

Faglig rapport fra DMU nr. 639, 2007

NOVANA

Marine områder 2005-2006

- Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten

Gunni Ærtebjerg (red.)

Bilag

Bilag 1 *Beskrivelse af anvendte indeks og korrektioner for klimatiske variationer*

Næringsstofkoncentrationer, klorofyl og sigtddybde

Tresidet variansanalyse for stations-, måneds- og årsvariation

Koncentrationer af næringsstoffer blev analyseret ved hjælp af en tresidet variansanalyse. Alle koncentrationer er før analysen blevet logaritmisk transformeret af følgende årsager:

1. De tre faktorer forventes at have en multiplikativ effekt på koncentrationerne af næringssalte og klorofyl. Ved logaritmisk transformation bliver den multiplikative model til en additiv model.
2. Store koncentrationer har større variationer end små koncentrationer. Ved logaritmisk transformering opnås varianshomogenitet.
3. Residualerne fra en variansanalyse uden transformation vil have en højreskæv fordeling. Ved logaritmisk transformation bliver residualerne fra variansanalysen tilnærmelsesvis normalfordelte.

De logaritmisk transformerede koncentrationer deles op i variationer, som kan tilskrives stationsafhængighed (STATION), sæsonvariation (MÅNED) og år til år variation (ÅR). Der er kun medtaget hovedeffekter i modellen, dvs. ingen krydseffekter.

$$\log(C) = \text{STATION}_i + \text{ÅR}_j + \text{MÅNED}_k + e_{ijk} \quad \text{hvor } e_{ijk} \in N(0, \sigma^2)$$

Hovedeffekterne, som estimeres ved hjælp af modellen, har følgende fortolkning:

- STATION_i er middelniveauet for de enkelte stationer, når der er taget højde for år til år variationen og sæsonvariationen.
- ÅR_j er middelniveauet for de enkelte år som indgår i analysen, når der er taget højde for den stationsafhængige variation og sæsonvariationen.
- MÅNED_k er middelniveauet for årets 12 måneder, når der er taget højde for den stationsafhængige variation og år til år variationen.

Hovedvariationerne er signifikante for alle næringssalte og klorofyl. Residualerne fra variansanalysen er dernæst afbildet i histogrammet, hvilket har vist, at residualerne tilnærmelsesvist er normalfordelte.

Efterfølgende er de estimerede hovedeffekter transformeret tilbage vha. exponential funktionen. Hvis α er middelværdien og β er spredningen på de estimerede hovedeffekter af de log-transformerede data, bliver den geometriske middelværdi μ for de utransformerede data

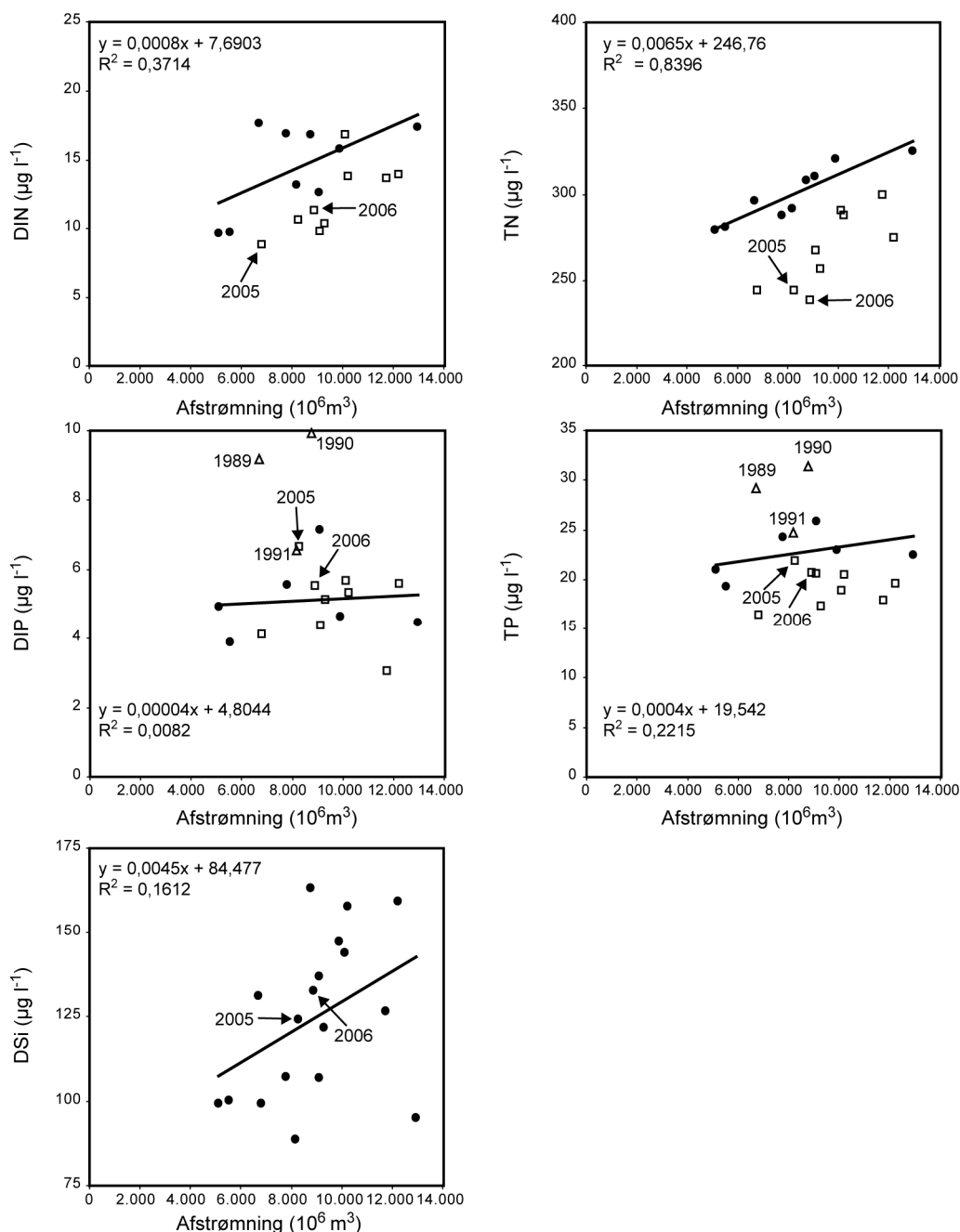
$$\mu = \exp(\alpha)$$

Et approximativt 95% konfidensinterval for den geometriske middelværdi fås som

$$\left[\exp(\alpha - 2 \times \beta), \exp(\alpha + 2 \times \beta) \right]$$

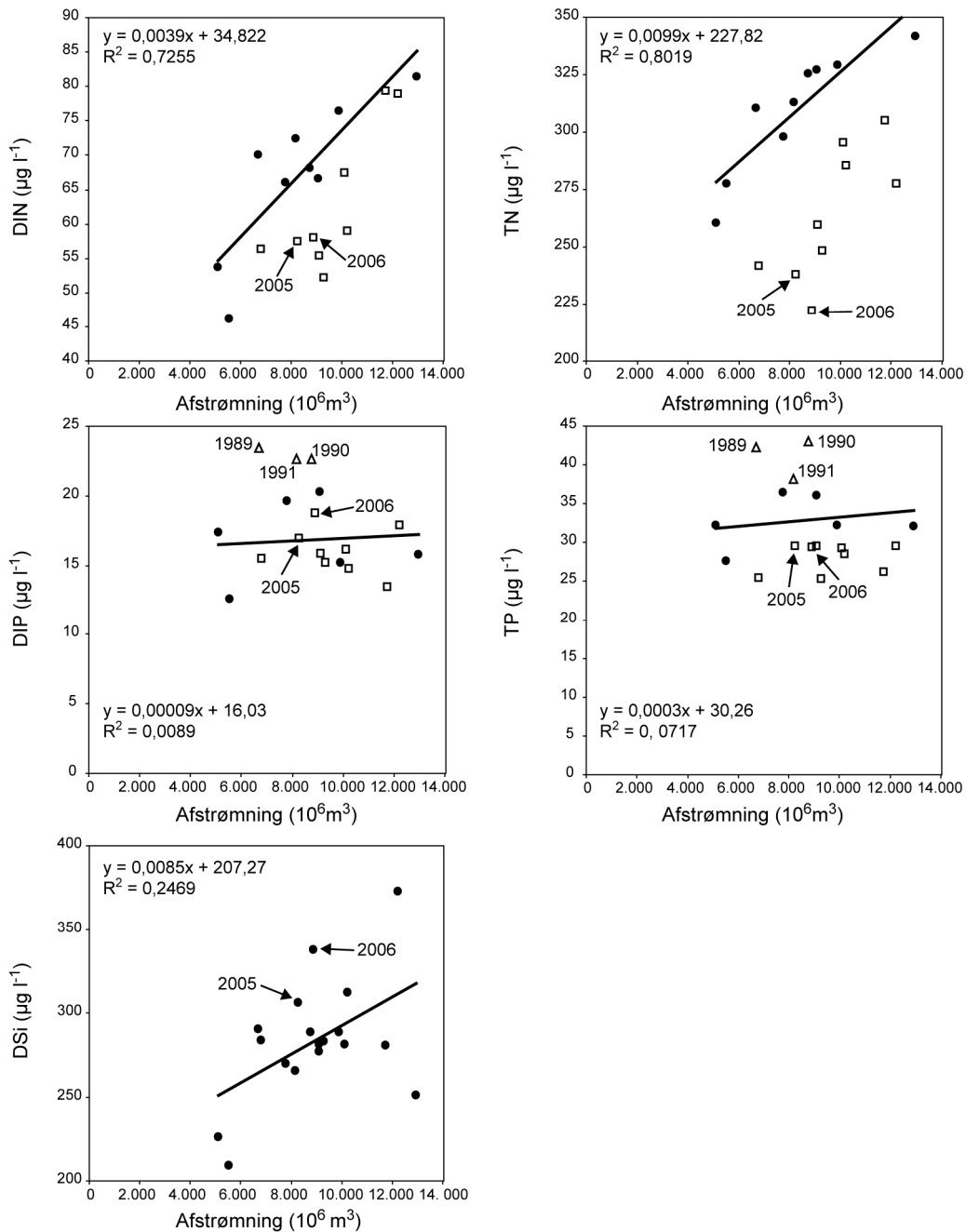
Eksempelvis estimeres af variansanalysen, at middelniveauet for $\log(\text{DIN})$ i åbne farvande i 2006 var normalfordelt $N(2,43;0,054^2)$, hvilket ved transformationen ovenfor giver, at middelniveauet for DIN er $11,31 \mu\text{g N l}^{-1}$ med et 95% konfidensinterval på $[10,15;12,59]$.

Da næringsstofkoncentrationerne i fjorde og kystnære områder havde et meget karakteristisk skift i forhold til afstrømningen efter 1997, blev de samme kriterier for valg af data til bestemmelse af relationer benyttet for åbne farvande (DIN, TN: 1989-97; DIP, TP: 1992-97). For TN gav dette statistisk signifikante sammenhænge med afstrømningen, og for DIN, DIP og TP blev relationerne forbedret om end ikke statistisk signifikante (figur 2). Alle år blev benyttet for DSi, da der ikke var noget karakteristisk skift omkring 1998.



Figur 2 Årsmiddelkoncentrationer for DIN, TN, DIP, TP og DSi i overfladevand for åbne havområder (0-10 m) mod afstrømning. Årene 1998-2006 er markeret med firkanter for DIN, TN, DIP og TP, og for DIP og TP er årene 1989, 1990 og 1991 markeret med trekkanter.

I de åbne indre farvandes bundvand (≥ 15 m) blev de samme kriterier for valg af data til bestemmelse af relationer benyttet for overfladevand (DIN, TN: 1989-97; DIP, TP: 1992-97; DSi: 1989-2004). For DIN, TN og DSi gav dette statistisk signifikante sammenhænge med afstrømningen, hvorimod DIP og TP ikke viste nogen stærk sammenhæng mod afstrømningen (figur 3).



Figur 3 Årsmiddelkoncentrationer for DIN, TN, DIP og TP for bundvand (≥ 15 m) i åbne indre havområder mod afstrømning. Årene 1988-2006 er markeret med firkanter for DIN, TN, DIP og TP, og for DIP og TP er årene 1989, 1990 og 1991 markeret med trekanter.

Bilag 2 Dataanalyser - bundvegetation

Organisering af data

Vegetationsdata er analyseret områdevist frem for stationsvist, fordi vi så kan inkludere data fra samtlige stationer i fjord/kystområderne, selvom stationernes antal og placering varierer mellem årene. I praksis betyder det, at hver af parametrene - ålegræssets dybdegrænse og dækningsgrad og eutrofieringsbetingede algers dækningsgrad - er beregnet som gennemsnit af data fra et givet område (eksempelvis Vejle Yderfjord) i et givet år. Analyserne inkluderer kun fjord-/kystområder med data fra mindst 5 år. Hvert område er kategoriseret som enten 'åben kyst', 'yderfjord' eller 'inderfjord'.

Transformationer

I analyserne er data for dækningsgrader arcsin-transformeret. Det skyldes, at observationer af dækningsgrader fra 0-100% er opad- og nedadtil begrænsede data og at de almindelige analyseværktøjer, statistiske tests mv. under antagelse af normalfordelte data derfor ikke umiddelbart kan anvendes. Især vil der være afvigelser fra normalfordeling i det nedre (0-30%) og øvre område (70-100%) af skalaen. For at tilnærme normalfordeling, skal data derfor transformeres. En passende transformation er: $p' = \arcsin(\sqrt{p})$, hvor p = dækningsgraden (fx $p = 0,50 = 50\%$) (Zar, J.H.: Biostatistical Analysis. Prentice Hall 1996).

Indeksning og korrelationsanalyse

For hvert fjordområde er de enkelte parameterværdier omregnet til en indekxsværdi. Indeks 100% er defineret som gennemsnittet for perioden 1989-2006, og de enkelte års indekxsværdi er beregnet i forhold til dette gennemsnit. Indeksningen har den fordel, at den viser relative ændringer i det enkelte område fra år til år, således at udviklingen i områder med dybe og lave ålegræsbestande får samme vægt i analyserne. Endelig har vi beregnet 'landsgennemsnittet' af indekxene for hver af områdetyperne 'åben kyst', 'yderfjord' og 'inderfjord' gennem perioden 1989-2006. Tidsserierne af disse landsindekx er analyseret for statistiske udviklingstendenser ved hjælp af Kendall-korrelationer.