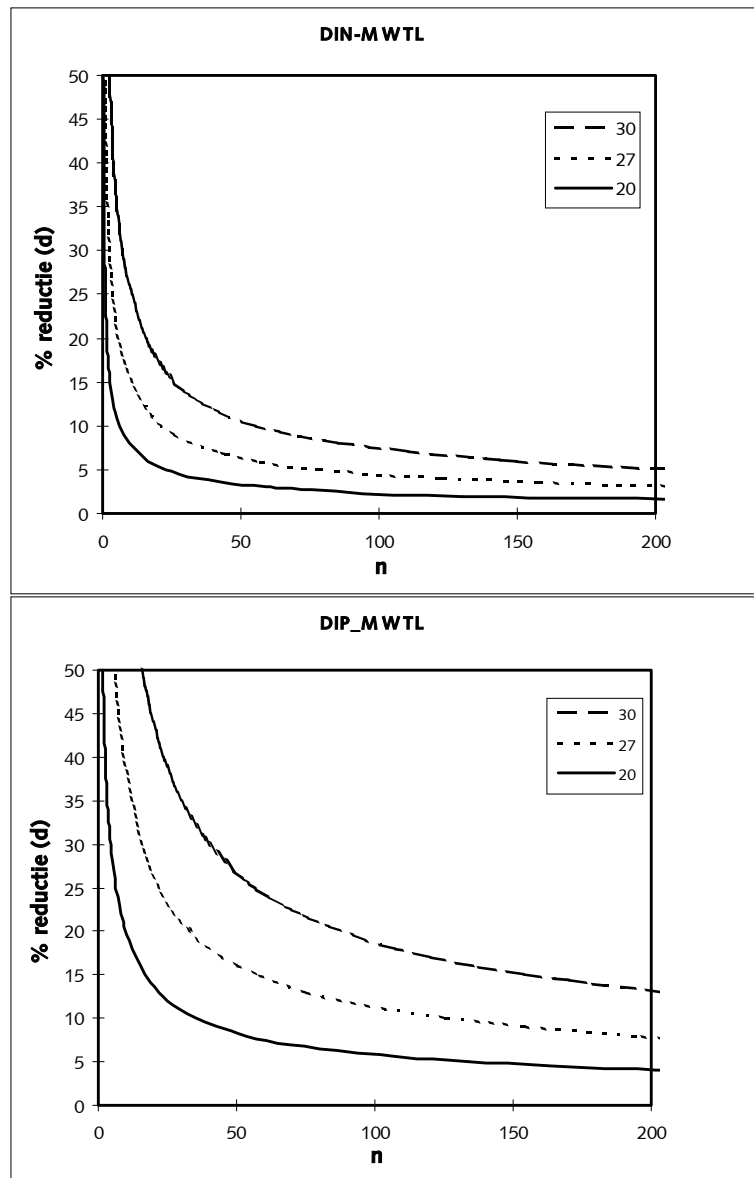
3.2 Verandering in de toekomst

Uit de trend in het van de winter concentraties van DIN en DIP komt, op het oog, naar voren dat er geen groot verschil is tussen de MWTL metingen en de MWTL metingen aangevuld met extra locaties (zie Figuur 4 en Tabel 2). Uit de berekeningen van de jaarconcentraties blijkt dat hoe meer gegevens er zijn des te kleiner de standaard deviatie is (zie Appendix 1). In eerste instantie bestaat dan de neiging om meer te gaan meten. De relatie tussen het aantal monsters en de detecteerbare trend (% reductie) is echter niet lineair en wordt voor DIN en DIP bij drie verschillende zoutgehalten gegeven in Figuur 7.

Figuur 7

Relatie tussen de hoeveelheid monsters die geanalyseerd moeten worden om een bepaalde reductie in de concentratie met een zekerheid van 95% aan te tonen bij een zoutgehalte van 20, 27 en 30 voor DIN en DIP winter (januari) gegevens uit het monitoringprogramma (MWTL) in de Nederlandse kustzone gedurende de jaren 1991-1999

Relation between the amount of samples that have to be analyzed to detect a certain reduction in the concentration certainty of 95% at a salinity of 20‰, 27‰ and 30‰ for DIN and DIP winter values (January) from the monitoring programme in the Dutch coastal zone during the years 1991-1999



In Figuur 7 zijn alleen de winter gegevens gebruikt. Laane e.a. (1990) lieten zien dat er 's zomers meer gegevens verzameld moeten worden om een bepaalde reductie significant aan te tonen, dan in de winter maanden.

Voor beide nutriënten is duidelijk te zien dat er een niet lineaire relatie bestaat tussen de hoeveelheid monsters en het percentage reductie dat aangetoond kan worden. Naarmate het reductie percentage kleiner is zullen er meer monsters genomen moeten worden om dit aan te kunnen tonen. Boven een bepaald aantal monsters is echter de winst gering. Bij DIN en DIP ligt dat rond de 25-30 monsters. Echter bij DIN is dan een reductie van 5% reeds aantoonbaar, in tegenstelling tot een reductie van 10% bij DIP. Tevens is duidelijk dat voor een bepaald aantoonbaar reductie percentage minder monsters nodig zijn bij een zoutgehalte van 20 dan voor een zoutgehalte 30.

In Figuur 8 is deze relatie nog op een andere manier weergegeven. Hierin wordt weergegeven het aantal monsters dat genomen moet worden, bij een

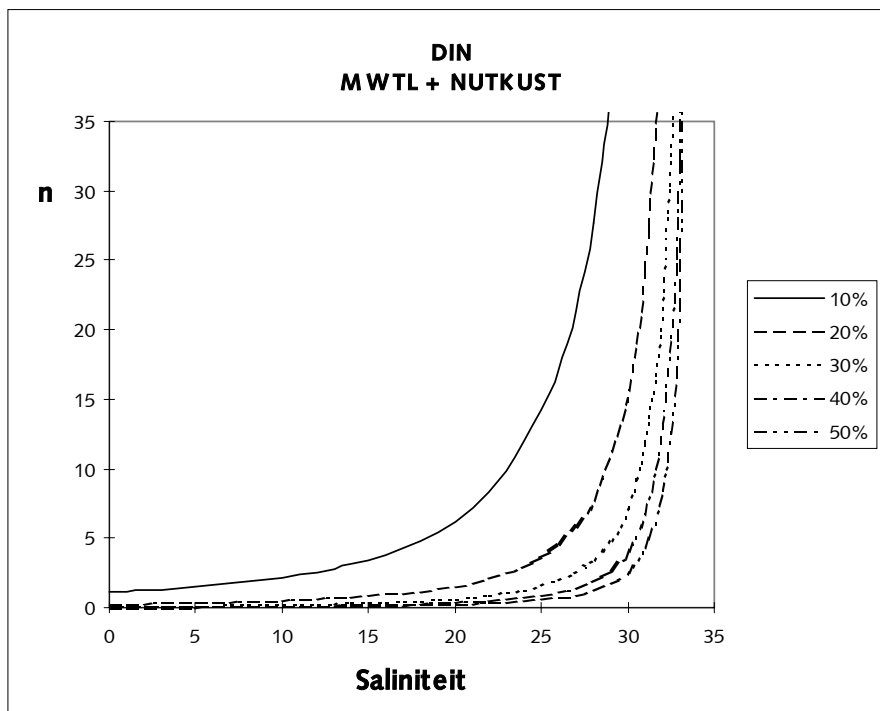
bepaald zoutgehalte, om een bepaalde reductie van 10,20,30,40 of 50% te kunnen waarnemen.

Laane e.a.(1990) lieten door auto-coördinatieberekeningen zien dat het maximale aantal monsters tijdens een vaartocht tussen de 28 en 31 ligt. Het algemene beeld in Figuur 8 (A1/A2; B1/B2) is duidelijk: als het zoutgehalte kleiner wordt behoeven er minder monsters geanalyseerd te worden om de voortgang in de concentratie afname te kunnen volgen. Daarbij komt dat bij een vast zoutgehalte de hoeveelheid monsters die geanalyseerd moeten worden kleiner is bij toenemende reductie.

Figuur 8.a

Relatie tussen het zoutgehalte en het aantal monsters dat geanalyseerd moet worden om een significante (95% betrouwbaarheidsinterval) afname (10-50%) in de concentratie van opgelost anorganisch stikstof in de winter (januari) te kunnen waarnemen in de Nederlandse kustzone in de periode 1991-1999 voor MWTL + NUTKUST

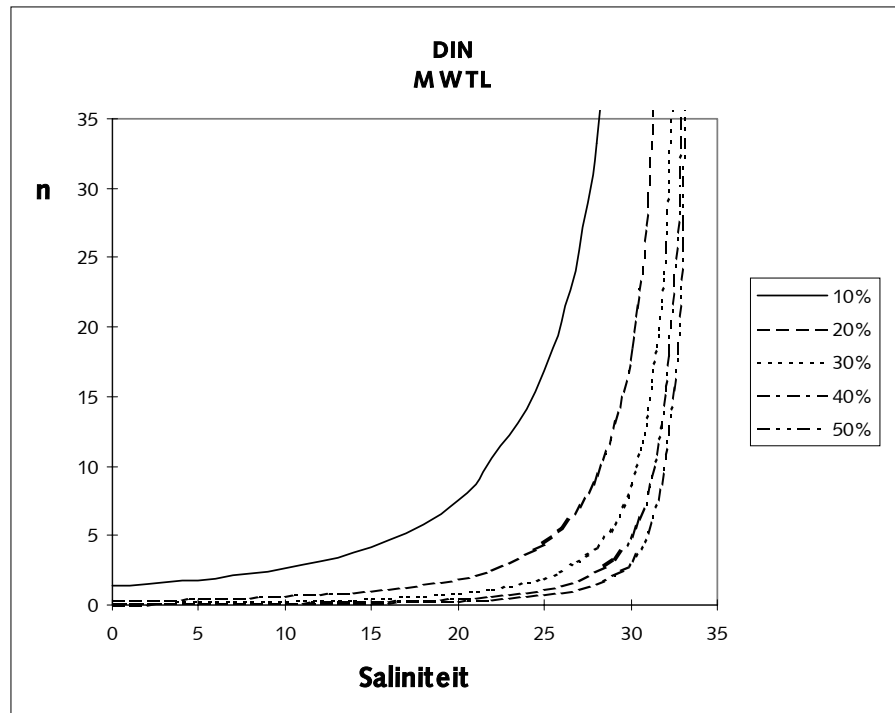
Relationship between the salinity and number of samples that should be analyzed to detect a significant (95% confidence interval) reduction (10-50%) in the concentration of DIN in winter time (January) in the Dutch coastal zone in the period 1991-1999. all data (MWTL + NUTKUST)



Figuur 8.b

Relatie tussen het zoutgehalte en het aantal monsters dat geanalyseerd moet worden om een significante (95% betrouwbaarheidsinterval) afname (10-50%) in de concentratie van opgelost anorganisch stikstof in de winter (januari) te kunnen waarnemen in de Nederlandse kustzone in de periode 1991-1999. alleen MWTL

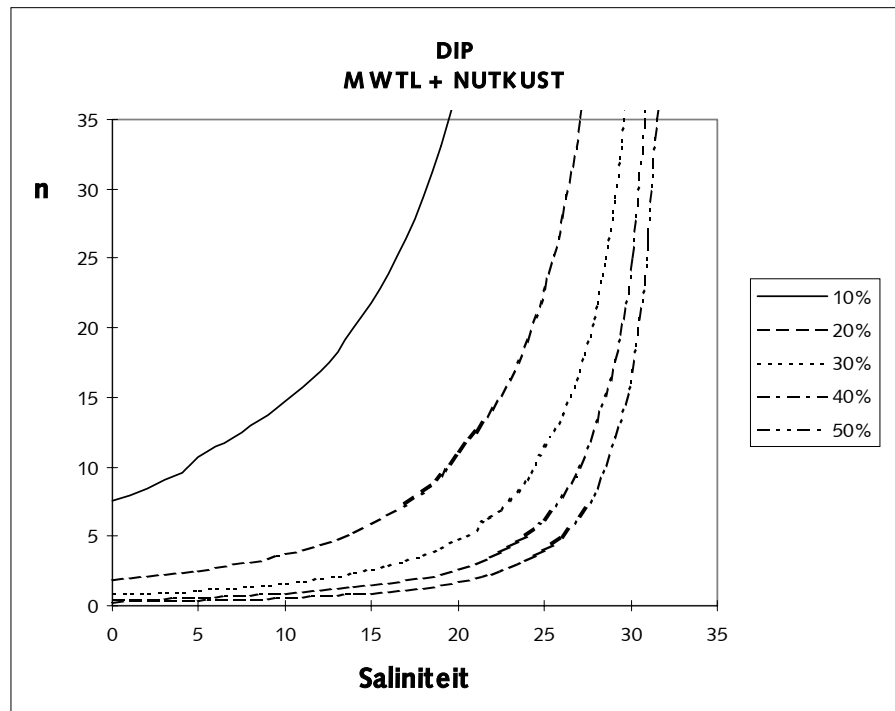
Relationship between the salinity and number of samples that should be analyzed to detect a significant (95% confidence interval) reduction (10-50%) in the concentration of DIN in winter time (January) in the Dutch coastal zone in the period 1991-1999. only monitoring data (MWTL)



Figuur 8.c

Relatie tussen het zoutgehalte en het aantal monsters dat geanalyseerd moet worden om een significante (95% betrouwbaarheidsinterval) afname (10-50%) in de concentratie fosfor in de winter (januari) te kunnen waarnemen in de Nederlandse kustzone in de periode 1991-1999 voor MWTL + NUTKUST

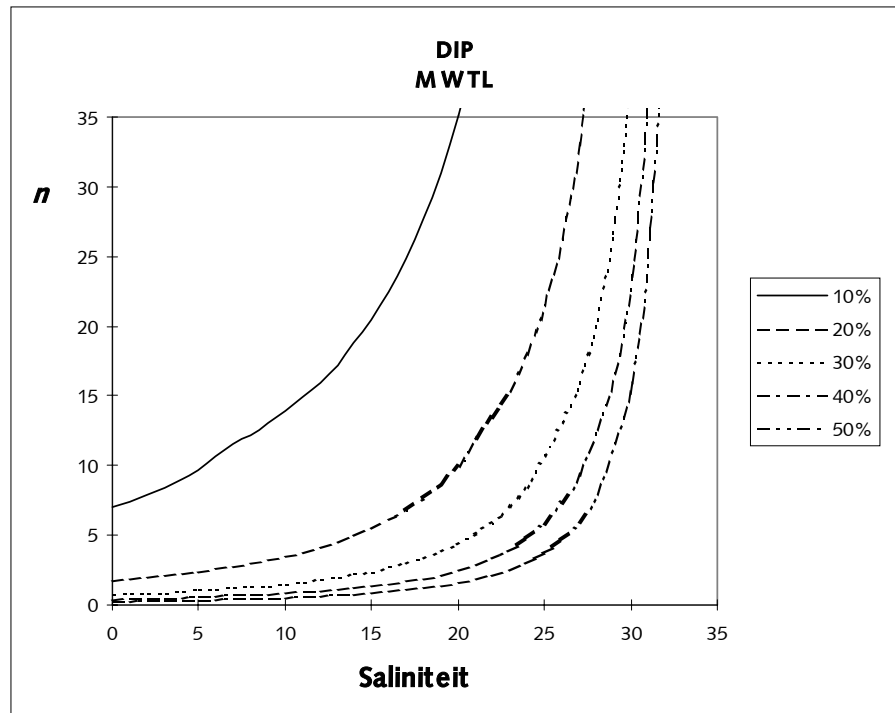
Relationship between the salinity and number of samples that should be analyzed to detect a significant (95% confidence interval) reduction (10-50%) in the concentration of DIN in winter time (January) in the Dutch coastal zone in the period 1991-1999. all data (MWTL + NUTKUST)



Figuur 8.d

Relatie tussen het zoutgehalte en het aantal monsters dat geanalyseerd moet worden om een significante (95% betrouwbaarheidsinterval) afname (10-50%) in de concentratie van fosfor in de winter (januari) te kunnen waarnemen in de Nederlandse kustzone in de periode 1991-1999. alleen MWTL

Relationship between the salinity and number of samples that should be analyzed to detect a significant (95% confidence interval) reduction (10-50%) in the concentration of DIP in winter time (January) in the Dutch coastal zone in the period 1991-1999. only monitoring data (MWTL)



Bij een vergelijking tussen de twee figuren (Figuur 8A1\A2 en B1\B2) blijkt dat, wanneer er meer gegevens worden meegenomen, de verandering (%) die aangetoond zou willen worden een paar procent nauwkeuriger wordt. Opvallend is dat voor DIP er vrijwel geen verandering meer aantoonbaar is boven een zoutgehalte van 30. Reductie percentages van kleiner dan 20% in de DIN concentratie zijn vrijwel niet aantoonbaar boven een zoutgehalte van 30‰.

4 Conclusies en Aanbevelingen

In de periode 1991-1998 zijn er voor de opgeloste anorganische stikstof verbindingen en fosfaat, naast het reguliere monitoringprogramma (MWTM), additionele locaties bemonsterd door Directie Noordzee. In deze nota wordt de vraag beantwoord of deze extra monsters nu ook meer informatie hebben gegeven. De toetsing heeft plaatsgevonden aan de twee doelstellingen voor monitoring: trend en normdetectie. Tevens is onderzocht hoeveel monsters er genomen zouden moeten om een veranderingen in de toekomst aan te kunnen tonen.

4.1 Conclusies

De spreiding in de concentratie opgeloste anorganische stikstof verbindingen (DIN) en fosfaat (DIP) is het kleinste gedurende de wintermaanden wanneer de biologische activiteit het geringste is. In die maanden wordt er een lineair verband gevonden tussen de concentratie en het zoutgehalte. Het huidige monitoringprogramma voor trend- en normdetectie richt zich op het meten van de concentratie DIN en DIP in de wintermaanden op vaste locaties op raaien loodrecht op de kust. Met deze benadering worden er vrijwel geen concentraties beneden een zoutgehalte van 24 gemeten.

De winterconcentraties (december tot maart) van DIN en DIP, berekend bij een zoutgehalte van 30, dalen significant in de Nederlandse kustzone in de periode 1985-1999: een geringe daling voor DIN en een grote daling (>50%) voor DIP. Hierbij moet voor de trend in DIN wel worden aangetekend dat deze veranderd of niet-significant is wanneer de trend in een ander periode bepaald wordt.

Geconcludeerd kan worden dat, in de wintermaanden, er in de bestaande gegevens een geringe significante dalende trend in de DIN concentratie is en een grote significante dalende trend in de DIP concentratie in de Nederlandse kustzone in de periode 1985-1999 aanwezig is. Deze dalende trend wordt niet verbeterd maar wel met enkele procenten nauwkeuriger aantoonbaar als er meer monsters genomen worden.

Bij een zoutgehalte van 30 is de concentratie van DIN en DIP in de wintermaanden (december tot maart), respectievelijk 3 en 1,5 maal hoger dan de natuurlijke achtergrondwaarde in de Nederlandse kustzone in 1999. In de periode 1985-1999 is hierin voor DIN vrijwel geen trend waarneembaar. De DIP concentratie in de wintermaanden (december tot maart) is in 1985 nog 3,5 maal hoger dan de achtergrondconcentratie bij een zoutgehalte van 30 in de Nederlandse kustzone en deze daalt tot 1,5 maal hoger in 1999.

De spreiding rond de winter concentratie voor DIN en DIP is kleiner wanneer er meer monsters genomen worden tijdens een winterperiode. Om de vraag te kunnen beantwoorden hoeveel monsters er nu in een toekomstig programma moeten worden genomen om een bepaald reductie percentage te kunnen aantonen is uit de bestaande gegevens de relatie tussen de hoeveelheid monsters en het aan te tonen percentage reductie in de concentratie bepaald. Het blijkt dat naarmate het aan te willen tonen reductie percentage kleiner is, er meer monsters genomen moeten worden om dit te kunnen aantonen. Uit deze relatie komt duidelijk naar voren dat bij een lager zoutgehalte er minder monsters noodzakelijk zijn dan bij een hoger zoutgehalte om een bepaalde reductie aan te kunnen tonen.

Geconcludeerd wordt dat de uitbreiding van het MWTL programma met extra monsters tot een geringe verbetering leidt in het percentage reductie in de concentratie van DIN en DIP dat significant aangetoond zou kunnen worden.

Te verwachten is dat in de toekomst de DIN concentratie sterker zal dalen dan de DIP concentratie in de Nederlandse kustzone daar de DIP concentratie reeds sterk gedaald is en de DIN concentratie nog op een relatief hoog niveau zit en het beleid zich sterk op de reductie van DIN richt.

Uit de relatie komt naar voren dat 25-40 monsters, genomen in de winter maanden, voldoende zijn om een verandering van 15 tot 10% per jaar in de DIN en 35 tot 30% per jaar in de DIP concentratie bij een zoutgehalte van 30 aan te kunnen tonen.

4.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt niet meer monsters te analyseren op de DIN en DIP concentratie dan in het huidige monitoringprogramma gedaan wordt. Aanbevolen wordt de inverse relatie tussen het zoutgehalte en de concentratie van DIN en DIP in de wintermaanden over het gehele zouttraject, van 0 tot 35, in de winterperiode te meten.

5 Referenties

- Anonymus (1987). Eutrobleid
- Boers, P. en J. van der Does (1993). Bestrijding van de eutrofiering in de Nederlands meren en plassen. Rijkswaterstaat RIZA notitie 93.056X:36-44.
- Boddeke en P. Hagel (1994). Eutrophication, Fisheries, and Productivity of the North Sea Continental Zone. In: Condition of the World's Aquatic Habitats. N.B. Armantrout en R.J. Wolotira, Jr. (eds). Oxford & IBH Publishing co., PVT. LTD, New Delhi:290-315.
- Bot, P.V.M., W. van Raaphorst, S. Batten, R.W.P.M. Laane, K. Philippart, G. Radach, A. Froshe, H. Schultz, D. van den Eynde & F. Colijn (1996). Comparison of changes in the annual variability of the seasonal cycles of chlorophyll, zooplankton and nutrients in the North-West European Continental Shelf. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift* 48:3/4 :349-364
- Brockmann, U., R.W.P.M. Laane & H. Postma (1990). Cycling of Nutrient Elements in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 26 :2/4 :239-264.
- Cohen, J. (1977) *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Academic Press, New York. pp 466
- De Vries, I., H. Los, R. Jansen, S. Cramer en M. van der Tol (1993). Risico-analyse eutrofiering Noordzee. Rijkswaterstaat rapport DGW-93.029, 89pp.
- De Vries, I., R.N.M. Duin, J.C.H. Peeters, F.J. Los, M. Bokhorst en R.W. P.M. Laane (1998). Patters and trends in nutrients and phytoplankton in Dutch coastal waters: comparison of time series analysis, ecological model situation, and mesocosm experiments. *ICES Journal of Marine Science* 55:620-634.
- Hofstra, M.A. (1994). Information is vital for the national decision maker. *Proceedings of the international workshop Monitoring Tailor-made*, pp. 43-54.
- Klein, A.W.O., J.T. van Buuren (1992). Eutrophication of the North Sea in the Dutch Coastal Zone 1976-1990. Rijkswaterstaat report DGW-92.003, 69pp.
- Laane, R.W.P.M., J. van der Meer, A. de Vries en A. van der Giessen (1990). Monitoring the Progress of Attempts to Reduce Nutrient Load and Inputs of Certain Compounds in the North Sea by 50%. *Environmental Monitoring* 14(2): 221-227.
- Laane, R.W.P.M., A.J. Southward, D.J. Slinn, J. Allen, G. Groeneveld en A. de Vries (1996). Changes and causes of variability in salinity and dissolved inorganic phosphate in the Irish Sea, English Channel, and Dutch coastal zone. *ICES Journal of Marine Science* 53:933-944.
- Naniga, H.J. (1997). Invloed van stikstof en fosfor op de visstand in de Noordzee. Rijksuniversiteit Groningen, Vakgroep Mariene Biologie.
- OSPAR (1997). Oslo and Paris conventions for the prevention of marine pollution ad hoc working group on eutrophication (EUT).
- Peeters, J.C.H., R.W.P.M. Laane en L. Peperzak (1993). De relatie tussen de nutriënten in de Rijn en in het kustwater van de Noordzee: effecten doelen. In: *Eutrofiering en beleid in Nederland, hoe verder?* Rijkswaterstaat, DGW nota 93.007:13-24.
- Swertz, O. en I. Akkerman (1994). Informatiebehoefte Chemie Zoute Wateren, Evaluatie chemische meetnet. Rapport RIKZ-94.050.

-
- Swertz, O. en R.W.P.M. Laane (1996). Slimmere monitoring van verontreinigingen in zoute wateren. *H₂O* 26:763-766.
- Sündermann, J., G. Becker, P. Damm, D. Van den Eynde, R.W.P.M. Laane, W. Van Leussen, T. Pohlmann, W. Van Raaphorst, G. Radach, H. Schultz & M. Visser (1996). Decadal variability on the Northwest European Shelf. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift* 48:3/4 :365-400
- Van Bennekom, A.J. en F.J. Wetsteijn (1990). The winter distribution of nutrients in the Southern Bight of the North Sea (1961-1978) and in the estuaries of the Scheldt and the Rhine/Meuse. *Netherlands Journal of Sea Research*, 25(1/2): 75-87.
- Visser, M., S. Batten, G. Becker, P. Bot, F. Colijn, P. Damm, D. Danielssen, D. Van den Eynde, L. Føyn, A. Frohse, G. Groeneveld, R.W.P.M. Laane, W. Van Raaphorst, G. Radach, H. Schultz & J. Sündermann (1996). Time series analysis of monthly mean data of temperature, salinity, nutrients, suspended matter, phyto- and zooplankton at eight locations on the Northwest European Shelf. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift* 48:3/4 :299-324
- Wulffraat, K.J., Th. Smit, H. Groskamp, A. de Vries (1993). De belasting van de Noordzee met verontreinigende stoffen 1980 - 1990. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIKZ Rapport:93.037.

Appendix 1

.....
Tabel A.1

Locaties gebruikt in de verschillende datasets

Locations used in the different datasets

LOKATIE	MWTL	NUTKUST	NOORDWIJK
Goeree6	*	*	
Goeree20	*		
Noordwijk1	*		
Noordwijk2	*	*	*
Noordwijk4	*		
Noordwijk10	*	*	*
Noordwijk20	*		*
Noordwijk30	*		
Noordwijk50	*		
Noordwijk70	*		*
Rotterdammerplaat3	*	*	
Rotterdammerplaat20	*		
Rotterdammerplaat50	*		
Rotterdammerplaat70	*		
Schouwen10	*		
Schouwen20	*		
Terschelling4	*	*	
Terschelling10	*		
Terschelling50	*		
Terschelling100	*		
Terschelling135	*		
Terschelling175	*		
Terschelling235	*		
Walcheren2	*	*	
Walcheren20	*		
Walcheren30	*		
Walcheren50	*		
Walcheren70	*		

Appendix 2

Tabel A.2.1

A: Winterconcentraties opgelost fosfaat (mg.l^{-1}), berekend uit de meetwaarden verkregen op het Noordwijk transect (MWTL), in de periode 1982-1999. n = aantal monsters; 95% CI = 95% betrouwbaarheidsinterval;

- en + 95% CI = 95%

betrouwbaarheidsinterval rond de concentratie uitgedrukt in mg.l^{-1}

B: Winterconcentraties opgelost fosfaat (mg.l^{-1}), berekend uit de meetwaarden verkregen op het Noordwijk transect (MWTL+NUTKUST), in de periode 1982-1999. n = aantal monsters; 95% CI = 95% betrouwbaarheidsinterval;

- en + 95% CI = 95%

betrouwbaarheidsinterval rond de concentratie uitgedrukt in mg.l^{-1}

A

A						B					
year	mg.l^{-1}	n	95%CI	mg.l^{-1} -95%CI	mg.l^{-1} +95%CI	year	mg.l^{-1}	n	95%CI	mg.l^{-1} -95%CI	mg.l^{-1} +95%CI
1982	0,059	80	0,001	0,058	0,060	1982	0,059	80	0,001	0,058	0,060
1983	0,068	63	0,002	0,066	0,070	1983	0,068	63	0,002	0,066	0,070
1984	0,084	61	0,011	0,073	0,095	1984	0,084	61	0,011	0,073	0,095
1985	0,085	52	0,003	0,082	0,088	1985	0,085	52	0,003	0,082	0,088
1986	0,101	41	0,008	0,093	0,109	1986	0,101	41	0,008	0,093	0,109
1987	0,057	30	0,006	0,051	0,063	1987	0,057	30	0,006	0,051	0,063
1988	0,070	8	0,014	0,056	0,084	1988	0,066	39	0,006	0,060	0,072
1989	0,080	18	0,004	0,076	0,084	1989	0,078	30	0,004	0,074	0,082
1990	0,087	17	0,009	0,078	0,096	1990	0,087	26	0,010	0,077	0,097
1991	0,065	16	0,005	0,060	0,070	1991	0,066	24	0,005	0,061	0,071
1992	0,064	12	0,014	0,050	0,078	1992	0,070	24	0,006	0,064	0,076
1993	0,050	11	0,008	0,042	0,058	1993	0,052	24	0,006	0,046	0,058
1994	0,037	15	0,005	0,032	0,042	1994	0,039	37	0,003	0,036	0,042
1995	0,044	17	0,005	0,039	0,049	1995	0,045	33	0,003	0,042	0,048
1996	0,042	13	0,006	0,036	0,048	1996	0,046	30	0,004	0,042	0,050
1997	0,036	8	0,001	0,035	0,037	1997	0,038	21	0,001	0,037	0,039
1998	0,044	12	0,007	0,037	0,051	1998	0,043	26	0,004	0,039	0,047
1999	0,035	12	0,005	0,030	0,040	1999	0,036	28	0,002	0,034	0,038

Tabel A.2.2

A: Winterconcentraties opgelost stikstof (mg.l^{-1}), berekend uit de meetwaarden verkregen op het Noordwijk transect (MWTL), in de periode 1982-1999. n = aantal monsters; 95% CI = 95% betrouwbaarheidsinterval;

- en + 95% CI = 95%

betrouwbaarheidsinterval rond de concentratie uitgedrukt in mg.l^{-1}

B: Winterconcentraties opgelost stikstof (mg.l^{-1}), berekend uit de meetwaarden verkregen op het Noordwijk transect (MWTL+NUTKUST), in de periode 1982-1999. n = aantal monsters; 95% CI = 95% betrouwbaarheidsinterval;

- en + 95% CI = 95%

betrouwbaarheidsinterval rond de concentratie uitgedrukt in mg.l^{-1}

A

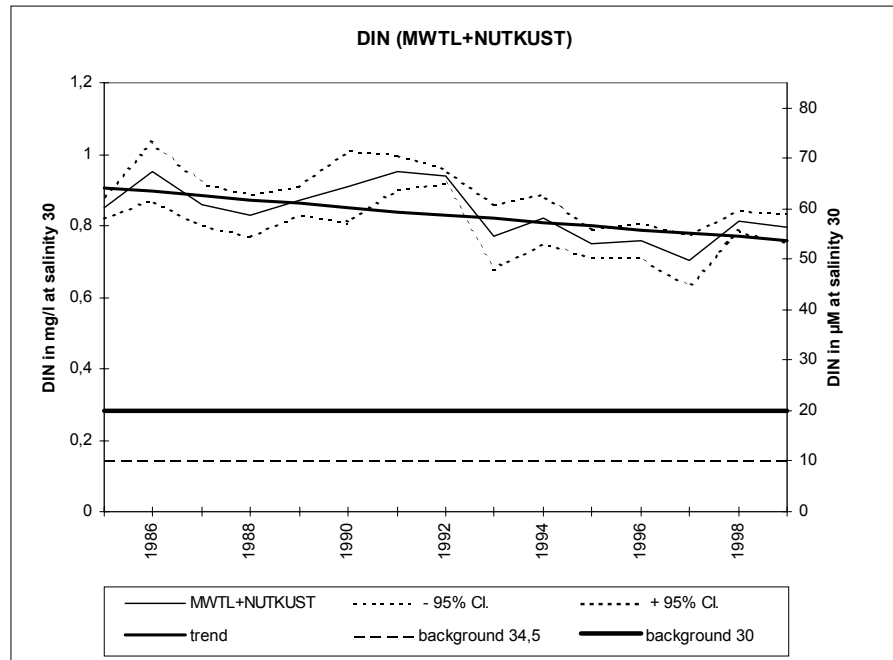
A						B					
year	mg.l^{-1}	n	95%CI	mg.l^{-1} -95%CI	mg.l^{-1} +95%CI	year	mg.l^{-1}	n	95%CI	mg.l^{-1} -95%CI	mg.l^{-1} +95%CI
1982	0,72	80	0,01	0,710	0,730	1982	0,72	80	0,01	0,710	0,730
1983	0,74	63	0,02	0,720	0,760	1983	0,74	63	0,02	0,720	0,760
1984	0,86	61	0,09	0,770	0,950	1984	0,86	61	0,09	0,770	0,950
1985	0,85	52	0,03	0,820	0,880	1985	0,85	52	0,03	0,820	0,880
1986	0,95	41	0,08	0,870	1,030	1986	0,95	41	0,08	0,870	1,030
1987	0,86	30	0,06	0,800	0,920	1987	0,86	30	0,06	0,800	0,920
1988	0,858	6	0,085	0,773	0,943	1988	0,830	39	0,060	0,770	0,890
1989	0,875	18	0,036	0,839	0,911	1989	0,870	30	0,040	0,830	0,910
1990	0,918	18	0,082	0,836	1,000	1990	0,910	26	0,100	0,810	1,010
1991	0,940	15	0,033	0,907	0,973	1991	0,950	24	0,050	0,900	1,000
1992	0,931	11	0,028	0,903	0,959	1992	0,940	23	0,020	0,920	0,960
1993	0,847	11	0,110	0,737	0,957	1993	0,770	24	0,090	0,680	0,860
1994	0,808	15	0,036	0,772	0,844	1994	0,820	37	0,070	0,750	0,890
1995	0,760	15	0,074	0,686	0,834	1995	0,750	33	0,040	0,710	0,790
1996	0,790	13	0,079	0,711	0,869	1996	0,760	30	0,050	0,710	0,810
1997	0,763	8	0,018	0,745	0,781	1997	0,704	22	0,070	0,634	0,774
1998	0,810	12	0,047	0,763	0,857	1998	0,813	26	0,030	0,783	0,843
1999	0,810	12	0,070	0,740	0,880	1999	0,795	28	0,040	0,755	0,835

Appendix 3

Figuur A.3.1

Trend in de jaar concentratie van de opgeloste anorganische stikstofverbindingen (nitraat, nitriet en ammonia) bij een zoutgehalte van 30 ‰ op het Noordwijk transect in de wintermaanden (december-februari) van de periode 1985-1999. (—) = monitoringsgegevens (MWTL) aangevuld met de additionele gegevens van Directie Noordzee (NUTKUST) inclusief de 95% betrouwbaarheidsintervallen (---). Tevens de achtergrondwaarde aangegeven bij een zoutgehalte van 30 ‰ (—) en 34,5 ‰ (---): respectievelijk voor DIN 20 en 10 µM

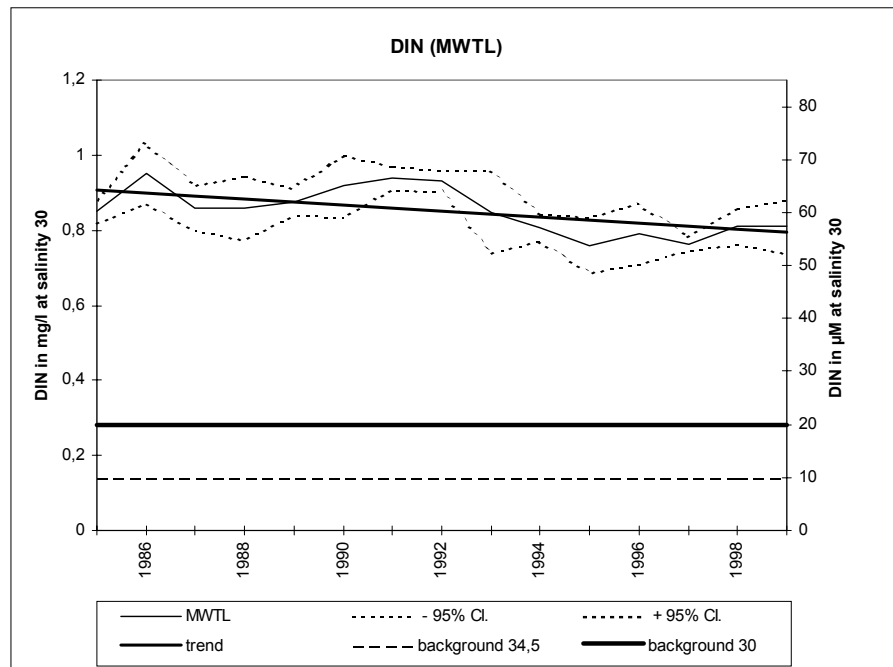
Trend in the year concentration of dissolved inorganic nitrogen compounds (nitrate, nitrite and ammonia) at the salinity of 30‰ at Noordwijk transect during the winter months (December till March) in the period 1985-1999 (—) = monitoring data (MWTL) with additional data from Directorate North Sea (NUTKUST). Also is indicated the 95% confidence limits (---). The background concentrations at a salinity of 30‰ and 34,5‰ are respectively for DIN 20 and 10 µM



Figuur A.3.2.

Trend in de jaar concentratie van de opgeloste anorganische stikstofverbindingen (nitraat, nitriet en ammonia) bij een zoutgehalte van 30 ‰ op het Noordwijk transect in de wintermaanden (december-februari) van de periode 1985-1999. (—) = monitoringsgegevens (MWTL) inclusief de 95% betrouwbaarheidsintervallen (---). Tevens de achtergrondwaarde aangegeven bij een zoutgehalte van 30 ‰ (—) en 34,5 ‰ (---): respectievelijk voor DIN 20 en 10 µM

Trend in the year concentration of dissolved inorganic nitrogen compounds (nitrate, nitrite and ammonia) at the salinity of 30‰ at Noordwijk transect during the winter months (December till March) in the period 1985-1999 (—) = monitoring data (MWTL). Also is indicated the 95% confidence limits (---). The background concentrations at a salinity of 30‰ and 34,5‰ are respectively for DIN 20 and 10 µM

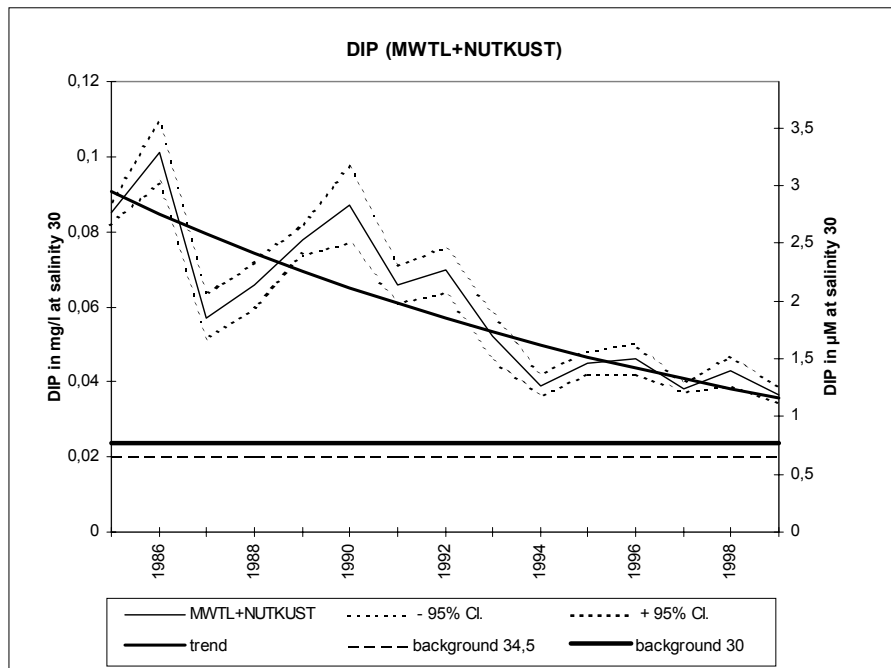


Appendix 3 (vevolg)

Figuur A.3.3.

Trend in de jaar concentratie van opgeloste fosfaat bij een zoutgehalte van 30 ‰ op het Noordwijk transect in de wintermaanden (december-februari) van de periode 1985-1999. (—) = monitoringsgegevens (MWTL) aangevuld met de additionele gegevens van Directie Noordzee (NUTKUST) inclusief de 95%-betrouwbaarheidsintervallen (95%CI.) (---). Tevens de achtergrondwaarde aangegeven bij een zoutgehalte van 30‰ (—) en 34,5‰ (---): respectievelijk voor DIP 0,77 en 0,63 μM

Trend in the year concentration of dissolved inorganic phosphate at the salinity of 30‰ at Noordwijk transect during the winter months (December till March) in the period 1985-1999 (—) = monitoring data (MWTL) with additional data from Directorate North Sea (NUTKUST). Also is indicated the 95% confidence limits (---). The background concentrations at a salinity of 30‰ and 34,5‰ are respectively for DIN 0,77 and 0,63 μM



Figuur A.3.4.

Trend in de jaar concentratie van opgeloste fosfaat bij een zoutgehalte van 30 ‰ op het Noordwijk transect in de wintermaanden (december-februari) van de periode 1985-1999. (—) = monitoringsgegevens (MWTL) inclusief de 95%-betrouwbaarheidsintervallen (95%CI.) (---). Tevens de achtergrondwaarde aangegeven bij een zoutgehalte van 30‰ (—) en 34,5‰ (---): respectievelijk voor DIP 0,77 en 0,63 μM

Trend in the year concentration of dissolved inorganic phosphate at the salinity of 30‰ at Noordwijk transect during the winter months (December till March) in the period 1985-1999 (—) = monitoring data (MWTL). Also is indicated the 95% confidence limits (---). The background concentrations at a salinity of 30‰ and 34,5‰ are respectively for DIN 0,77 and 0,63 μM

