

MINERALENBALANS EN TRENDANALYSE HIERDENSEBEEK

WATERSCHAP VELUWE

10 september 2001
110302/OA1/417/000668/dh

Concept

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doel	3
1.3	Werkwijze	3
1.4	Leeswijzer	4
2	Vrachten	5
2.1	Beschikbare gegevens	5
2.2	Methode	6
2.3	Resultaten	6
3	Trendanalyse	9
3.1	Methode	9
3.2	Resultaten	10
4	Belastingsmodel	14
4.1	Inleiding	14
4.2	Bronnen	15
4.3	Belastingsmodel	16
4.3.1	Afregelen op de Hierdense beek	17
4.3.2	Toetsing op de Moorsterbeek	17
5	Conclusies	19
6	Referenties	20
	Bijlage 1 Jaarvrachten P	21
	Bijlage 2 Jaarvracht N	25
	Bijlage 3 Trendanalyse volume gewogen concentratie	29
	Bijlage 4 Trendanalyse volume gecorrigeerde vracht	34

HOOFDSTU

1 Inleiding

1.1

AANLEIDING

In het stroomgebied van de Hierdense beek is in de periode 1992-1995 een aantal maatregelen doorgevoerd met als doel het bestrijden van de eutrofiering. De volgende maatregelen zijn onder andere genomen:

- er is een mestadviesprogramma uitgevoerd;
- er is een kalvergierbewerkingsinstallatie gebouwd;
- er zijn persleidingen aangelegd voor het transport van kalvergier naar de mestbewerkingsinstallatie;
- het aantal ongezuiverde lozingen is teruggedrongen door de woningen in het buitengebied aan te sluiten op de riolering.

Sinds 1986 wordt in de Hierdense beek het debiet op twee punten gemeten en proportioneel bemonsterd. Daarnaast zijn er sinds 1993 op 4 verschillende punten wekelijks debieten gemeten. Op deze punten zijn veelal gelijktijdig waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd. Met deze langdurige meetreeksen van het debiet en de waterkwaliteit is met behulp van een trendanalyse van jaarvrachten de effectiviteit van de maatregelen onderzocht. Deze studie kan een onderbouwing bieden bij het opstellen van maatregelen in het kader van het Reconstructieplan.

1.2

DOEL

Inzicht geven in de effecten van bemestingsmaatregelen op de mineralenhuishouding van het watersysteem van de Hierdense beek. Dit inzicht dient om goed onderbouwde maatregelen in het reconstructieplan te kunnen inbrengen.

1.3

WERKWIJZE

Er is gestart met het opstellen van de jaarvrachten. Op 6 punten zijn de jaarvrachten voor totaal fosfaat en totaal stikstof berekend. Voor één meetpunt, F17, is een lange periode gegevens beschikbaar (1984 t/m 2000), voor de overige punten zijn er van een minder lange periodes gegevens (1993 t/m 2000) beschikbaar. Met de berekende jaarvrachten is een trendanalyse uitgevoerd. Met de langjarige reeks is naast de trendanalyse ook een staprend uitgevoerd. Hierbij zijn de gemiddelde vrachten van twee perioden, voor en na de eutrofiëringmaatregelen, met elkaar vergeleken.

De belasting in het stroomgebied wordt veroorzaakt door verschillende bronnen, zoals huishoudelijk afvalwater, overstorten, landbouw en natuurlijke uitspoeling. Deze bronnen zijn met behulp van kentallen en vuistregels gekwantificeerd. Met de kentallen is een belastingsmodel voor de Hierdense beek opgesteld. Dit model is getoetst aan de

Moorsterbeek in het beheersgebied van Waterschap Vallei en Eem, waarvan in 1998 maandelijks de vracht is bepaald.

1.4

LEESWIJZER

Dit rapport vormt het conceptrapport dat 18 september wordt besproken. In hoofdstuk 2 zijn de jaarvrachten weergegeven van de verschillende meetpunten. In hoofdstuk 3 wordt het resultaat van de trendanalyses besproken. In hoofdstuk 4 wordt het belastingsmodel besproken. In dit hoofdstuk wordt het belastingsmodel ook getoetst aan de Moorsterbeek. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de conclusies van dit onderzoek.

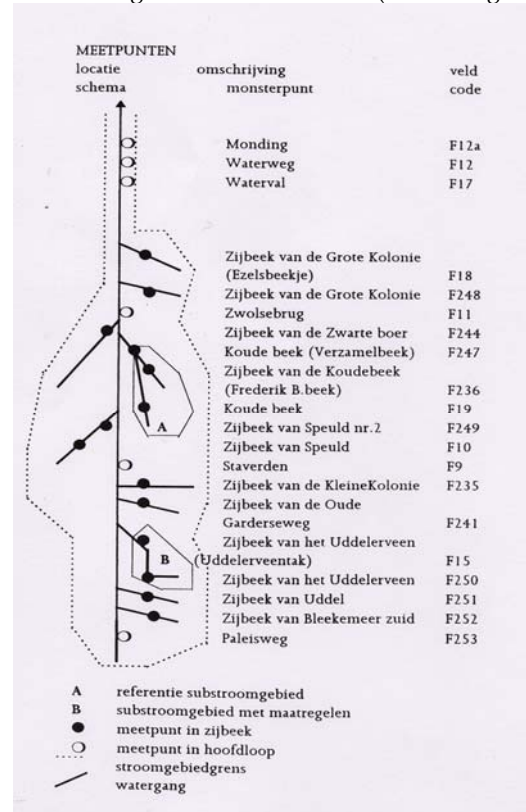
HOOFDSTU 2 Vrachten

2.1

BESCHIKBARE GEGEVENS

Figuur 2-1 geeft een overzicht van alle meetpunten in het stroomgebied van de Hierdense beek. Na een inventarisatie van de beschikbare gegevens is besloten, in overleg met het Waterschap, dat er voor de punten F253 (Paleisweg), F15 (Uddelerveentak), F236 (Frederik Bernardbeek), F247 (Verzamelbeek), F17 (Waterval) en F12 (Waterweg) vrachten worden bepaald. In Tabel 2-1 is per meetpunt aangegeven voor welke periode de jaarvracht is opgesteld.

Hierbij liggen de meetpunten F253, F17 en F12 in de Hierdense beek. Meetpunt F253 is bovenstrooms gelegen. Meetpunt F17 en F12 benedenstrooms, meetpunt F12 ligt nabij aan de monding met het Veluwemeer (zie ook Figuur 2-1).



Figuur 2-1: Schematisatie Hierdense beek met ligging meetpunten

Tabel 2-1: Overzicht van de gehanteerde gegevens

Meetpunt	Locatie	Periode opgestelde jaarvracht
F253	Paleisweg, Hierdense beek bovenstrooms	1993 t/m 2000
F15	Uddelerveentak	1993 t/m 2000
F236	Frederik Bernard beek	1993 t/m 1995, 1998 t/m 2000
F247	Verzamelbeek	1993 t/m 1997
F17	Waterval	1984 t/m 2000
F12	Waterweg	1984 t/m 1987, 1990, 1996 t/m 2000

2.2

METHODE

Op de meetpunten F17, F15 en F236 zijn meetgoten aanwezig die continue het debiet meten, en waarbij debiet proportioneel een watermonster wordt genomen. Van de overige meetpunten (F253, F247 en F12) zijn er wekelijks met behulp van een molenmeting debieten bepaald. Gelijktijdig is er een waterkwaliteitsmonster genomen.

De vrachten zijn op alle meetpunten op dezelfde wijze berekend, hierbij waren de meetpunten met de molenmetingen bepalend voor de te kiezen vrachtmethode.

Er zijn verschillende methoden om de vrachten te berekenen (STOWA, 1998). Om deze methode te gebruiken, moet er worden voldaan aan twee vereisten: er is een relatie tussen de concentratie en het debiet, en de afvoergewogen concentratie is representatief gemeten. Analyse van de waterkwaliteitsgegevens laat een licht verband zien tussen de concentratie en het debiet.

De vrachten worden op de volgende wijze berekend:

$$Vracht = K \left(\sum_{i=1}^n \frac{c_i Q_i}{N} \right)$$

Waarin :

- K : een omrekeningsfactor voor de eenheden;
- c_i : de concentratie op tijdstip i
- Q_i : het debiet op tijdstip i
- N : aantal metingen

2.3

RESULTATEN

De jaarvrachten van alle locaties zijn weergegeven in bijlage 1 en 2. In Tabel 2-2 en Tabel 2-3 zijn de jaarvrachten per hectare gepresenteerd. Uit deze tabellen blijkt dat de belasting vanuit de Uddelerveentak als zijnde de “vuile tak”, meetpunt F15, beduidend hoger is dan op de overige locaties, dit is met name het geval bij totaal N (zie Tabel 2-3). De locaties benedenstrooms, F17 en F12, hebben de hoogste jaarvrachten (zie bijlage 1 en 2), wanneer echter gekeken wordt naar de belasting per hectare is dit aanzienlijk lager dan de belasting uit de Uddelerveentak. De jaarvracht van F12 is over het algemeen lager dan de jaarvracht bij F17, locatie F12 is meer benedenstrooms gelegen. Deze afname wordt mogelijk veroorzaakt door het missen van pieken met de molenmetingen. Op meetpunt F17 wordt continu gemeten, op meetpunt F12 worden wekelijks molenmetingen uitgevoerd. Een andere verklaring kan het optreden van bottom-flow zijn (Oosterloo, 1991).

De Frederik Bernardbeek (F236) en Verzamelbeek (F247) worden gezien als de “schone takken” van de Hierdense beek. In dit substroomgebied zijn nauwelijks

eutrofiëringmaatregelen toegepast. De Frederik Bernardbeek (F236) komt uit in de Verzamelbeek (F247), deze meetpunten liggen vlakbij elkaar, waardoor de verwachting is dat er een vergelijkbare jaarvrucht is. De P belasting per hectare is voor de Verzamelbeek (F247) lager dan de Frederik Bernardbeek, de N belasting is hoger dan de Frederik Bernardbeek.

1998 blijkt bij alle locaties een hoge jaarvrucht en een hoge belasting per hectare op te leveren. Een verklaring hiervoor is dat dit een extreem nat jaar met hoge afvoeren en ook een hoge gemiddelde gewogen concentraties. 1996 was een droog jaar, dit is een mogelijke verklaring voor de lage vruchten op alle locaties in dit jaar.

1989 is van meetpunt F17 uit de reeks gelaten omdat van dat jaar 4 metingen beschikbaar waren, waardoor verondersteld is dat de berekende jaarvrucht niet representatief is voor het hele jaar.

Tabel 2-2: P belasting van de verschillende locaties uitgedrukt in kg P/ha/j

Jaar	F253 (kg P/ha/j)	F15 (kg P/ha/j)	F236 (kg P/ha/j)	F247 (kg P/ha/j)	F17 (kg P/ha/j)	F12 (kg P/ha/j)
1984					1.76	2.05
1985					2.12	0.96
1986					2.13	0.69
1987					3.28	1.51
1988					1.73	
1990					0.71	0.34
1991					0.81	
1992					0.68	
1993	1.43	3.57	2.27	1.17	1.61	
1994	1.09	3.75	1.90	0.74	1.88	
1995	0.35	4.21	0.82	0.61	0.78	
1996	0.03	0.93		0.33	0.16	0.22
1997	0.04	1.02		0.46	0.18	0.19
1998	0.79	8.88	1.43		1.02	0.98
1999	0.21	2.35	0.45		0.37	0.42
2000	0.17	2.39	0.64		0.52	0.37

Tabel 2-3: N belasting van de verschillende locaties uitgedrukt in kg N/ha/j

Jaar	F253 (kg N/ha/j)	F15 (kg N/ha/j)	F236 (kg N/ha/j)	F247 (kg N/ha/j)	F17 (kg N/ha/j)	F12 (kg N/ha/j)
1984					33.78	34.66
1985					35.53	22.67
1986					30.56	17.12
1987					42.07	30.16
1988					44.00	
1990					17.92	11.21
1991					16.15	
1992					19.48	
1993	17.74	196.98	16.45	22.50	25.63	
1994	30.04	183.36	16.91	32.11	40.95	
1995	20.69	132.63	11.29	24.69	31.82	
1996	0.99	77.18		7.03	6.31	6.67
1997	2.48	94.69		15.47	8.63	7.92
1998	10.85	179.52	18.24		24.06	23.65
1999	12.40	128.40	11.30		18.25	19.92
2000	9.75	140.45	14.91		18.71	15.74

HOOFDSTU

3 Trendanalyse

3.1

METHODE

Per meetpunt is een trendanalyse uitgevoerd. Er zijn twee verschillende trendanalyses uitgevoerd; voor alle meetpunten is een analyse op een continue trend uitgevoerd. Voor een meetpunt, F17, is daarnaast ook een staptrend uitgevoerd. Dit is namelijk het enige punt waarvan een langjarige reeks beschikbaar was. Hierbij waren ook gegevens beschikbaar voor de periode waarin de eutrofiëringsmaatregelen zijn genomen.

De vracht en het volume zijn aan elkaar gerelateerd. Het is hierdoor noodzakelijk om de vrachten te corrigeren voor het volume dat langs het meetpunt komt. Er zijn twee manieren om dit te doen: de jaarvracht delen door het jaarvolume waardoor een gewogen gemiddelde concentratie ontstaat. Op de berekende gewogen gemiddelde concentratie is een lineaire regressie toegepast. Een andere methode is de jaarvracht te corrigeren voor de jaarlijkse afvoer. Met behulp van een lineaire regressie is het verband tussen de jaarvracht en het jaarvolume bepaald. Met behulp van deze regressievergelijking is wederom de vracht bepaald. Het verschil tussen de jaarvracht en de regressievracht is de residu vracht. De trend is bepaald door op de residu vracht een lineaire trendanalyse uit te voeren, hierdoor is de jaarvracht gecorrigeerd met het jaarafvoer.

Voor de locaties F15, F12, F253 is de lineaire regressie uitgevoerd voor de periode van 1993 tot en met 2000, zie ook Tabel 2-1. Voor F247 is deze uitgevoerd voor de periode 1993 tot en met 1997. Voor meetpunt F236 is de lineaire regressie uitgevoerd over de periode 1993 tot en met 1995 en 1998 tot en met 2000. Lineaire regressie is gebruikt om na te gaan of er een significante continue trend in de data zit.

Voor het meetpunt F17 is een staptrend uitgevoerd. Een staptrend kan worden aangetoond door vergelijking van de gemiddelde waarden over twee intervallen. Indien deze significant van elkaar verschillen, is dat een aanduiding voor het optreden van een staptrend. Alleen de tijdserie op locatie F17 was lang genoeg om een dergelijke analyse uit te voeren. Met behulp van een t-toets is nagegaan of er een significant verschil is tussen de periode van 1984 tot en met 1994 en de periode van 1995 tot en met 2000. De knip is gelegd bij 1994 om vrijwel alle maatregelen, ter reductie van de nutriëntenbelasting voor dat jaar zijn genomen. De toets is uitgevoerd op zowel de volume gewogen concentratie als op de voor volume gecorrigeerde vracht.

3.2

RESULTATEN**Continue trend**

Lineaire regressie is gebruikt om na te gaan of er een significante continue trend in de data zit. Regressie is uitgevoerd op de volume gewogen concentraties en de voor het jaarvolume gecorrigeerde vracht. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 3-1 en Tabel 3-2. Hieruit blijkt dat voor de Frederik Bernard beek (F236) voor totaal P er een significante daling zichtbaar is. Voor de locaties Waterval (F17) en Waterweg (F12) is dit alleen het geval voor de regressie op de volume gewogen concentratie het geval.

De opmerking moet gemaakt worden dat er voor de Frederik Bernardbeek gegevens beschikbaar waren tot en met 1997. Uit de vrachtberekeningen bleek dat 1998 een jaar was met een hoge vracht en een hoog volume. Dit jaar is niet meegenomen bij locatie F236. Dit zou een mogelijke verklaring kunnen zijn waardoor F236 als enige meetpunt voor beide methoden een significante daling vertoont.

De meetpunten benedenstreams, F17 en F12 vertonen een significante daling van de totaal P concentratie/vracht. Voor F17 is de periode waarover een lineaire regressie is uitgevoerd 1984 tot en met 2000. Voor F12 voor de periode 1984 tot en met 1987, 1989 en 1996 tot en met 2000. Dit zijn langere periodes dan beide overige meetpunten.

Voor totaal N is er op geen enkele locatie een significante daling van de totaal N concentratie/vracht aanwezig.

Tabel 3-1: Resultaten lineaire regressie voor totaal P

	Volume gewogen concentratie			Volume gecorrigeerde vracht		
	P		Significant p<0.05	P		Significant p<0.05
	Intercept	Helling		Intercept	Helling	
F253	136,20	-0,068	nee	95,73	-0,048	Nee
F15	8,64	-0,004	nee	-27,99	0,0140	Nee
F236	212,54	-0,106	ja	142,42	-0,071	Ja
F247	51,04	-0,026	nee	79,78	-0,040	Nee
F17	54,15	-0,027	ja	550,26	-0,276	Nee
F12	16,52	-0,008	Ja	99,16	-0,050	Nee

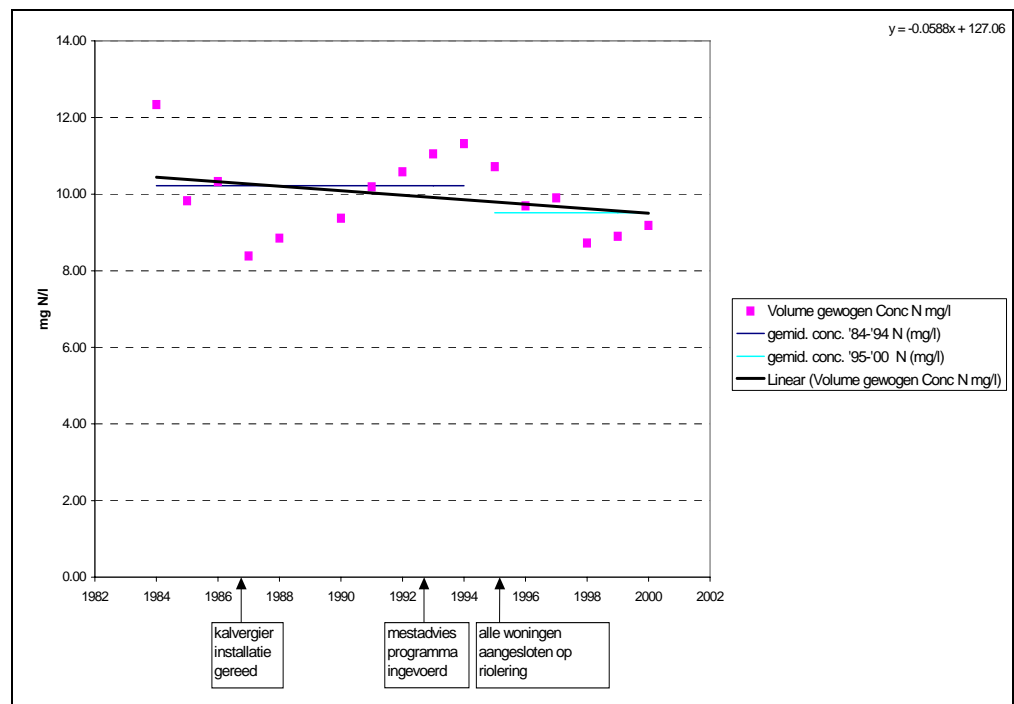
Tabel 3-2: Resultaten voor lineaire regressie voor totaal N

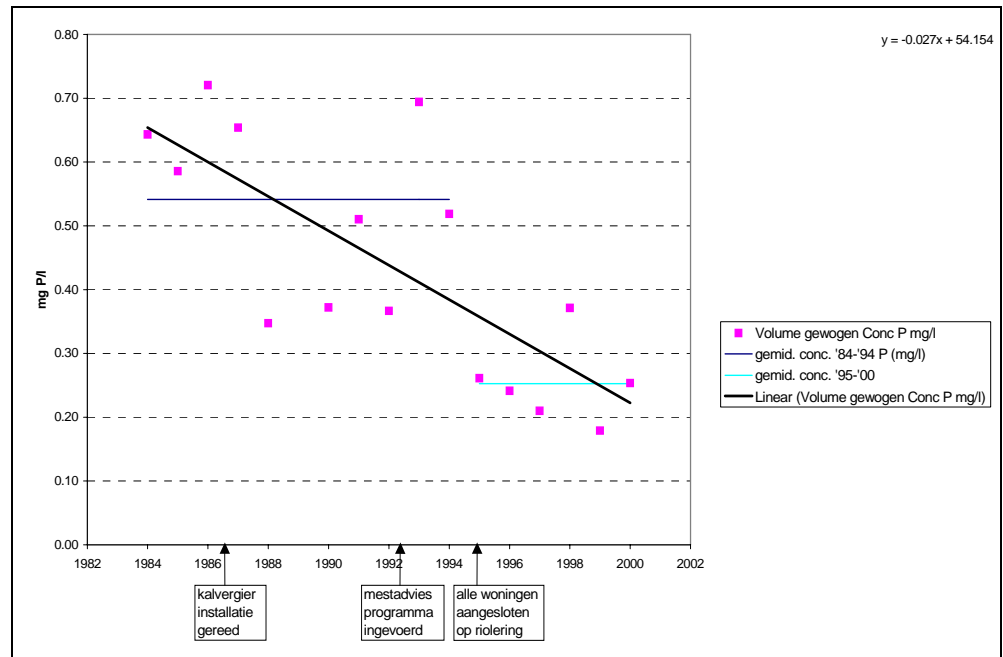
	Volume gewogen concentratie			Volume gecorrigeerde vracht		
	N		Significant p<0.05	N		Significant p<0.05
	Intercept	Helling		Intercept	Helling	
F253	1070,96	-0,532	Nee	720,42	-0,361	Nee
F15	1043,00	-0,511	nee	1587,39	-0,795	Nee
F236	158,61	-0,075	nee	107,43	-0,054	Nee
F247	525,30	-0,260	Nee	43,64	-0,025	Nee
F17	127,06	-0,059	nee	3834,25	-1,924	Nee
F12	-80,13	0,044	nee	-214,72	0,108	Nee

Staptrend**Tabel 3-3: Resultaten van de staptrend van totaal N en totaal P op de locatie F17**

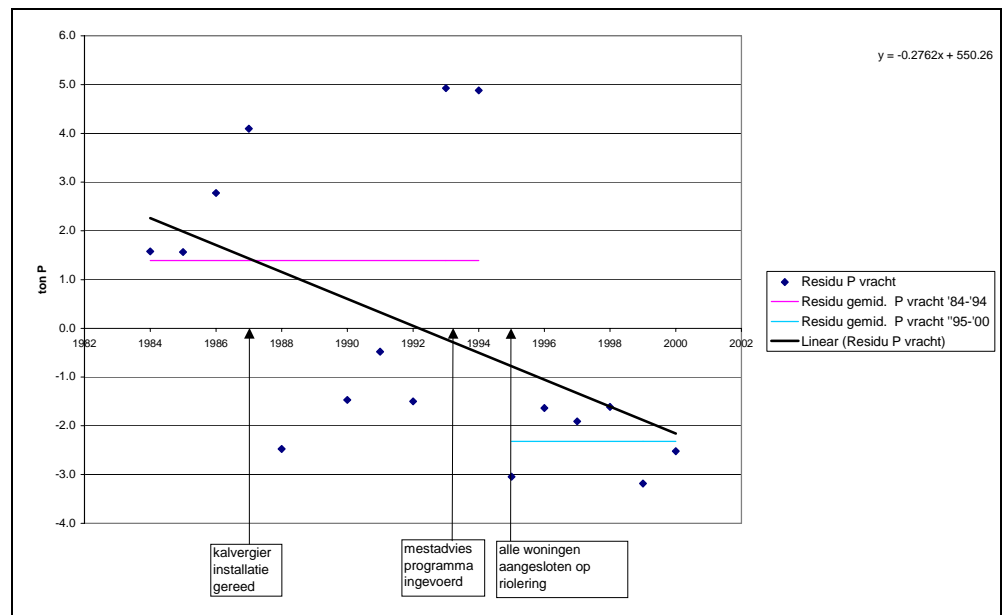
	P		Significant p<0.05	N		Significant P<0.05
	1984- 1994	1995-2000		1984- 1994	1995- 2000	
Volume gewogen concentratie	0.54	0.25	ja	10.2	9.5	nee
Volume gecorrigeerde vracht	1.39	-2.32	ja	13.1	-21.8	Ja

In Figuur 3-1, Figuur 3-2, Figuur 3-3 en Figuur 3-4 zijn de staptrends weergegeven van meetpunt F17. Dit geeft een vergelijking van de gewogen gemiddelde concentratie en de residu vracht tussen twee verschillende periodes, voor (1984 t/m 1994) en na de maatregelen (1995 t/m 2000). Hieruit blijkt dat de gewogen concentraties afnemen in de tijd van 0,54 mgP/l naar 0,25 mg P/l. Voor totaal N verschuift dit van 10,22 mg N/l naar 9,52 mg N/l. Uit de lineaire regressie blijkt dat er een significante afname aanwezig is van totaal N en totaal P voor volume gecorrigeerde vracht. Voor de volume gewogen concentratie blijkt alleen totaal P significant te zijn afgenomen, zie Tabel 3-3. Hieruit blijkt dat de uitvoering van de eutrofiëringmaatregelen een positief effect hebben op de nutriëntconcentraties van de Hierdense beek.

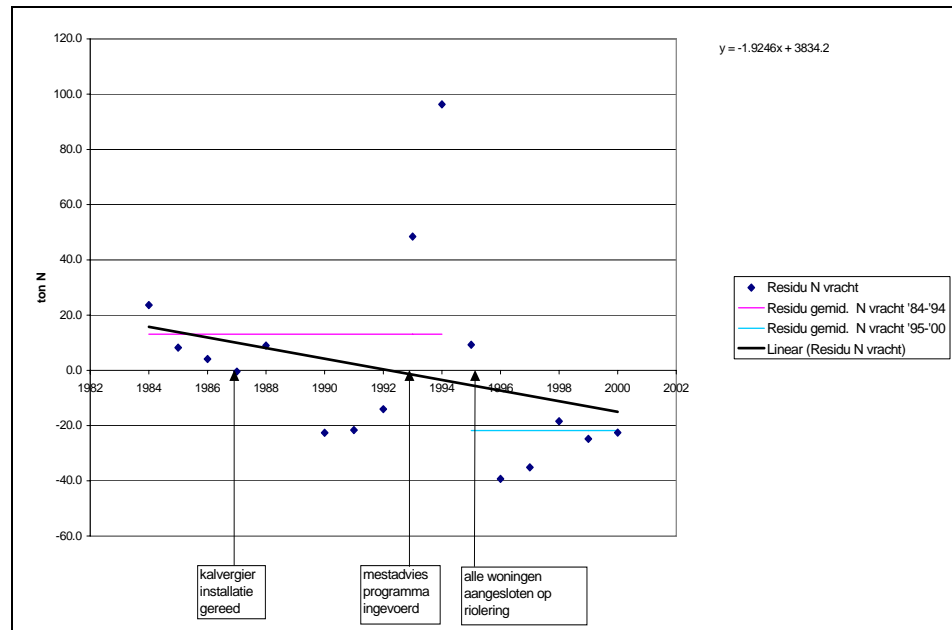
**Figuur 3-1: Staptrends gewogen concentratie totaal N op meetpunt F17**



Figuur 3-2: Staptrends gewogen concentratie totaal P op meetpunt F17



Figuur 3-3: Staptrend met gecorrigeerde jaarvrachten totaal P, er is gecorrigeerd met behulp van lineaire regressie



Figuur 3-4: Staptrend met gecorrigeerde jaarvrachten totaal N, er is gecorrigeerd met behulp van lineaire regressie

Conclusie

Uit deze trendanalyse blijkt dat de staptrend voor een lange periode voor een benedenstroomspunt er een significante afname zichtbaar is van de gewogen concentratie en de gecorrigeerde vracht. Wanneer echter over een korte periode, ten tijde van en na de uitvoering van de eutrofiëringmaatregelen is er slechts een enkele significante afname zichtbaar. Dit is het geval bij de benedenstroomse meetpunten en de Frederik Bernardbeek. Dit is echter niet het geval in de Uddelerveentak (locatie F15) waar de meeste eutrofiëringmaatregelen zijn uitgevoerd. Het is onduidelijk of het ontbreken van een significante afname door het optreden van het naijleffect van de maatregelen of dat het effect snel is bereikt na realisatie van de maatregelen. Wanneer dit het geval is is er verder geen reden voor het verder dalen van de concentratie.

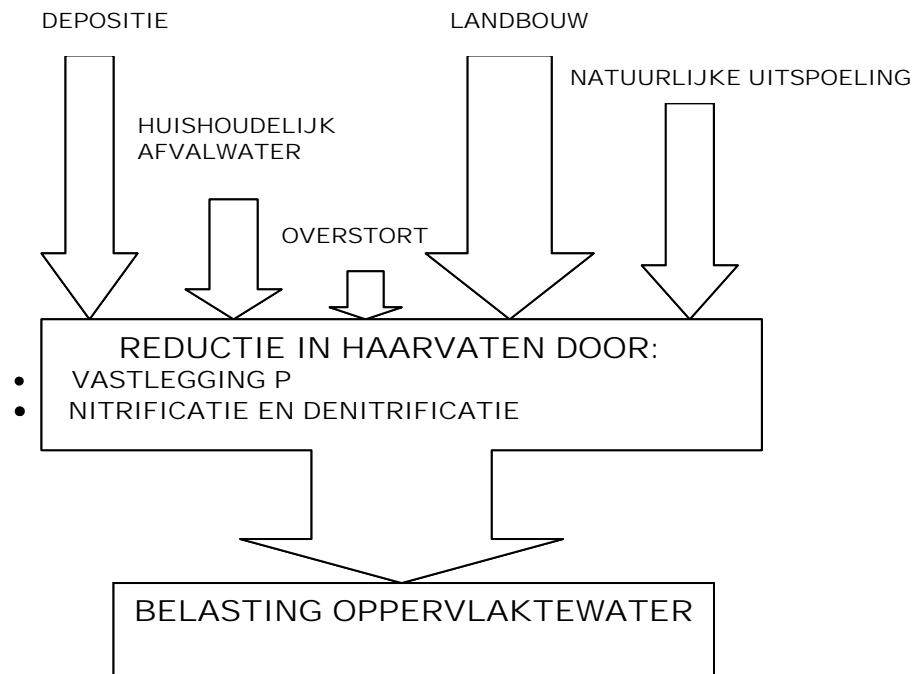
HOOFDSTU

4 Belastingsmodel

4.1

INLEIDING

De belasting die voort komt uit de vrachtberekeningen wordt veroorzaakt door verschillende bronnen, zoals te zien is in Figuur 4-1.



Figuur 4-1: Belasting Hierdense beek

Per bron, of som van bronnen, is een inschatting gemaakt van de belasting. De belasting vanuit de verschillende stroomgebieden is berekend met behulp van de jaarvracht van locaties representatief zijn voor de belasting van een stroomgebied. Op deze wijze is de belasting van het substroomgebied van de Uddelerveentak, de Frederik Bernardbeek en het gehele stroomgebied tot meetpunt F12 en tot meetpunt F17.

Het verschil tussen de berekende belasting van de jaarvrachten en de bepaalde belasting in het belastingsmodel wordt voor een deel verklaard door de reductie die plaatsvindt in de haarvaten. Deze reductie vindt plaats door processen die zich afspelen in het water zoals vastlegging van fosfaat in de bodem en nitrificatie en denitrificatie.

Dit model is met name gebaseerd op kentallen en vuistregels, het is geen model waarin de processen worden beschreven.

4.2

BRONNEN

Per belastingsbron is een schatting gemaakt van de belasting. Dit is gedaan voor de zijbeken die zijn gekwantificeerd: de Uddelerveentak en de Frederik Bernard beek. Per belastingsbron zijn de aannames aangegeven.

Depositie

Voor de belasting vanuit depositie zijn literatuurwaarden bekend, hierbij moet de aantekening worden gemaakt dat depositie een zeer plaatselijk kan verschillen. Hiermee is in het model geen rekening gehouden. De depositie is op alle locaties op dezelfde wijze berekend.

Huishoudelijk afvalwater

Per gekwantificeerde zijbeek is onderzocht wat de belasting is van de niet op riolering aangesloten percelen (nrap) en sinds wanneer deze in het kader de eutrofiëringmaatregelen zijn aangesloten op de riolering.

Bij het berekenen van de belasting van het huishoudelijk afvalwater is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- 3 inwoners/woning
- Afvalwaterproductie 120 l.inwoner⁻¹.dag⁻¹;
- Aantal aangesloten woningen per jaar (zie Tabel 4-1).

Tabel 4-1: Overzicht van aantal woningen die op riolering zijn aangesloten in het kader van de eutrofiëringmaatregelen

Jaar aansluiting	Locatie	Ligging t.o.v. meetpunt	Aantal woningen
1993	Meerveld	F253	60
1993	Grote Kolonie/Staverden	F17	15
1994	Tussen Hierden en AZO	F12	85
1995	Elspeet	F17	7
1995	Uddel	F15	60

Overstortingen

In het stroomgebied van de Hierdense beek ligt een overstort (mondeline mededeling H. Rem) bij Elspeet. Overstorten hebben een tijdelijke en plaatselijke negatieve uitwerking op de waterkwaliteit. Op de jaarbelasting is het effect van een overstort voor totaal N en P kleiner dan 0,5%, door deze geringe invloed is de belasting vanuit overstortingen niet meegenomen.

Natuurlijke uitspoeling

Voor de natuurlijke uitspoeling vanuit gronden zijn literatuur waarden bekend.

Landbouw

De uitspoeling van landbouwgebieden is afhankelijk van bodemsoort, grondwatertrap en bodemgebruik. Voor het vaststellen van de uitspoeling van landbouwgebieden is gebruik gemaakt van kentallen en vuistregels waarbij rekening is gehouden met deze bovengenoemde aspecten.

In eerste instantie zou gebruik worden gemaakt van kaarten uit de Blauwdruk Oost Nederland. Bij dit onderzoek is een schatting gemaakt van de N en P belasting naar het oppervlaktewater. Deze uitspoeling is afhankelijk van verklarende variabelen zoals bodem, gewas, kwel, grondwatertrap en stikstof en fosfaatoverschot.

Bij de uitspoeling vanuit de landbouw is ook rekening gehouden met de natuurlijke achtergrondbelasting en belasting in de vorm van depositie. Er bleek echter dat circa 50% van de gridcellen van de kaarten van de Blauwdruk Oost Nederland binnen het studiegebied geen uitspoelingsinformatie bevatte door het ontbreken van achtergrondinformatie waardoor het niet mogelijk was een totale uitspoelingsbelasting voor de verschillende stroomgebieden te bepalen.

4.3

BELASTINGSMODEL

Bij het opstellen van het belastingsmodel is gebruikt van kentallen. Deze kentallen geven een indruk van de belasting voor een gemiddelde situatie. Een vergelijking met één jaar is moeilijk omdat de exportvracht wordt bepaald door de hydrologie en dus de neerslag, die kan van jaar tot jaar variëren. De variatie van de gemeten vrachten is daarom ook weergegeven in Tabel 4-2 en Tabel 4-3.

Tabel 4-2: Belastingsmodel voor totaal P voor het hele stroomgebied bij locatie F17 en F12 en de Frederik Bernardbeek en de Uddelerveentak

Locatie	Belastingsmodel					Gemeten belasting		
	depositie (kg P/j)	natuurlijke uitspoeling (kg P/j)	landbouw (kg P/j)	huishoudelijk afvalwater (kg P/j)	totaal (kg P/j)	min kg P/j	gemiddeld kg P/j	max kg P/j
F17	192	2138	10500	151	12981	672	5256	14034
F12	207	2305	11316	307	14136	875	3561	9443
Fred. Bernardbeek	17	186	206		408	123	245	433
Uddelerveentak	8	92	449	110	659	171	620	1626

Tabel 4-3: Belastingsmodel voor totaal N voor het hele stroomgebied bij locatie F17 en F12 en de Frederik Bernardbeek en de Uddelerveentak

Locatie	Belastingsmodel					Gemeten belasting		
	depositie (kg N/j)	natuurlijke uitspoeling (kg N/j)	landbouw (kg N/j)	huishoudelijk afvalwater (kg N/j)	totaal (kg N/j)	min kg N/j	gemiddeld kg N/j	max kg N/j
F17	41701	17107	65219	1077	125105	26996	111453	188168
F12	44938	18438	70298	2194	135868	30751	87449	159771
Fred. Bernardbeek	3617	1484	5658		10759	2610	7554	11913
Uddelerveentak	1784	732	12856	788	16160	14123	25922	36047

In Tabel 4-2 is het resultaat van het belastingsmodel voor totaal P voor het hele stroomgebied (locatie F12 en F17) en de Uddelerveentak en de Frederik Bernardbeek. Ditzelfde is weergegeven in Tabel 4-3 voor totaal N. De berekende belasting is de gemiddelde berekende jaarvrachten op deze locaties, met daarbij de minimum en maximum jaarvrachten.

Uit het opgestelde model blijkt dat de grootste belasting wordt veroorzaakt door de landbouw. Depositie levert echter ook een belangrijke bijdrage leveren aan de totale belasting, dit is het geval bij de depositie van stikstof op locatie F12 (zie Tabel 4-3). Het aandeel van de belasting vanuit huishoudelijk afval water is voor stikstof klein, 1-4%. Dit aandeel is voor fosfaat in de Uddelerveentak aanzienlijk, ca. 16%. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het aansluiten van huishoudens op riolering voor fosfaat een aanzienlijke verlaging van de belasting tot gevolg heeft in de Uddelerveentak.

Uit het belastingsmodel blijkt dat het aandeel voor het totale stroomgebied van fosfaat voor circa 8% afkomstig is uit de Frederik Bernardbeek, circa 3% van de belasting van het totale stroomgebied van de Hierdense beek is afkomstig van de Uddelerveentak.

Voor stikstof is het belastingsaandeel van de Frederik Bernardbeek circa 8% van de belasting van het gehele stroomgebied van de Hierdense beek. 12% van de stikstofbelasting van het stroomgebied van Hierdense beek is afkomstig uit de Uddelerveentak.

4.3.1

AFREGELLEN OP DE HIERDENSE BEEK

Er zijn voor een tweetal punten is er voor de Hierdense beek afgeweken van literatuur waarden, op deze wijze is het belastingsmodel of aangepast op deze beek. Dit was het geval voor de uitspoeling van landbouw voor de Frederik Bernardbeek voor fosfaat en voor de uitspoeling van stikstof voor de Uddelerveentak.

De totale fosfaatbelasting van het stroomgebied van de Frederik Bernardbeek was twee maal zo dan de gemeten jaarvrachten. Deze hoge belasting werd met name veroorzaakt door de hoge fosfaatuitspoeling vanuit de landbouw. In dit stroomgebied wordt gezien als de schone tak van het stroomgebied, er vindt weinig intensieve veehouderij plaats. Op basis hiervan is besloten de uitspoelingsbelasting vanuit de landbouw te verlagen tot binnen de marges van de gemeten jaarvrachten. Dit valt nog binnen de marges van de literatuurwaarden.

De stikstofbelasting vanuit de landbouw van de Uddelerveentak was met literatuurwaarden ver beneden de gemeten jaarvrachten. In dit stroomgebied vindt veel intensieve landbouw plaats waardoor er voor is besloten in de Uddelerveentak de stikstofbelasting per hectare vanuit de landbouw te verhogen. De uitspoelingsbelasting is gelijk gehouden met literatuurwaarden van de Hierdense beek, deze zijn aanzienlijk hoger dan landelijke uitspoelingscijfers voor landbouw (84 kg/ha/j voor de Hierdense beek t.o.v. 29 kg/ha/j als landelijk gemiddelde).

Na deze aanpassingen komen voor totaal N en totaal P de bepaalde belastingen van het belastingsmodel in de range van de gemeten belastingen.

4.3.2

TOETSING OP DE MOORSTERBEEK

Het opgestelde belastingsmodel is getoetst op de Moorsterbeek in het stroomgebied van Waterschap Vallei en Eem. In 1998 is er in deze beek 12 maal het debiet en de concentratie berekend. Van alle locaties was bekend hoeveel ongerioleerde panden er aanwezig waren en wat het afstromend oppervlak was. Bij de toetsing van het belastingsmodel zijn dezelfde kentallen voor de verschillende bronnen gehanteerd. Op dezelfde wijze als het belastingsmodel van de Hierdense beek is de berekende belasting uit het model vergeleken met de gemeten vracht. Het resultaat is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 4-4: Toetsing belastingsmodel voor totaal P op de Moorsterbeek

Locatie	belastingsmodel					gemeten belasting
	depositie (kg P/j)	natuurlijke uitspoeling (kg P/j)	landbouw (kg P/j)	huishoudelijk afvalwater (kg P/j)	totaal (kg P/j)	gemiddeld (kg P/j)
9913	5	55	270	66	396	583
9912	4	48	236	13	301	662
9848	34	375	1841	788	3038	8357
9853	68	759	3724	1183	5734	10722
9909	6	66	322	118	511	2138
9908	1	8	37	13	58	214
9911	1	15	74	13	103	322
9910	3	38	184	13	238	754

Tabel 4-5: Toetsing belastingsmodel voor totaal N op de Moorsterbeek

Locatie	belastingsmodel					gemeten belasting
	depositie (kg N/j)	natuurlijke uitspoeling (kg N/j)	landbouw (kg N/j)	huishoudelijk afvalwater (kg N/j)	totaal (kg N/j)	gemiddeld (kg N/j)
9913	1073	440	1678	66	3256	6938
9912	936	384	1464	13	2797	4888
9848	7313	3000	11438	788	22538	61022
9853	14791	6068	23134	1183	45176	98708
9909	1277	524	1998	118	3917	8010
9908	146	60	229	13	448	915
9911	293	120	458	13	883	1671
9910	731	300	1144	13	2188	5929

De nummering van de locaties is hieronder weergegeven:

9912: Moorsterbeek te Walderveen

9913: zijbeek Moorsterbeek bij Scherpenzeelse Weg

9848: Moorsterbeek voor splitsing

9853: Moorsterbeek bij Lapeerse weg

9909: Dashorsterbeek

9908: Siberien, kwelsloot

9911: Siberienbeek bij Moorsterweg

9910: Romselaarse beek

Uit Tabel 4-4 en Tabel 4-5 blijkt dat het belastingsmodel van de Hierdense beek de belasting voor de Moorsterbeek in 1998 te laag schat, de gemeten belasting van totaal N en totaal P zijn op alle locaties hoger dan de bepaalde belastingen uit het belastingsmodel. Een mogelijk verklaring voor deze overschatting zou kunnen zijn dat 1998 een zeer nat jaar was, in de Hierdense beek was in dit jaar overal een hoge vrucht zichtbaar, zie paragraaf 2.3.

Aangezien de jaarvrucht van de Moorsterbeek slechts eenmalig is bepaald kan dit niet met zekerheid worden gezegd.

Uit deze toetsing blijkt ook dat het opgestelde belastingsmodel voor de Hierdense beek niet zonder meer toepasbaar is op een andere beek waarbij maar een jaar is bemeaten.

HOOFDSTU

5

Conclusies

Voor de punten F253 (Paleisweg), F15 (Uddelerveentak), F236 (Frederik Bernardbeek), F247 (Verzamelbeek), F17 (Waterval) en F12 (Waterweg) zijn jaarvrachten bepaald. De hoogste belasting per hectare bevond zich in de Uddelerveentak, dit wordt gezien als de vuile tak binnen het stroomgebied van de Hierdense beek.

Uit deze trendanalyse blijkt dat de staptrend voor een lange periode voor een benedenstroomspunt er een significante afname zichtbaar is van de gewogen concentratie en de gecorrigeerde vracht. Wanneer echter over een korte periode, na de introductie van alle eutrofiëringmaatregelen is er slechts een enkele significante afname zichtbaar. Dit is het geval bij de benedenstroomse meetpunten en de Frederik Bernardbeek. Dit is echter niet het geval in de Uddelerveentak (locatie F15) waar de meeste eutrofiëringmaatregelen zijn uitgevoerd.

Het opgestelde belastingsmodel voor de Hierdense beek is goed toepasbaar voor de Hierdense beek. Na de toetsing van het belastingsmodel met de Moorsterbeek blijkt dat het belastingsmodel is niet zonder meer toepasbaar op een andere beek voor een periode van een enkel jaar.

HOOFDSTU

6 Referenties

ARCADIS Heidemij Advies, 1997. Literatuurstudie; Belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor door uit- en afspoeling van natuurlijke- en landbouwgronden

Gilbert R.O. (1987). Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring, Van Nostrand Reinhold, New York

Oosterloo, W., Willemsen, G., 1991. Een eutrofiëringonderzoek in de Hierdense beek.

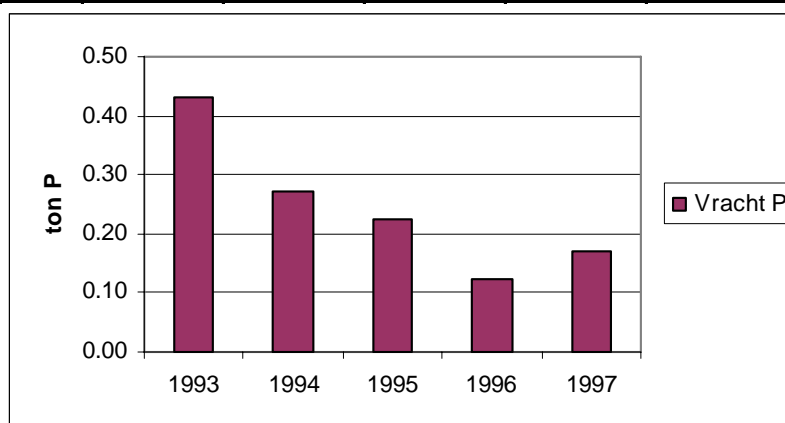
STOWA, 1998. Methodiek voor de evaluatie en optimalisatie van routine waterkwaliteitsmeetnetten. Deel II: Overzicht van technieken en methoden.

BIJLAG 1

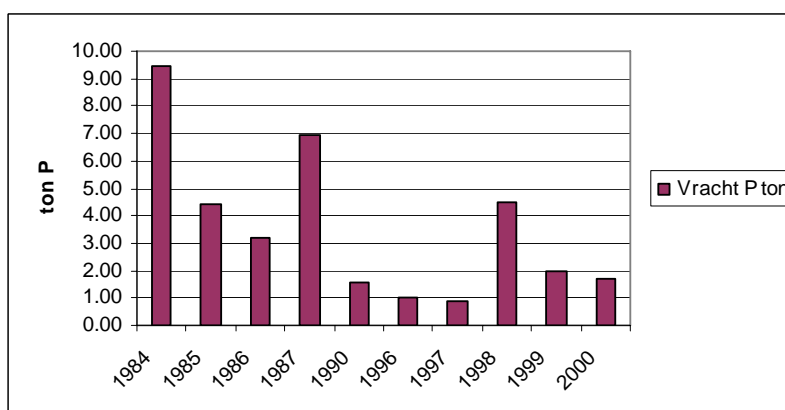
Jaarvrachten P

Tabel 6-1: Jaarvrachten totaal P

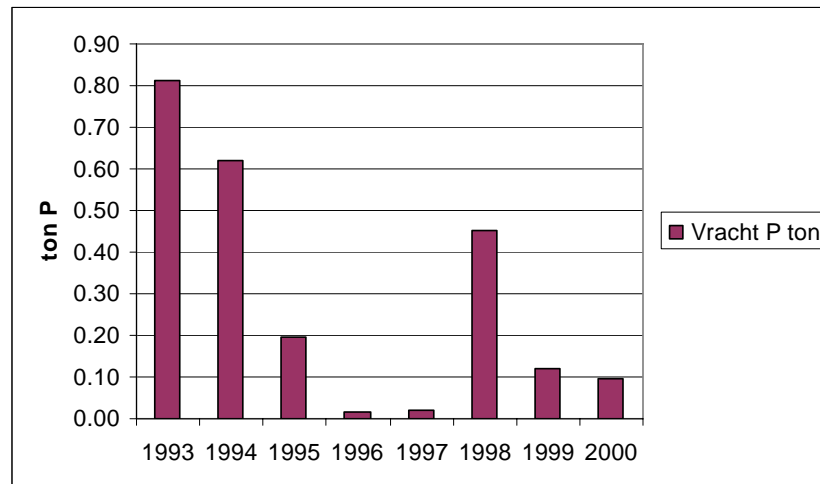
Jaar	F253 (ton P/j)	F15 (ton P/j)	F236 (ton P/j)	F247 (ton P/j)	F17 (ton P/j)	F12 (ton P/j)
1984					7.54	9.44
1985					9.05	4.41
1986					9.12	3.20
1987					14.03	6.94
1988					7.39	
1990					3.04	1.56
1991					3.46	
1992					2.89	
1993	0.81	0.65	0.84	0.43	6.89	
1994	0.62	0.69	0.71	0.27	8.03	
1995	0.20	0.77	0.31	0.22	3.32	
1996	0.02	0.17		0.12	0.67	1.01
1997	0.02	0.19		0.17	0.78	0.87
1998	0.45	1.63	0.53		4.38	4.50
1999	0.12	0.43	0.17		1.57	1.96
2000	0.09	0.44	0.24		2.21	1.71



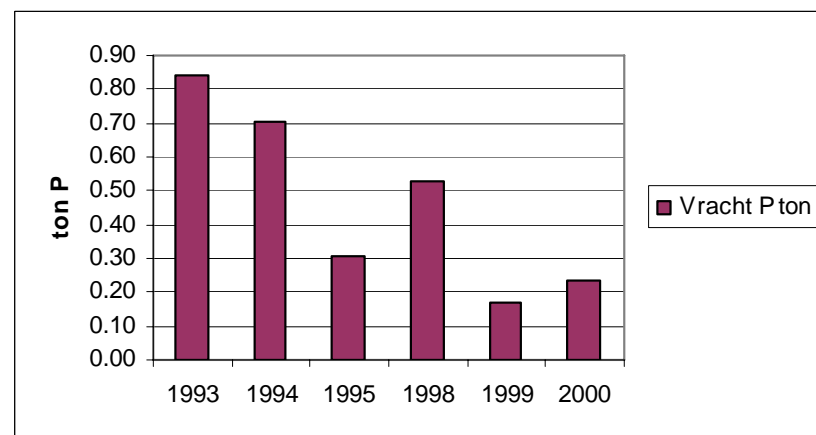
Figuur 6-1: jaarvracht P locatie F247



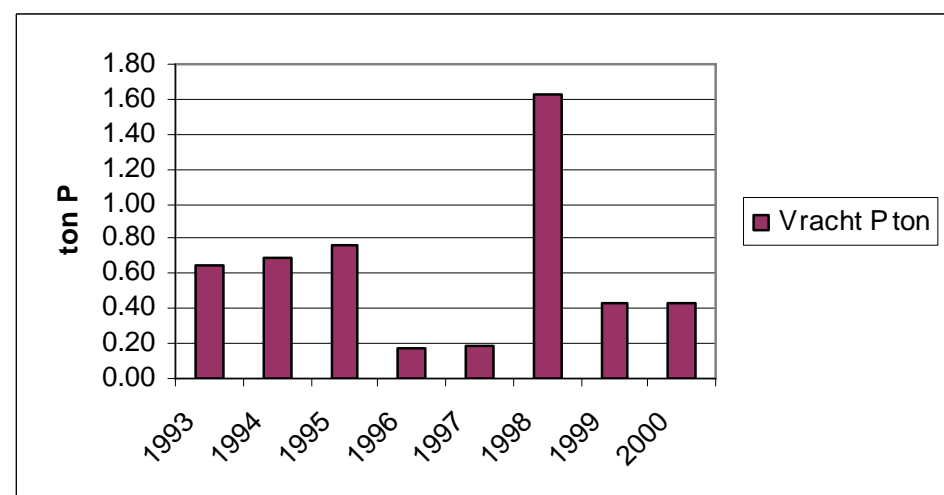
Figuur 6-2: Locatie F12



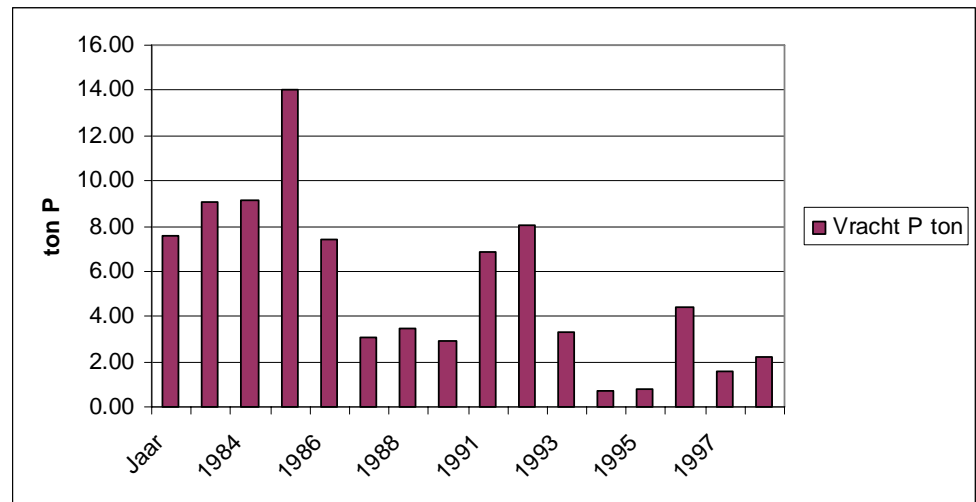
Figuur 6-3: Locatie F253



Figuur 6-4: Locatie F236



Figuur 6-5: Locatie F15



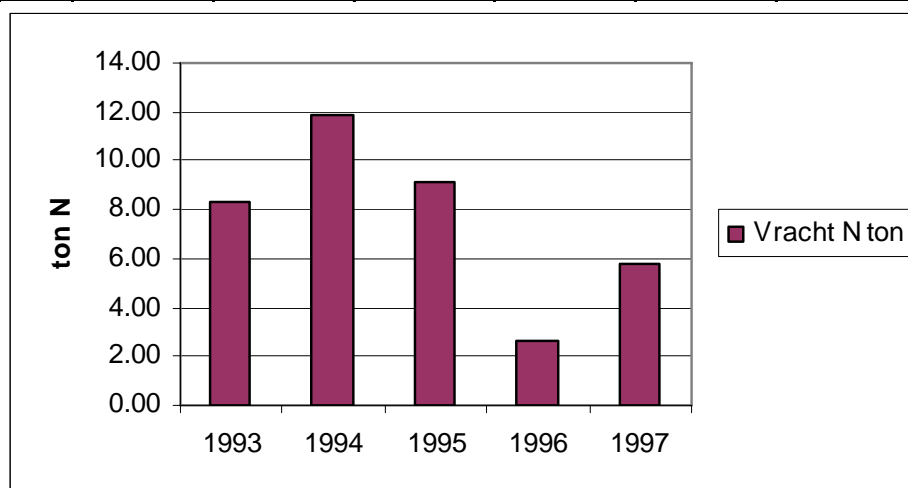
Figuur 6-6: Locatie F17

BIJLAG 2

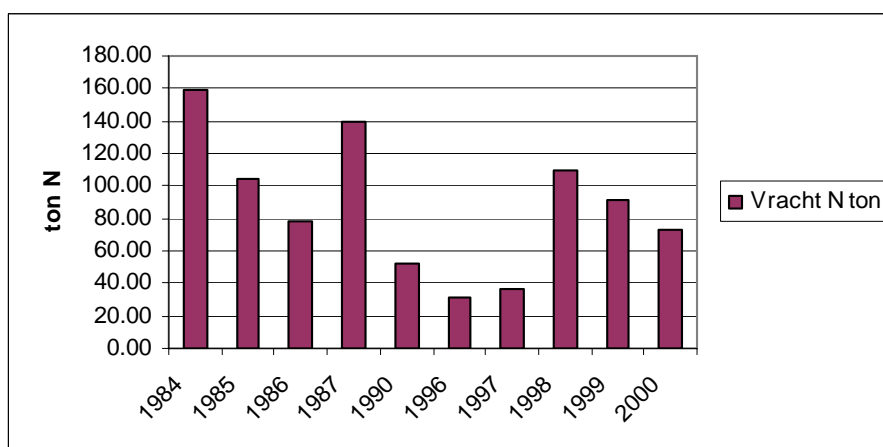
Jaarvracht N

Tabel 6-2: Jaarvrachten van totaal N

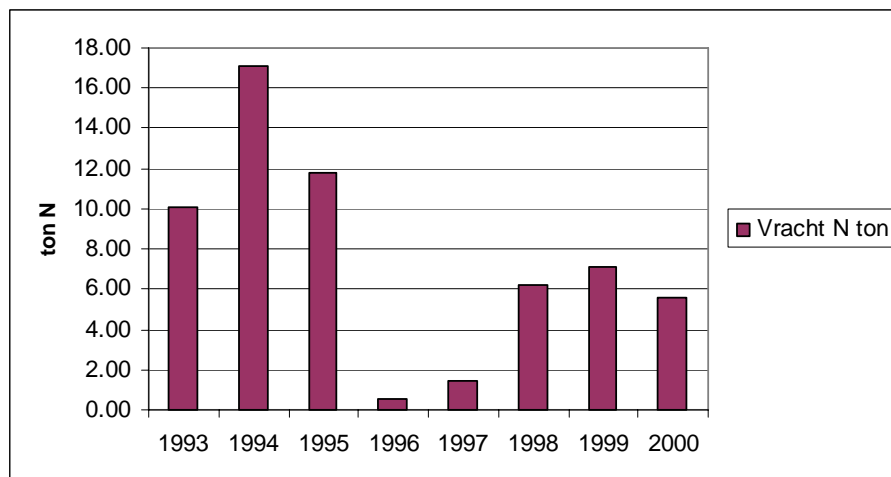
Jaar	F253 (ton N/j)	F15 (ton N/j)	F236 (ton N/j)	F247 (ton N/j)	F17 (ton N/j)	F12 (ton N/j)
1984					144.48	159.77
1985					151.94	104.49
1986					130.68	78.91
1987					179.94	139.00
1988					188.17	
1990					76.64	51.69
1991					69.09	
1992					83.31	
1993	10.12	36.05	6.10	8.35	109.63	
1994	17.13	33.55	6.27	11.91	175.12	
1995	11.80	24.27	4.19	9.16	136.07	
1996	0.57	14.12		2.61	27.00	30.75
1997	1.41	17.33		5.74	36.93	36.49
1998	6.19	32.85	6.77		102.91	109.01
1999	7.07	23.50	4.19		78.06	91.83
2000	5.56	25.70	5.53		80.00	72.56



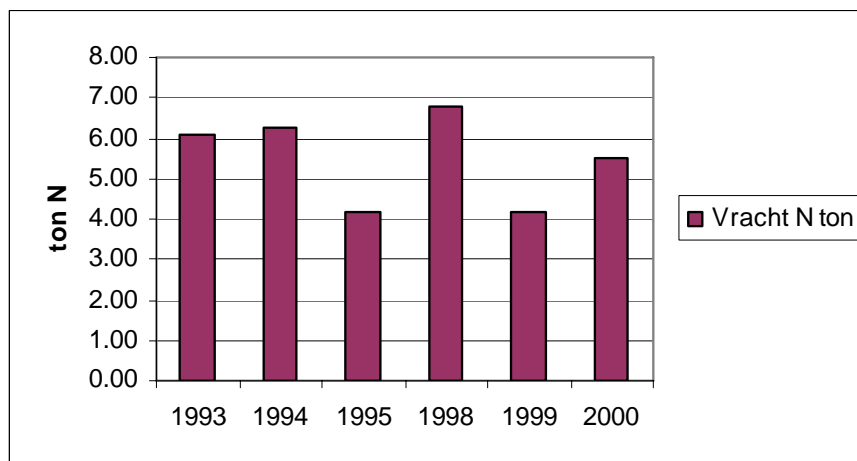
Figuur 6-7: locatie F247



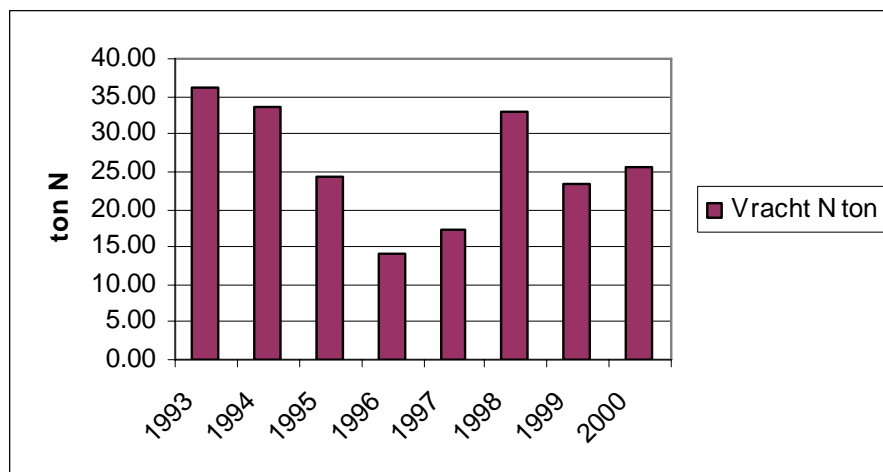
Figuur 6-8: Locatie F12



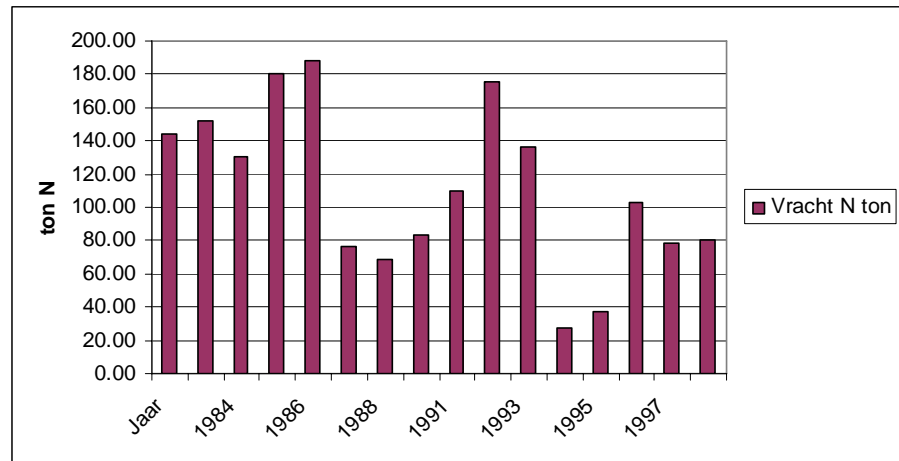
Figuur 6-9: Locatie F253



Figuur 6-10: Locatie F236



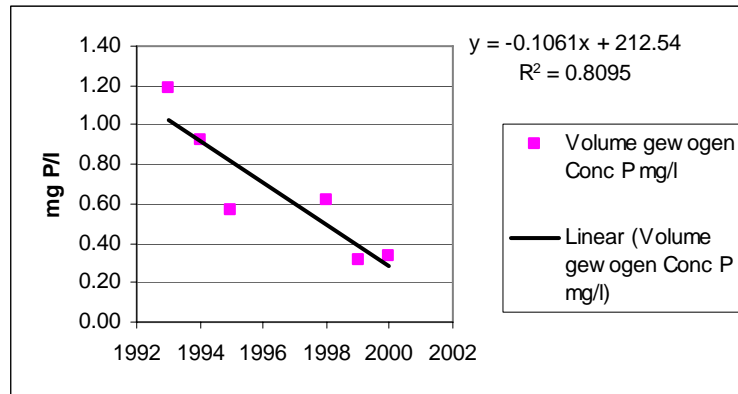
Figuur 6-11: Locatie F15



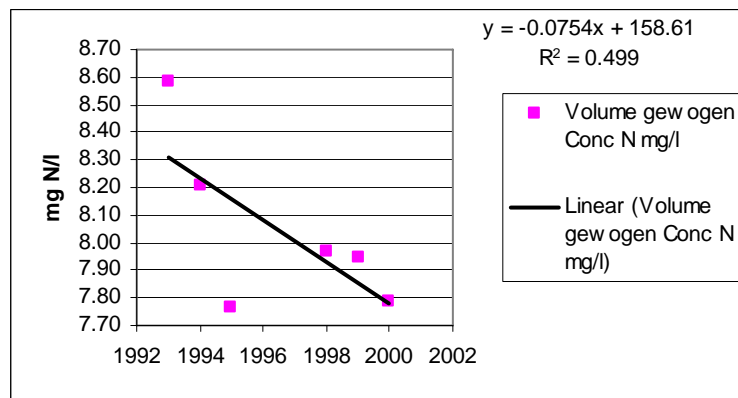
Figuur 6-12: Locatie F17

BIJLAG 3

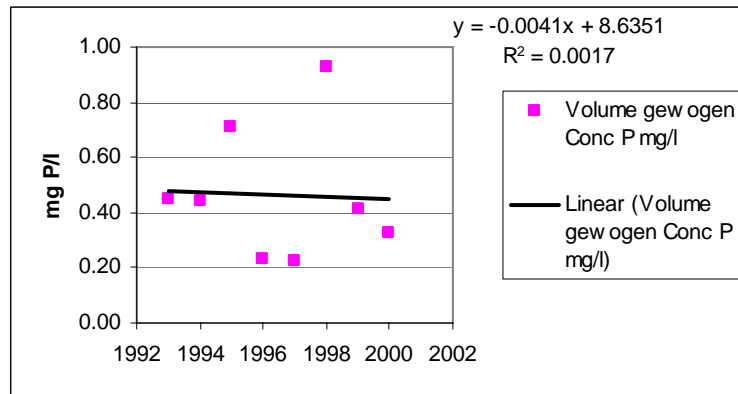
Trendanalyse volume gewogen concentratie



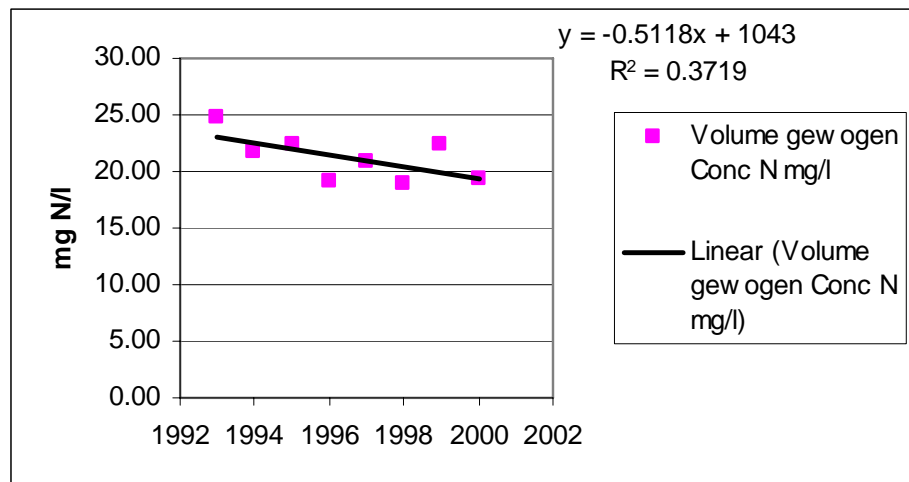
Figuur 6-13: Volume gecorrigeerde concentratie locatie F236 totaal P



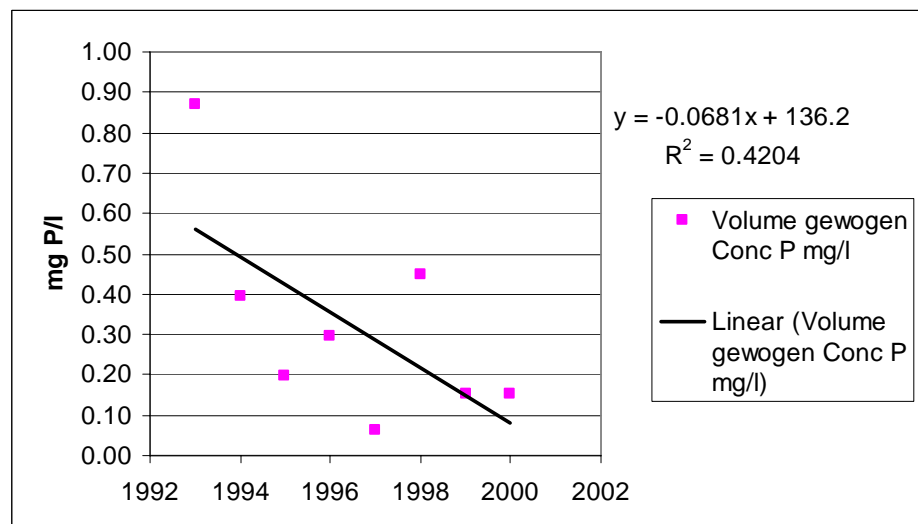
Figuur 6-14: Volume gewogen concentratie totaal N locatie F236



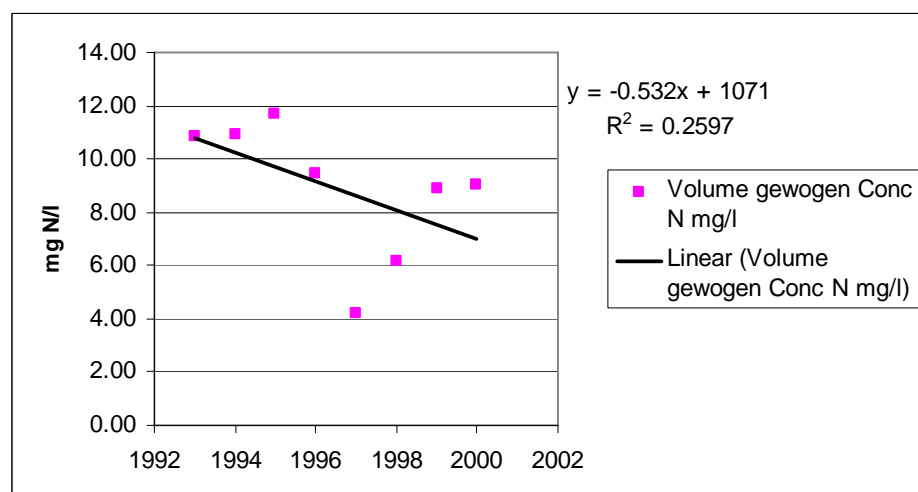
Figuur 6-15: Volume gewogen concentratie totaal P locatie F15



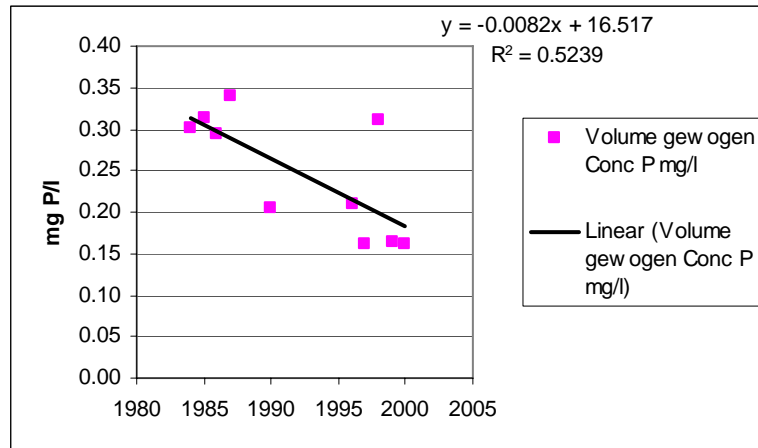
Figuur 6-16; Volume gewogen concentratie totaal N locatie F15



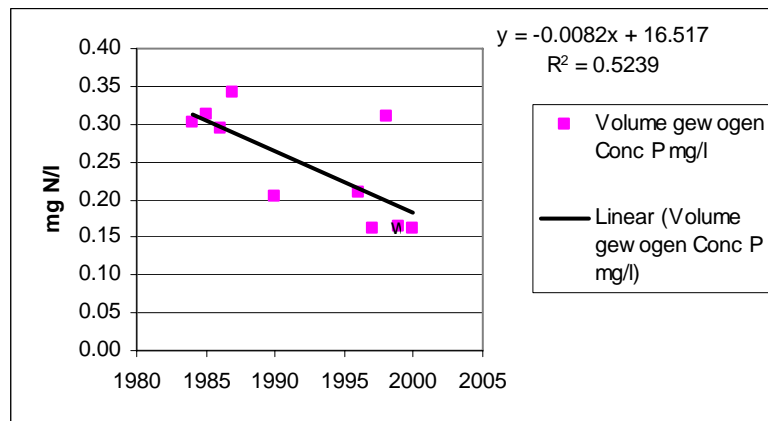
Figuur 6-17: Volume gewogen concentratie totaal P locatie F253



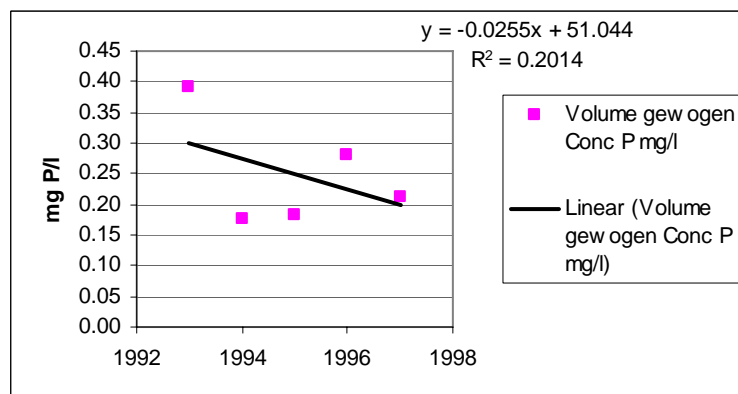
Figuur 6-18: Volume gewogen concentratie totaal N locatie F253



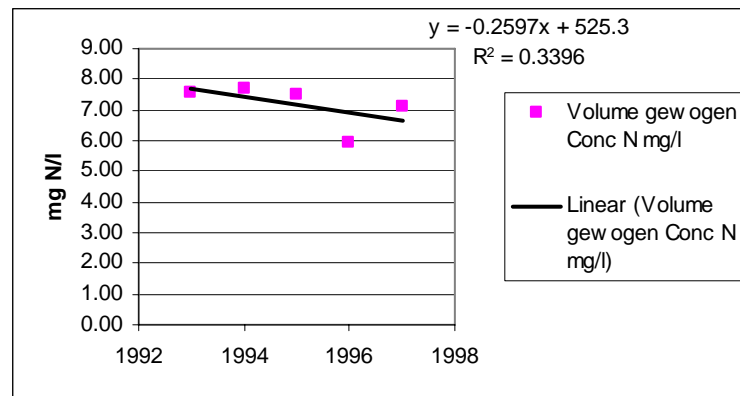
Figuur 6-19: Volume gewogen concentratie totaal P locatie F12



Figuur 6-20: Volume gewogen concentratie totaal N locatie F12

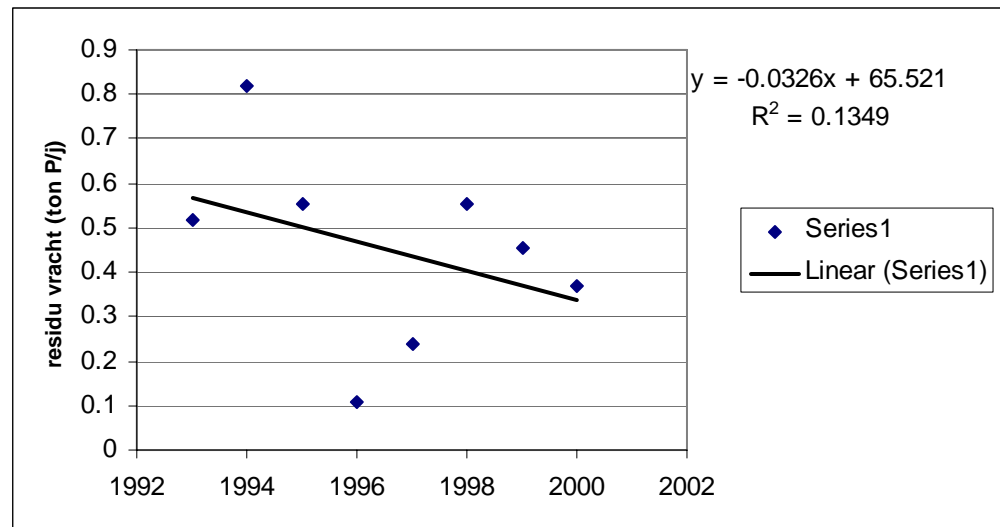


Figuur 6-21: Volume gewogen concentratie totaal P locatie F247

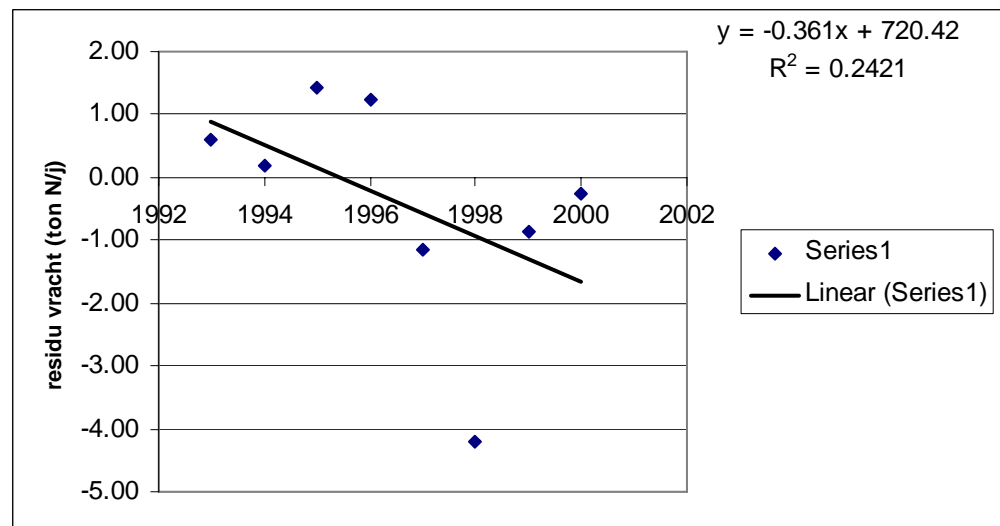


Figuur 6-22: Volume gewogen concentratie totaal N locatie F247

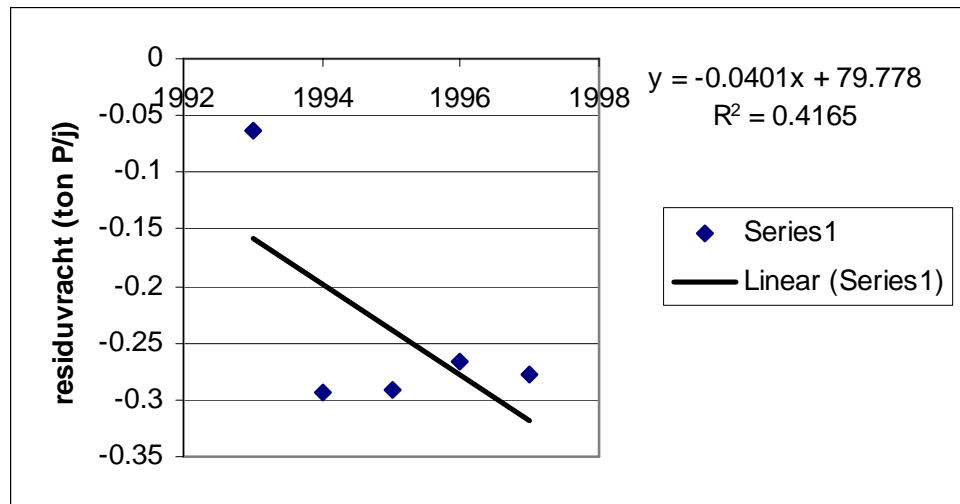
BIJLAG 4 Trendanalyse volume gecorrigeerde vracht



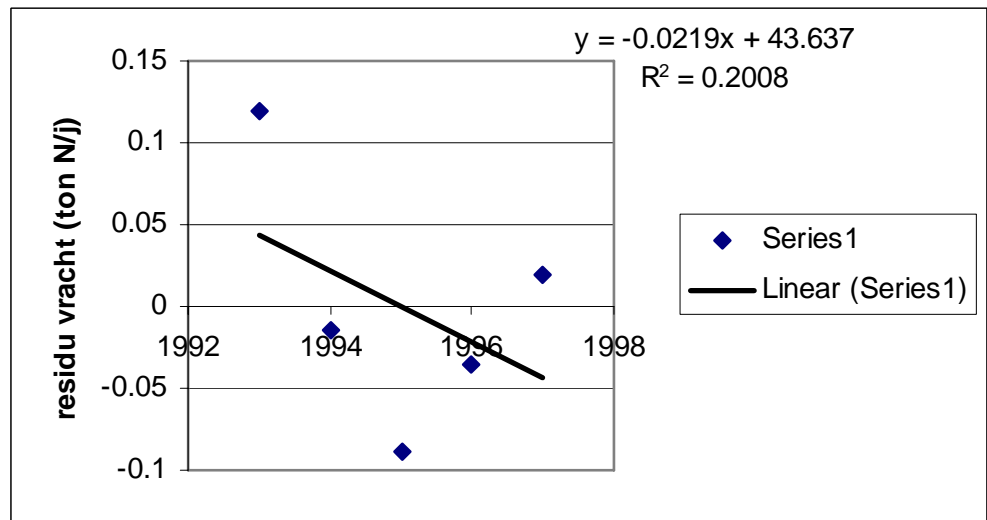
Figuur 6-23: Volume gecorrigeerde vracht locatie F253 totaal P



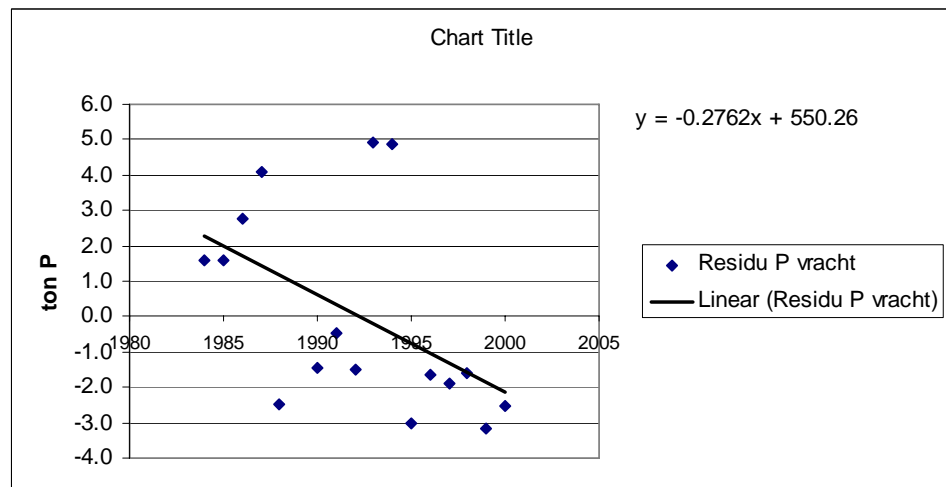
Figuur 6-24: Volume gecorrigeerde vracht locatie F253 totaal N



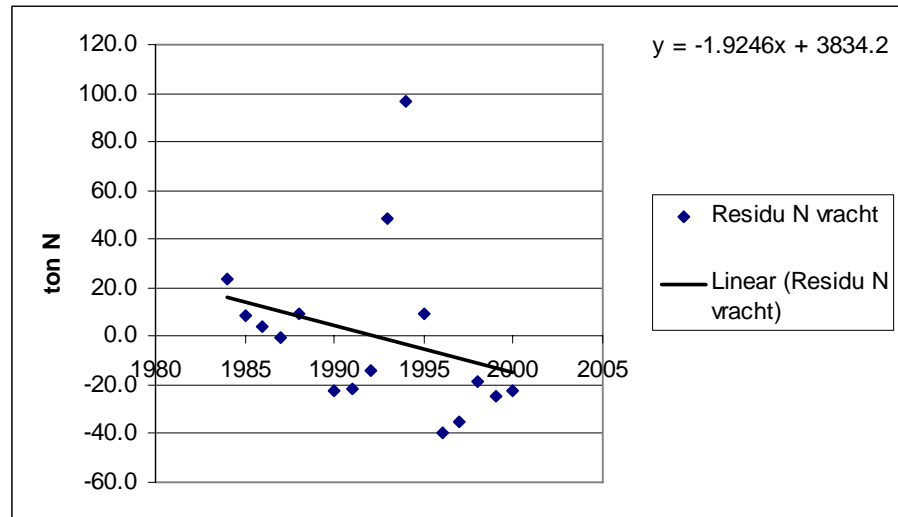
Figuur 6-25: Volume gecorrigeerde vracht locatie F247 totaal P



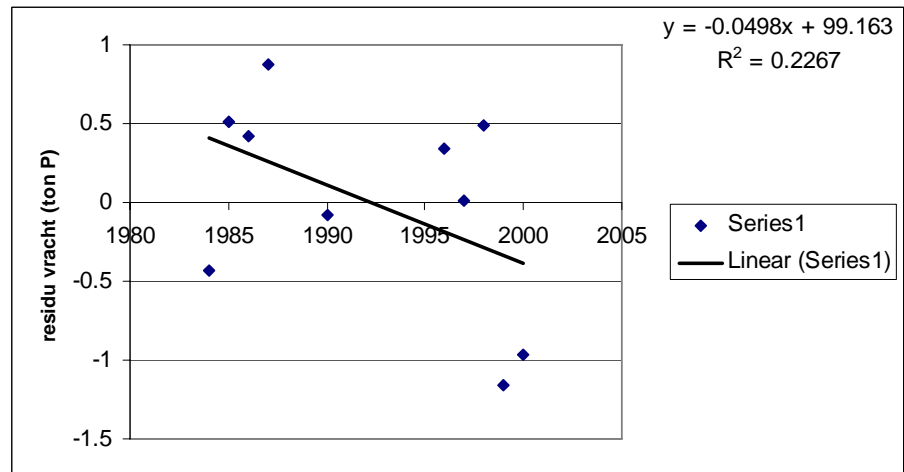
Figuur 6-26: Volume gecorrigeerde vracht locatie F247 totaal N



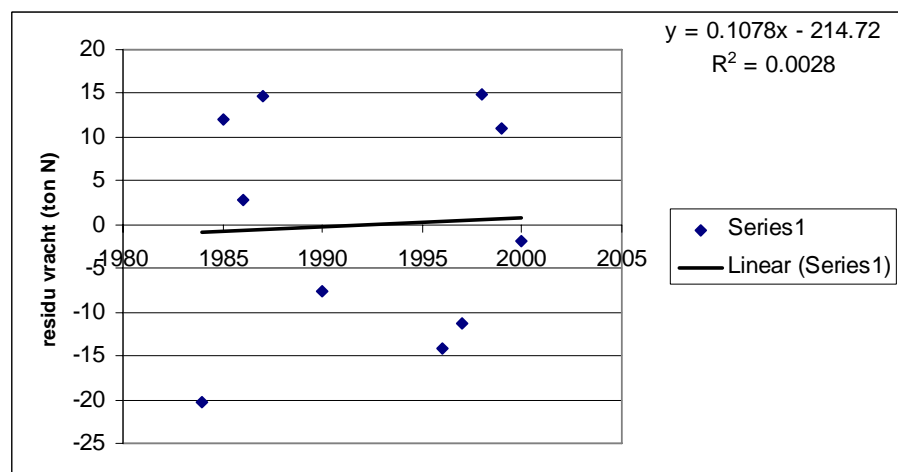
Figuur 6-27: Volume gecorrigeerde vracht locatie F17 totaal P



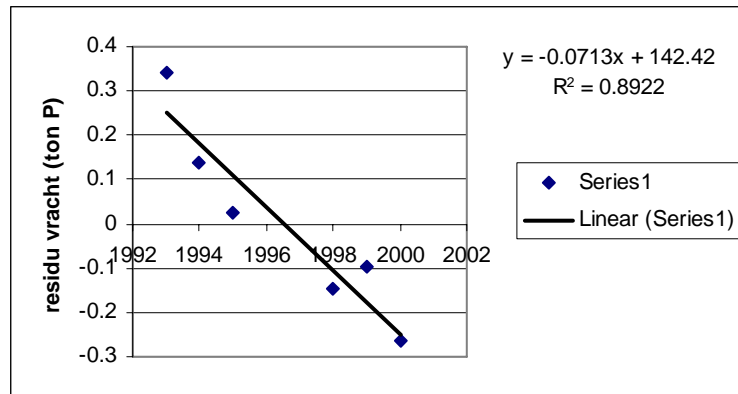
Figuur 6-28: Volume gecorrigeerde vracht locatie F17 totaal N



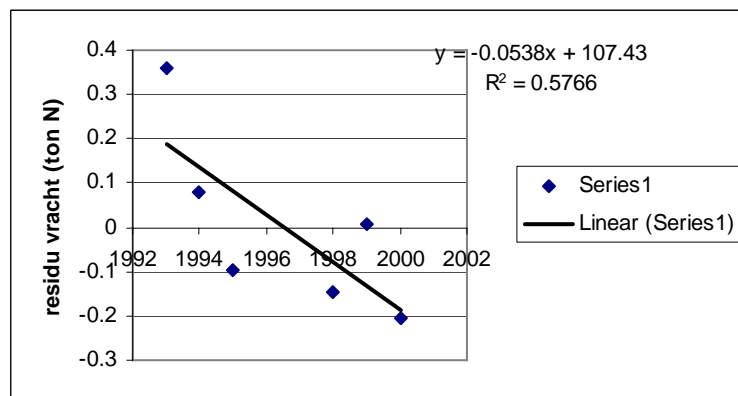
Figuur 6-29: Volume gecorrigeerde vracht locatie F12 totaal P



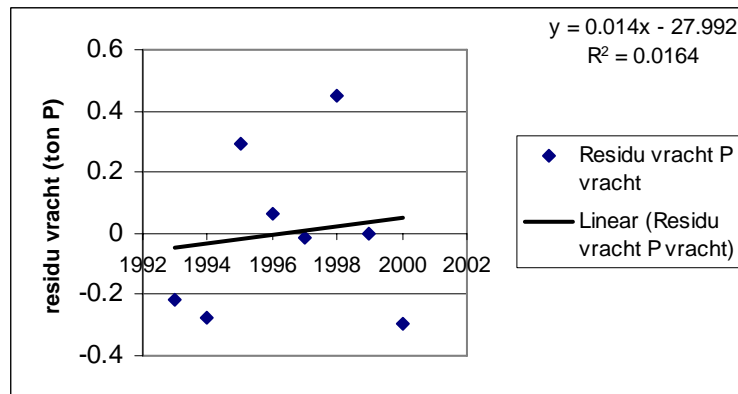
Figuur 6-30: Volume gecorrigeerde vracht locatie F12 totaal N



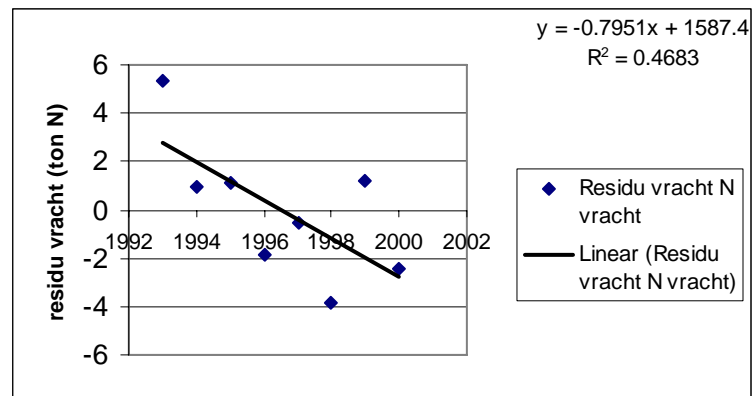
Figuur 6-31: Volume gecorrigeerde vracht locatie F236 totaal P



Figuur 6-32: Volume gecorrigeerde vracht locatie F236 totaal N



Figuur 6-33: Volume gecorrigeerde vracht locatie F15 totaal P



Figuur 6-34: Volume gecorrigeerde vracht locatie F15 totaal N