

WAVOMIJ; Watervogels in de Veluwerandmeren

**Aantallen in relatie tot voedselbeschikbaarheid en
waterpeil**

8 november 2001

WAVOMIJ; Watervogels in de Veluwerandmeren

**Aantallen in relatie tot voedselbeschikbaarheid en
waterpeil**

8 november 2001

Inhoudsopgave

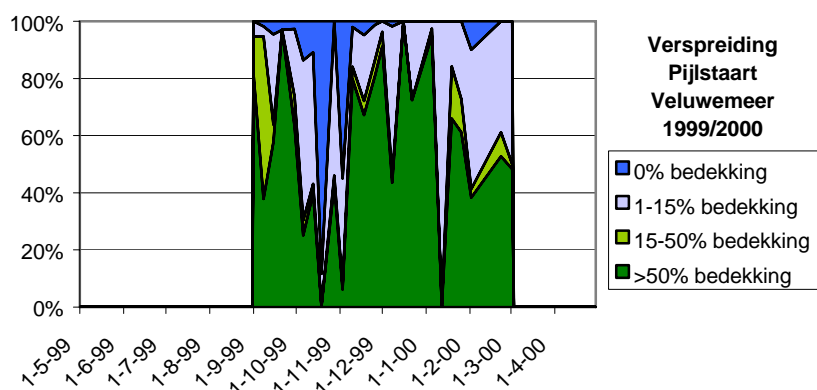
Inhoudsopgave

25

5.3a. Pijlstaart Veluwemeer

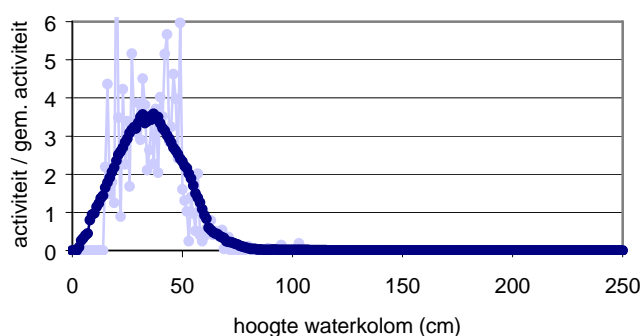
Ruimtegebruik seizoen 1999/2000

In 1999/2000 vond **58.8%** van de activiteit van foeragerende Pijlstaarten binnen het kranswieveld plaats (bedekking >15%). Deze verdeling vertoonde in de loop van het seizoen enige fluctuaties (figuur 5.15), met relatief lage waarden in oktober.



Figuur 5.15. Verdeling van foeragerende Pijlstaarten over delen van het meer met verschillende dichtheidsklassen kranswier.

De verspreiding van de Pijlstaart was in 1999/2000 grotendeels beperkt tot het smalle noordoostelijke deel van het meer, waarbij de dichtheden het meest ondiepe, noordelijkste deel daarvan het grootst waren (bijlage 1.e). Het verloop van de relatieve dichtheid in het kranswieveld over de dieptेरange wordt weergegeven in figuur 5.16. De optimum waterdiepte voor Pijlstaarten in het Veluwemeer ligt op 37 cm waterdiepte. Door de voorkeur voor deze geringe diepten foerageert de Pijlstaart niet zo dicht bij de vaargeul als de beide zwanensoorten, waardoor geen verhoogde waarden in de dieptेरange tussen 80 en 150 cm ontstaan.

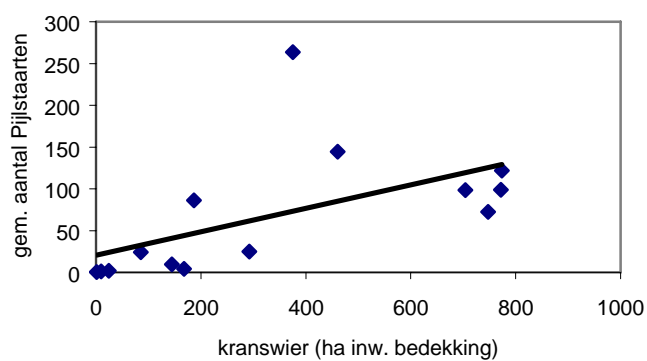


Figuur 5.16. Foerageerdichtheid van Pijlstaarten binnen het kranswieveld (klasse 4-7) over de range van waterhoogten, ten opzichte van de gemiddelde foerageerdichtheid binnen het veld. Waarden per cm en lopend gemiddelde over 25 cm, gecorrigeerd voor beschikbare areaal per cm diepteklasse.

Rekenregels

In 1999/2000 foerageerde 90% van de Pijlstaarten, binnen of buiten het kranswierveld, in een waterkolom van minder dan **57 cm**. De relatie tussen het gemiddeld aantal aanwezige vogels over juli-april en de totale hoeveelheid kranswier die zo bij het winterstreefpeil van -30cm NAP beschikbaar is, wordt beschreven door de volgende rekenregel:

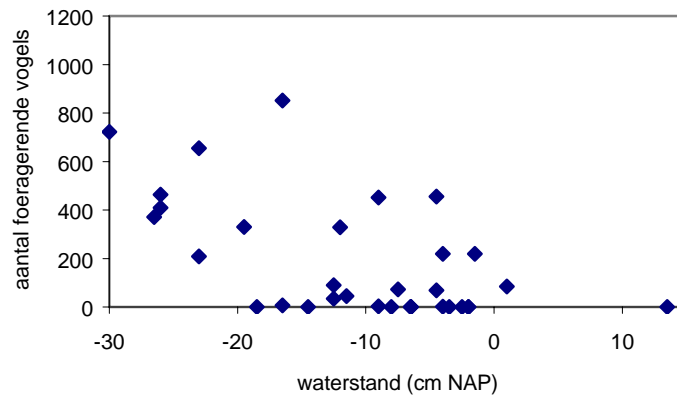
form. 11: Gem.aant.vogels = $0.140 \times \text{inw.bed.kranswier} + 20.407$
($R^2=0.312$, $P=0.038$, $N=14$)



Figuur 5.17. Verband tussen de inwendige bedekking van kranswier en het gemiddelde aantal Pijlstaarten (juli-juni) in het Veluwemeer, 1999/2000. Lijn beschreven in formule 11.

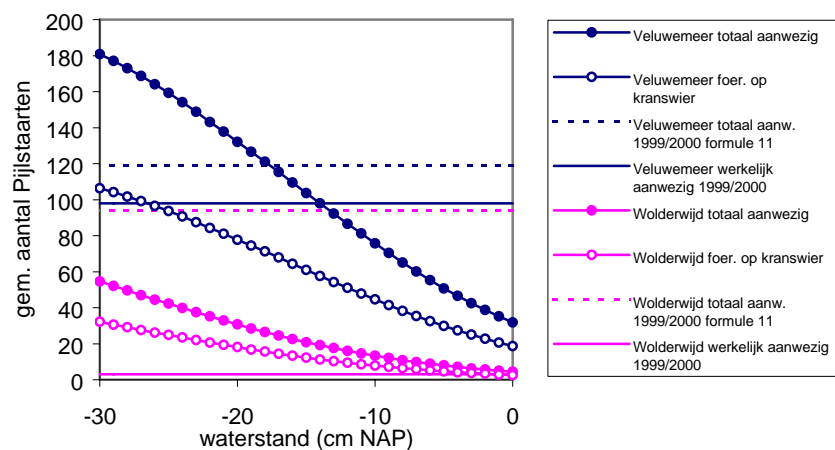
Effect van peilverandering en integraalbenadering schatting aantal vogels:

In seizoen 1999/2000 werd het aantal foeragerende Pijlstaarten in het Veluwemeer sterk beïnvloed door de waterstand (figuur 5.18).



Figuur 5.18. Aantal foeragerende Pijlstaarten in het Veluwemeer, 1999/2000, in relatie tot de waterstand.

Door de diepteverdeling uit bijlagen 2c en figuur 5.16 te verrekenen met de totale foerageerdichtheid binnen het veld ontstaat een gemiddelde dichtheid in 1999 van $(119 \text{ Pijlstaarten} \times 58.8\%) / 1579 \text{ ha kranwier klasse 4-7} = 0.044$ Pijlstaarten per ha. In het Veluwemeer ligt het optimum aantal Pijlstaarten op een waterstand die lager is dan het winterstreefpeil van -30 cm NAP: voor zover dit peil niet bereikt wordt, wordt dus bij lagere waterstanden het geschatte aantal Pijlstaarten hoger (figuur 5.19).



Figuur 5.19. Voorspeld aantal Pijlstaarten in relatie tot de waterstand volgens de dieptevoorkeur zoals vastgesteld in het Veluwemeer in 1999/2000, bij de kranwilverdeling als gemeten in 1999. Ter vergelijking aantallen voorspeld met formule 11 en werkelijke gemiddelde aantallen.

5.3b. Pijlstaart Wolderwijd

Ruimtegebruik 2000/2001

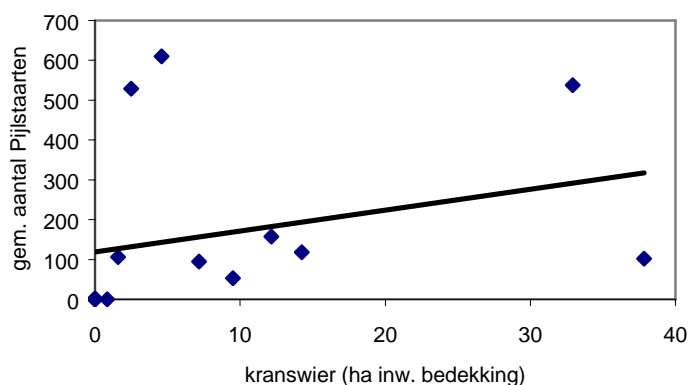
In het Wolderwijd werd in 2000/2001 door Pijlstaarten voornamelijk het meest ondiepe deel van het kranswieveld in een smalle strook langs de oever van het oude land gebruikt. Vreemd genoeg werden ook foeragerende Pijlstaarten waargenomen in het zuiden van het Wolderwijd aan de westzijde van de vaargeul, waar het water aanzienlijk dieper is (bijlage 1f).

Rekenregels

De rekenregels samengesteld met gegevens uit het Wolderwijd zijn als volgt:

form. 12: Gem.aant.vogels = 0.016 x inw.bed.kranswier + 6.129
(R²=0.085, P=0.310, N=14)

Dit verband is dus niet significant.

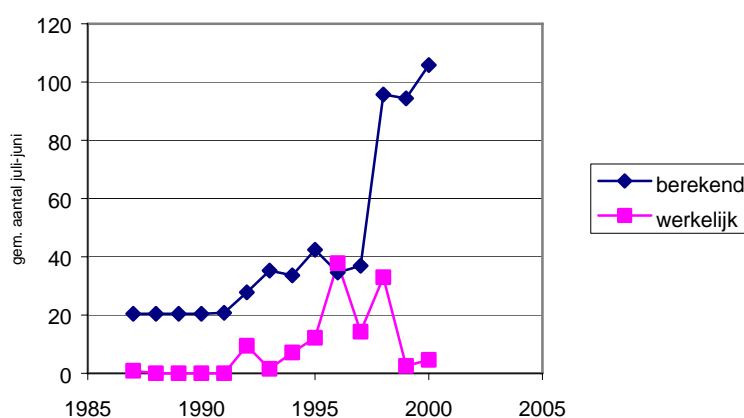


Figuur 5.20. Verband tussen de inwendige bedekking van kranswier en het gemiddelde aantal Pijlstaarten (juli-juni) in het Wolderwijd, 1987-2000. Lijn beschreven in formule 12.

Vergelijking met Veluwemeer:

Toepassing van de rekenregel uit het Veluwemeer op het Wolderwijd resulteert in een overschatting van het aantal Pijlstaarten in alle jaren behalve 1996/97 (figuur 5.21). Ook in 1997/98 en 1998/99 is het overschattingspercentage lager, maar in de laatste twee seizoenen valt het werkelijke aantal vogels weer sterk terug.

Uit vergelijking van figuur 5.19 en figuur 5.21 blijkt dat de voorspelling voor het aantal Pijlstaarten in 1999/2000 inderdaad veel lager uitvalt, als rekening wordt gehouden met de diepteverdeling van het kranswier (ook na correctie voor de vogels die buiten het veld foerageren). Voor de Pijlstaart kan de grotere gemiddelde diepte binnen de voor hem bereikbare diepterange dus een rol spelen. In 1999/2000 waren de werkelijke aantallen echter nóg veel lager, zodat nog een andere factor een rol moet spelen. Een mogelijkheid is toenemende concurrentie door Knobbelzwanen.



Figuur 5.21. Gemiddelde aantallen Pijlstaarten in het Wolderwijd als voorspeld met de rekenregel uit het Veluwemeer (formule 11), vergeleken met de werkelijke seizoengemiddelden

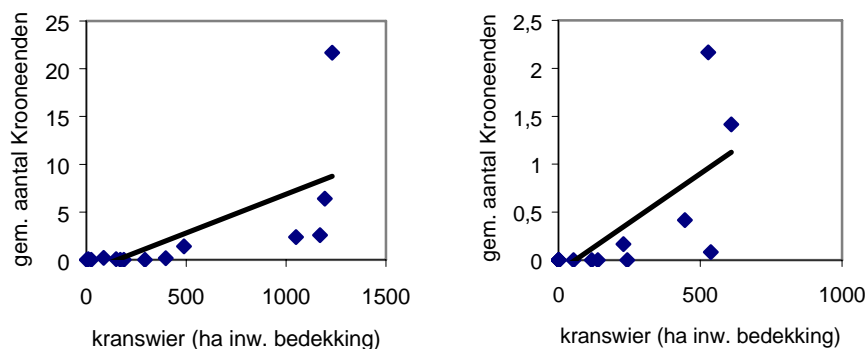
5.4a. Krooneend

De Krooneend komt in de randmeren steeds meer voor, maar de absolute aantallen bedragen nog steeds hooguit enkele tientallen. Er zijn daardoor niet voldoende verspreidingsgegevens om een dieptevoorkeur te bepalen. De Krooneend is een duikeend, en voor de vaststelling van rekenregels wordt hier aangenomen dat de voornaamste voedselbron voor deze soort, kranswier, over dezelfde diepterange bereikbaar is als bij de andere duikeenden. In navolging van de Kuifeend is een grens van 250 cm gehanteerd. De rekenregel voor het Veluwemeer is als volgt:

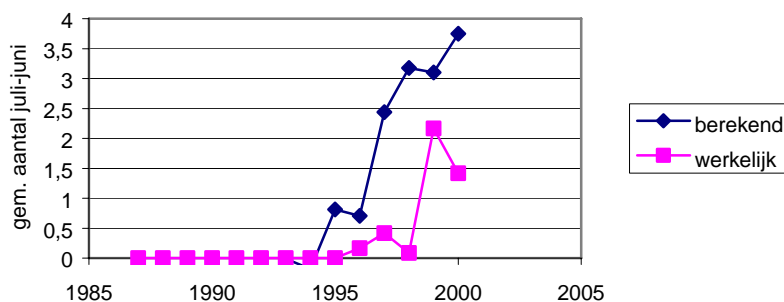
form 13: Gem. aantal vogels = 0.008 x inw. bedekking kranswier – 1.245
($R^2=0.455$, $P=8.2 \cdot 10^{-3}$, $N=14$)

De rekenregel voor het Wolderwijd luidt:

form 14: Gem. aantal vogels = 0.002 x inw. bedekking kranswier – 0.120
($R^2=0.508$, $P=4.2 \cdot 10^{-3}$, $N=14$)



Figuur 5.22. Verband tussen de inwendige bedekking van kranswier en het gemiddelde aantal Krooneenden (juli-juni) in het Veluwemeer (links) en het Wolderwijd (rechts), 1987-2000. Lijnen beschreven in formules 13 en 14.

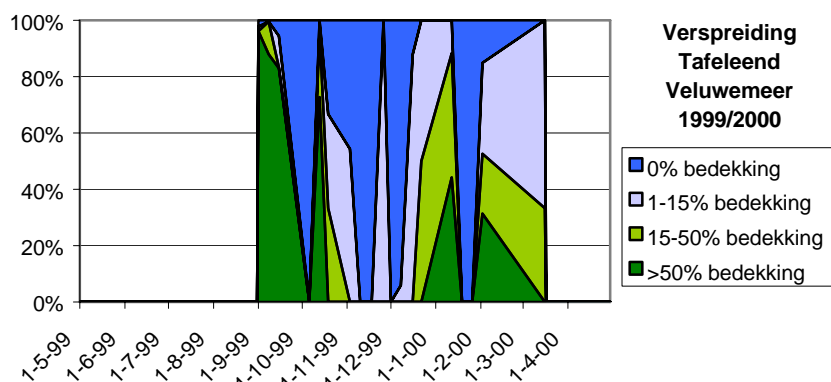


Figuur 5.23. Gemiddelde aantallen Krooneenden in het Wolderwijd als voorspeld met de rekenregel uit het Veluwemeer (formule 13), vergeleken met de werkelijke seizoensgemiddelden

5.5a. Tafeleend Veluwemeer

Ruimtegebruik seizoen 1999/2000

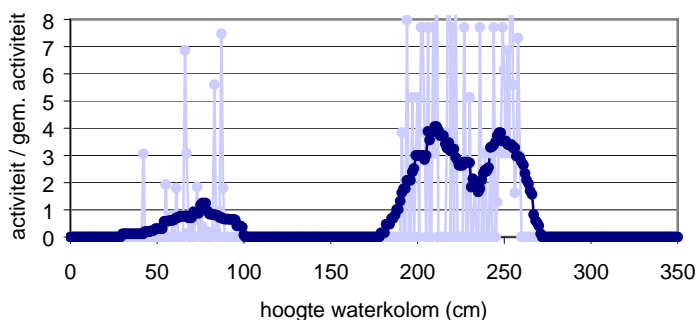
In 1999/2000 vond **72.2%** van de activiteit van foeragerende Tafeleenden binnen het kranswieveld plaats (bedekking >15%). Deze verdeling liet in de loop van het seizoen grote fluctuaties zien, met lage percentages binnen het veld in november-december (figuur 5.24). Deze verdeling is echter gebaseerd op slechts een gering deel van de aanwezige vogels (orde grootte 10%), omdat Tafeleenden veelal 's nachts foerageren. Het is niet onwaarschijnlijk dat de verdeling van foeragerende vogels over het meer 's nachts afwijkt van de verdeling overdag.



Figuur 5.24. Verdeling van foeragerende Tafeleenden over delen van het meer met verschillende dichtheidsklassen kranswier.

Bij de verspreiding van foeragerende Tafeleenden in 1999/2000 lag het accent op de diepere delen van het kranswieveld. Het beeld is echter versnipperd door het kleine aantal vogels dat overdag foerageerd en door het geclusterde voorkomen van deze soort (bijlage 1.g).

Het verloop van de relatieve dichtheid in het kranswieveld over de diepterange wordt weergegeven in figuur 5.25. De diepteverdeling van Tafeleenden vertoont twee optima, met maxima bij 67 cm en bij 210/248 cm waterdiepte. In de diepterange rond het tweede maximum komen behalve kranswieren ook driehoeksmosselen voor, waarop wellicht ten minste een deel van de activiteit gericht is. Het diepste segment van deze piek is pas laat in het seizoen ontstaan.



Figuur 5.25. Foerageerdichtheid van Tafeleenden binnen het kranswieveld (klasse 4-7) over de range van waterhoogten, ten opzichte van de gemiddelde foerageerdichtheid binnen het veld. Waarden per cm en lopend gemiddelde over 25 cm, gecorrigeerd voor beschikbare areaal per cm diepteklasse.

Rekenregels

In 1999/2000 foerageerde 90% van de Tafeleenden, binnen of buiten het kranswieveld, in een waterkolom van minder dan **254 cm**. De relatie tussen het gemiddeld aantal aanwezige vogels over juli-april en de totale hoeveelheid kranswier die zo bij het winterstreefpeil van -30cm NAP beschikbaar is, wordt beschreven door de volgende rekenregel:

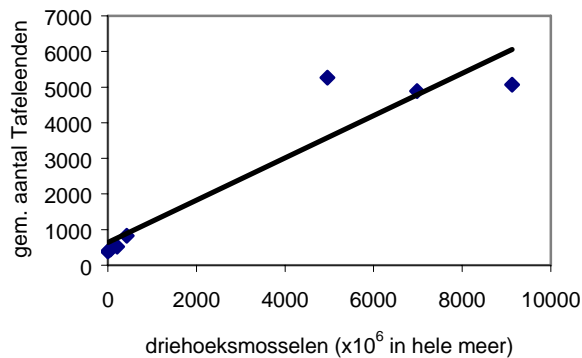
$$\text{form. 15: Gem.aant.vogels} = 3.482 \times \text{inw.bed.kranswier} + 516.632 \\ (\text{R}^2=0.726, \text{P}=1.1 \cdot 10^{-4}, \text{N}=14)$$

De vogels buiten het veld, en gedeeltelijk eveneens in de diepere delen van het veld, foerageren waarschijnlijk grotendeels op driehoeksmosselen. De relatie met mosselen is als volgt:

$$\text{form. 16: Gem.aant.vogels} = 0.593 \times \text{aantal mosselen} + 641.678 \\ (\text{R}^2=0.886, \text{P}=1.5 \cdot 10^{-3}, \text{N}=7)$$

Deze relatie is dus sterker dan die met kranswier. De combinatie van beide prooitypen vertoont een verbetering t.o.v. de mosselrelatie, en een nog iets grotere verbetering t.o.v. de kranswierrelatie over deze zeven jaren ($\text{R}^2=0.802$, $\text{P}=6.4 \cdot 10^{-3}$):

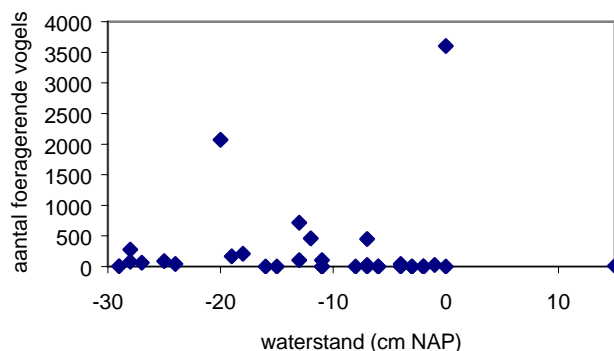
$$\text{form. 17: Aant.vogels} = 1.667 \times \text{kranswier} + 0.406 \times \text{mosselen} + 401.489 \\ (\text{R}^2=0.922, \text{P}=6.1 \cdot 10^{-3}, \text{N}=7)$$



Figuur 5.26. Verband tussen het aantal mosselen in het Veluwemeer en het gemiddelde aantal Tafeleenden (juli-juni), 1987-2000. Lijn beschreven in formule 16.

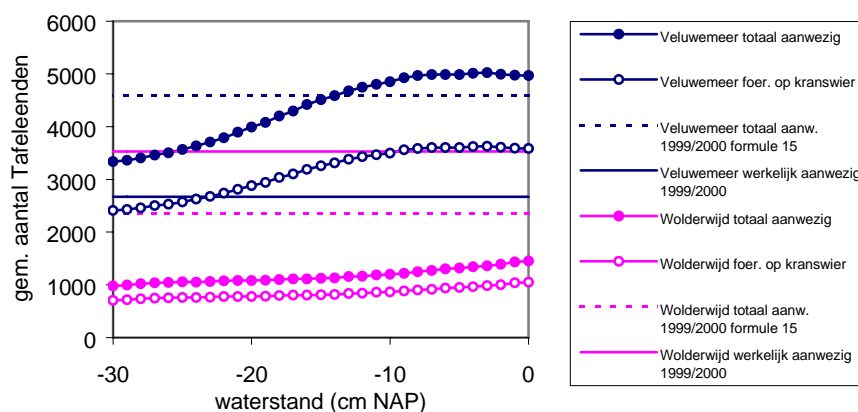
Effect van peilverandering en integraalbenadering schatting aantal vogels:

In het seizoen 1999/2000 was er nauwelijks effect van fluctuaties van de waterstand op het aantal foeragerende Tafeleenden (figuur 5.27). Ook was er geen effect op de verdeling van de foeragerende vogels over het meer (verhouding ondieper/dieper dan 150 cm NAP). Mogelijk was het aantal overdag foeragerende vogels te gering om eventuele effecten tot uiting te laten komen.



Figuur 5.27. Aantal foeragerende Tafeleenden in het Veluwemeer, 1999/2000, in relatie tot de waterstand.

Door de diepteverdeling uit bijlage 2d en figuur 5.25 te verrekenen met de volgens formule 15 berekende totale foerageerdichtheid binnen het kranswierveld (in 1999 (4593 Tafeleenden x 72,2%)/1579 ha kranswier klasse 4-7 = 2,100 Tafeleenden per ha) ontstaat een serie karakteristieke foerageerdichtheden per diepteklasse. In combinatie met de diepteverdeling van het kranswierveld ontstaat het in figuur 5.28 weergegeven verband tussen het berekende aantal foeragerende vogels en de waterstand. Het optimum in het Veluwemeer valt hoog, nl. rond -3 cm NAP. Dit komt niet alleen doordat de dieptevoorkeur van de Tafeleend wordt overheerst door de piek rond 210-250 cm. Ook als alleen met de piek rond 67 cm wordt gerekend, valt het maximum hoog (-2 cm NAP). De afname van het aantal vogels met de dalende waterstand is mogelijk aanzienlijk minder sterk als de nachtelijke activiteit zou kunnen worden meegenomen.



Figuur 5.28. Voorspeld gemiddeld aantal Tafeleenden (juli-juni) in relatie tot de waterstand volgens de dieptevoorkeur zoals vastgesteld in het Veluwemeer in 1999/2000, bij de kranswierverdeling als gemeten in 1999. Ter vergelijking aantallen voorspeld met formule 15 en werkelijke gemiddelde aantallen.

5.5b. Tafeleend Wolderwijd

Ruimtegebruik seizoen 2000/2001-11-26

De verspreiding van foeragerende Tafeleenden in 2000/2001 geeft een wat versnipperd beeld door het lage aandeel van de aanwezige vogels dat overdag foerageert en door hun veelal geclusterde voorkomen. Zowel ondiepe als wat diepere delen van het kranswierveld werden gebruikt, buiten het kranswierveld werd overdag weinig gefoerageerd (bijlage 1h).

Rekenregels

De rekenregels samengesteld met gegevens uit het Wolderwijd zijn als volgt:

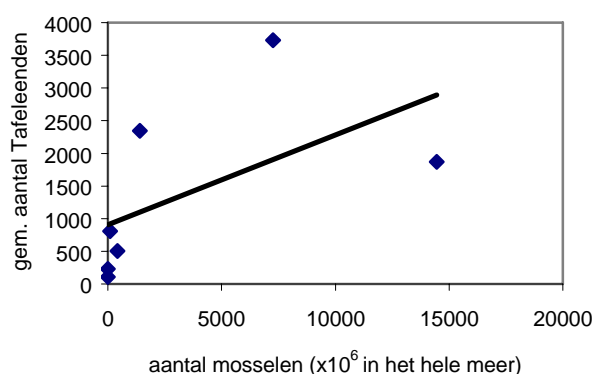
form. 18: Gem.aant.vogels = 5.248 x inw.bed.kranswier + 362.580
($R^2=0.754$, $P=5.7 \cdot 10^{-5}$, $N=14$)

Dit verband is dus ook voor het Wolderwijd significant en is ongeveer even sterk als in het Veluwemeer. De relatie met mosselen is in dit geval niet significant:

form. 19: Gem.aant.vogels = 0.137 x dichtheid mosselen + 906.134
($R^2=0.324$, $P=0.183$, $N=7$)

Ook over deze zeven jaren is de relatie met kranswier sterker ($R^2=0.657$, $P=0.027$). Toch levert de combinatie van de twee voedseltypen ten opzichte daarvan een forse verbetering op:

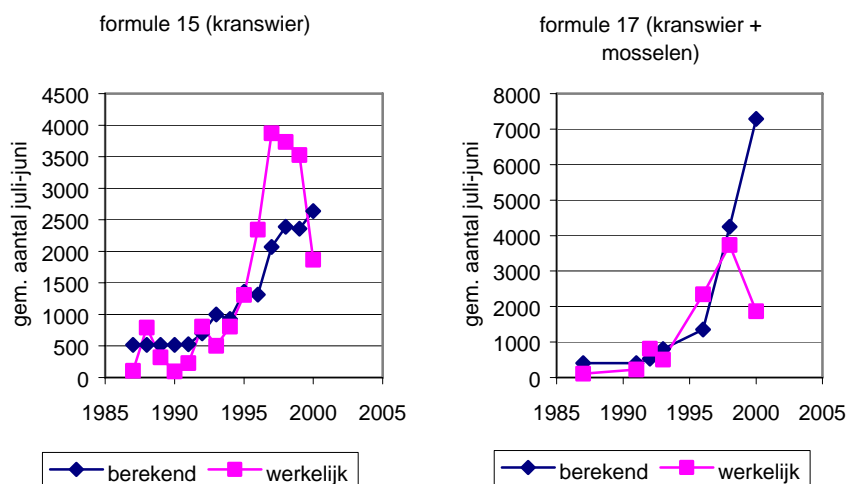
form. 20: Aantal vogels = 10.892 x kranswier – 0.324 x mosselen + 20.411
($R^2=0.904$, $P=9.3 \cdot 10^{-3}$, $N=7$)



Figuur 5.29. Verband tussen de inwendige bedekking van kranswier en het gemiddelde aantal Tafeleenden (juli-juni) in het Wolderwijd, 1987-2000. Lijn beschreven in formule 18.

Vergelijking met Veluwemeer:

Toepassing van de rekenregel voor kranswier uit het Veluwemeer (formule 15) op het Wolderwijd resulteert in een redelijke schatting van het aantal Tafeleenden tot in 1995, daarna is sprake van een sterke onderschatting (figuur 5.30). Rekenend met de aantallen binnen het veld en met het waterpeil en de kranswilverdeling over de dieptegradient komt de voorspelling voor 1999/2000 nog veel lager uit (zie figuur 5.28). De rekenregel voor kranswier en mosselen (formule 17) resulteert in betere schattingen voor 1996 en vooral 1998. De werkelijke aantallen in 2000 waren echter zeer veel lager dan op grond van de hoeveelheid voedsel verwacht kon worden. Bij Tafeleenden (en Kuifeenden) zijn de aantallen relatief moeilijk te voorspellen met behulp van een model dat gebaseerd is op dagtellingen omdat Tafeleenden veelal 's nachts foerageren en zich overdag soms elders ophouden. De voorspelling van figuur 5.28 kan bovendien slecht uitpakken doordat de gebruikte verdeling van foeragerende vogels binnen en buiten het kranswieveld is gebaseerd op slechts een klein deel van de aanwezige vogels.

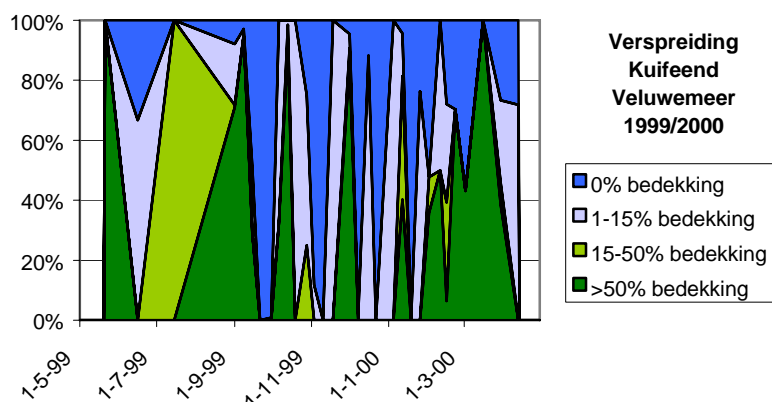


Figuur 5.30. Gemiddelde aantallen Tafeleenden in het Woldewijd als voorspeld met de rekenregels 15 en 17 uit het Veluwemeer, vergeleken met de werkelijke seizoensgemiddelden.

5.6a. Kuifeend Veluwemeer

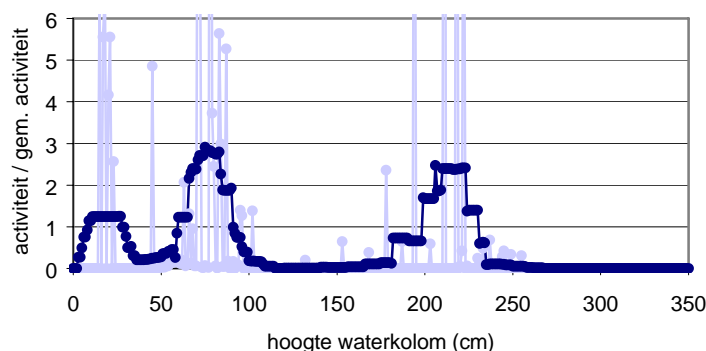
Ruimtegebruik seizoen 1999/2000

In 1999/2000 vond **36.6%** van de activiteit van foeragerende Kuifeenden binnen het kranswieveld plaats (bedekking >15%). Deze verdeling liet in de loop van het seizoen grote fluctuaties zien, vaak met lage percentages binnen het veld in november-december (figuur 5.31). Deze verdeling is echter gebaseerd op slechts een gering deel van de aanwezige vogels (orde grootte 10%), omdat Kuifeenden veelal 's nachts foerageren. Het is niet onwaarschijnlijk dat de verdeling van foeragerende vogels over het meer 's nachts afwijkt van de verdeling overdag.



Figuur 5.31. Verdeling van foeragerende Kuifeenden over delen van het meer met verschillende dichtheidsklassen kranswier.

De verspreiding van foeragerende Kuifeenden in 1999/2000 laat een versnipperd beeld zien doordat slechts een klein deel van de aanwezige vogels overdag foerageert. Er was echter aanzienlijk meer activiteit buiten het kranswieveld (mosselen) dan bij de Tafeleend (vergelijk bijlage 1i en 1g). Het verloop van de relatieve dichtheid in het kranswieveld over de diepterange wordt weergegeven in figuur 5.32. De diepteverdeling van Kuifeenden vertoont twee (drie) optima, met maxima bij 75 cm en bij 222 cm waterdiepte. In de diepterange rond het tweede maximum komen behalve kranswieren ook driehoeksmosselen voor, waarop wellicht ten minste een deel van de activiteit gericht is.



Figuur 5.32. Foerageerdichtheid van Kuifeenden binnen het kranswieveld (klasse 4-7) over de range van waterhoogten, ten opzichte van de gemiddelde foerageerdichtheid binnen het veld. Waarden per cm en lopend gemiddelde over 25 cm, gecorrigeerd voor beschikbare areaal per cm diepteklasse.

Rekenregels

In 1999/2000 foerageerde 90% van de Kuifeenden, binnen of buiten het kranswieveld, in een waterkolom van minder dan **250 cm**. De relatie tussen het gemiddeld aantal aanwezige vogels over juli-april en de totale hoeveelheid kranswier die zo bij het winterstreefpeil van -30cm NAP beschikbaar is, wordt beschreven door de volgende rekenregel:

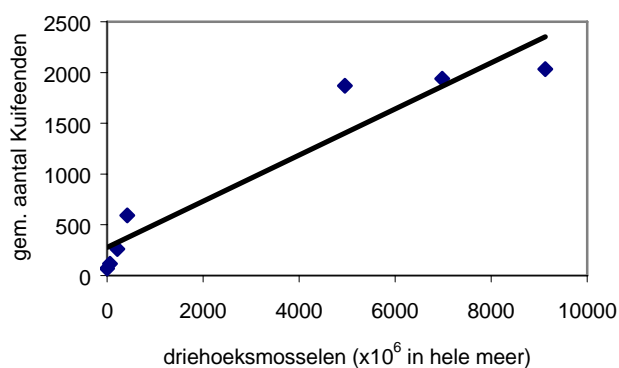
form. 21: Gem.aant.vogels = $1.699 \times \text{inw.bed.kranswier} + 100.590$
($R^2=0.852$, $P=2.5 \times 10^{-6}$, $N=14$)

De vogels buiten het veld, en gedeeltelijk eveneens in de diepere delen van het veld, foerageren waarschijnlijk grotendeels op driehoeksmosselen. De relatie met mosselen is als volgt:

form. 22: Gem.aant.vogels = $0.227 \times \text{aantal mosselen} + 276.643$
($R^2=0.911$, $P=8.3 \times 10^{-4}$, $N=7$)

Deze relatie is dus sterker dan die met kranswier. De combinatie van beide prooitypen vertoont een geringe verbetering t.o.v. de mosselrelatie, maar een aanzienlijke verbetering t.o.v. de kranswierrelatie over deze zeven jaren ($R^2=0.768$, $P=9.6 \times 10^{-3}$):

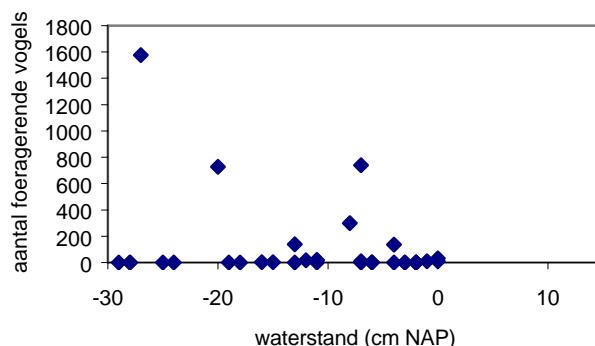
form. 23: Aant.vogels = $0.446 \times \text{kranswier} + 0.178 \times \text{mosselen} + 212.517$
($R^2=0.929$, $P=5.1 \times 10^{-3}$, $N=7$)



Figuur 5.33. Verband tussen het aantal mosselen in het Veluwemeer en het gemiddelde aantal Kuifeenden (juli-juni), 1987-2000. Lijn beschreven in formule 22.

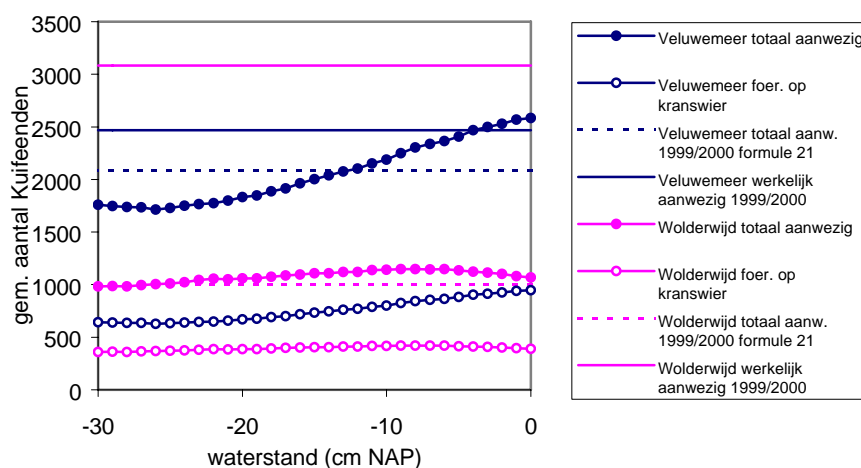
Effect van peilverandering en integraalbenadering schatting aantal vogels

In het seizoen 1999/2000 was er in het Veluwemeer een beperkte tendens van toenemende aantallen foeragerende Kuifeenden bij dalende waterstand (figuur 5.34).



Figuur 5.34. Aantal foeragerende Kuifeenden in het Veluwemeer, 1999/2000, in relatie tot de waterstand.

Door de diepteverdeling uit bijlage 2e en figuur 5.32 te verrekenen met de volgens formule 21 berekende totale foerageerdichtheid binnen het kranswierveld (in 1999 (2089 Kuifeenden x 36,6%)/1579 ha kranswier klasse 4-7 = 0,484 Tafeleenden per ha) ontstaat een serie karakteristieke foerageerdichtheden per diepteklasse. In combinatie met de diepteverdeling van het kranswierveld ontstaat het in figuur 5.35 weergegeven verband tussen het berekende aantal foeragerende vogels en de waterstand. Het optimum in het Veluwemeer valt hoog, nl. rond +4 cm NAP. Dit is ook het geval als de piek rond 222 cm uit figuur 5.32 niet wordt meegerekend. Dit model komt niet overeen met de tendens tot afname bij dalende waterstand die tot uiting komt in figuur 5.34. Wellicht komt dit doordat kranswier voor de Kuifeend als voedselbron sterk ondergeschikt is aan mosselen.



Figuur 5.35. Voorspeld gemiddeld aantal Kuifeenden (juli-juni) in relatie tot de waterstand volgens de dieptevoorkeur zoals vastgesteld in het Veluwemeer in 1999/2000, bij de kranswierverdeling als gemeten in 1999. Ter vergelijking aantallen voorspeld met formule 21 en werkelijke gemiddelde aantallen.

5.6b. Kuifeend Wolderwijd

Ruimtegebruik 2000/2001-11-26

De verspreiding van foeragerende vogels in 2000/2001 geeft een zeer versnipperd beeld. Net als in het Veluwemeer is een aanzienlijk groter deel van de activiteit buiten het kranswieveld waargenomen (bijlage 1j).

Rekenregels

De rekenregels samengesteld met gegevens uit het Wolderwijd zijn als volgt:

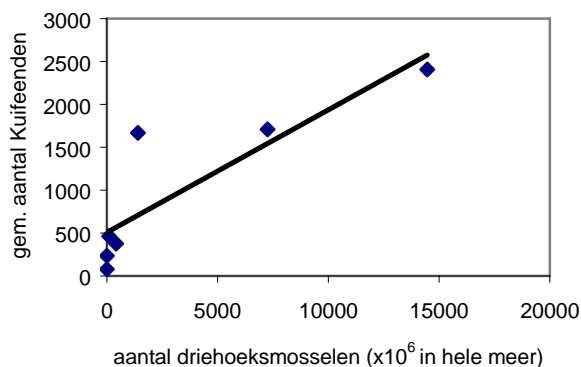
form. 24: Gem.aant.vogels = 3.947 x inw.bed.kranswier + 130.759
($R^2=0.856$, $P=2.1 \cdot 10^{-6}$, $N=14$)

Dit verband is dus ook voor het Wolderwijd significant en is ongeveer even sterk als in het Veluwemeer. De relatie met mosselen is eveneens significant, maar is in dit geval minder sterk dan die met kranswier:

form. 25: Gem.aant.vogels = 0.143 x dichtheid mosselen + 508.617
($R^2=0.747$, $P=0.012$, $N=7$)

Ook over deze zeven jaren is de relatie met kranswier sterker ($R^2=0.861$, $P=2.6 \cdot 10^{-3}$). De combinatie van de twee voedseltypen ten opzichte daarvan geen verbetering meer op:

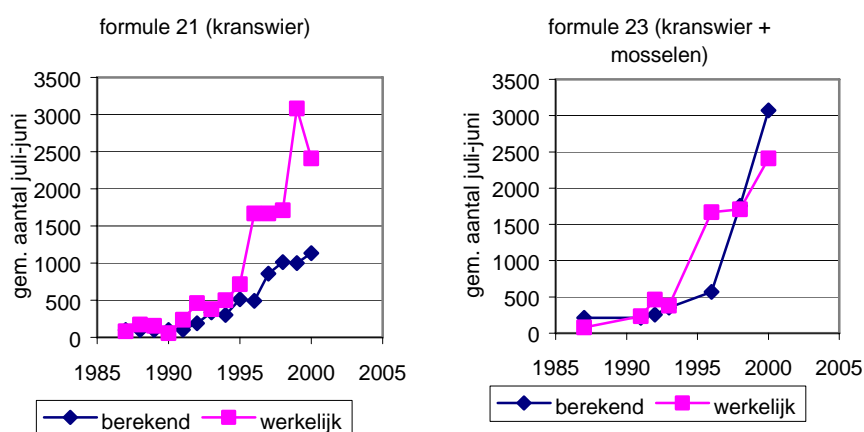
form. 26: Aantal vogels = 3.310 x kranswier + 0.003 x mosselen + 239.411
($R^2=0.862$, $P=0.019$, $N=7$)



Figuur 5.36. Verband tussen de inwendige bedekking van kranswier en het gemiddelde aantal Kuifeenden (juli-juni) in het Wolderwijd, 1987-2000. Lijn beschreven in formule 25.

Vergelijking met Veluwemeer:

Toepassing van de rekenregel voor kranwier uit het Veluwemeer (formule 21) op het Wolderwijd resulteert in een onderschatting van het aantal Kuifeenden in alle jaren (figuur 5.37). Als rekening wordt gehouden met de verspreiding van kranwier en het waterpeil ontstaat dezelfde onderschatting (figuur 5.35). De rekenregel voor kranwier en mosselen (formule 23) presteert aanzienlijk beter. De werkelijke aantallen in 2000 waren iets lager dan op grond van de hoeveelheid voedsel verwacht kon worden, maar minder extreem dan bij de Tafeleend. Waarschijnlijk hebben de slechte prestaties van de modellen te maken met het feit dat Kuifeenden veelal 's nachts foerageren en zich overdag soms elders ophouden. Met name als een deel van de overdag in het Veluwemeer getelde vogels daarop de gebruikte rekenregels zijn gebaseerd, nachts in het Wolderwijd foerageert, kan een sterke onderschatting van de aantallen in het Wolderwijd ontstaan.



Figuur 5.37. Gemiddelde aantallen Kuifeenden in het Wolderwijd als voorspeld met de rekenregels 21 en 23 uit het Veluwemeer, vergeleken met de werkelijke seizoensgemiddelden.

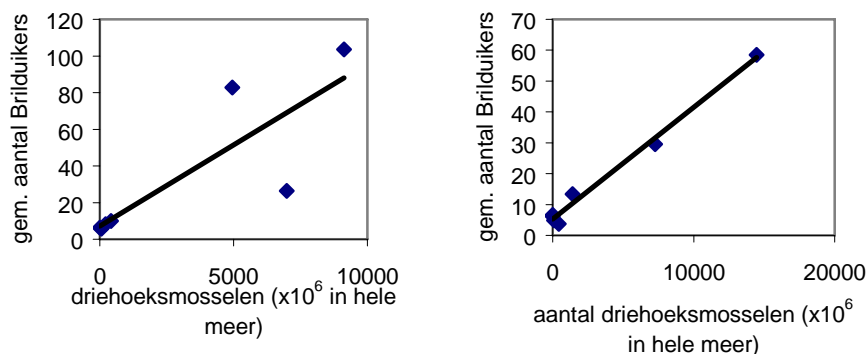
5.7. Brilduiker

De Brilduiker komt in de randmerentoegeomen tot enkele honderden vogels in de wintermaanden. Hij komt echter zeer verspreid voor en laat zich daardoor en door de toch nog beperkte aantallen niet goed karteren. Er zijn daardoor niet voldoende verspreidingsgegevens om een dieptevoorkeur te bepalen. De Brilduiker is een benthivore duikeend, en voor de vaststelling van rekenregels wordt net als bij de andere benthivoren aangenomen dat de voornaamste voedselbron voor deze soort, Driehoeksmosselen, over de gehele dieptेरange bereikbaar is. De rekenregel voor het Veluwemeer is als volgt:

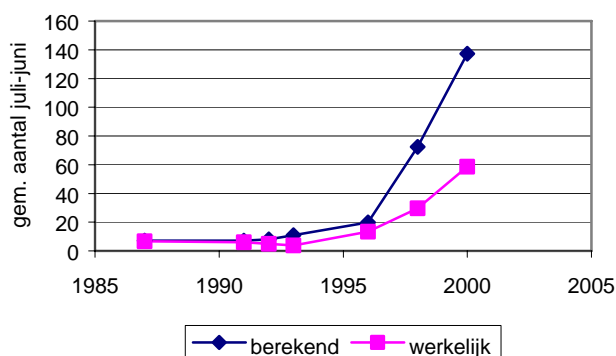
form 27: Gem. aantal vogels = 0.009 x aantal mosselen + 7.129
(R²=0.695, P=0.020, N=7)

De rekenregel voor het Wolderwijd luidt:

form 28: Gem. aantal vogels = 0.004 x inw. aantal mosselen + 5.332
(R²=0.989, P=4.2*10⁻⁶, N=7)



Figuur 5.38. Verband tussen de aantallen mosselen en het gemiddelde aantal Brilduikers (juli-juni) in het Veluwemeer (links) en het Wolderwijd (rechts), 1987-2000. Lijnen beschreven in formules 27 en 28.

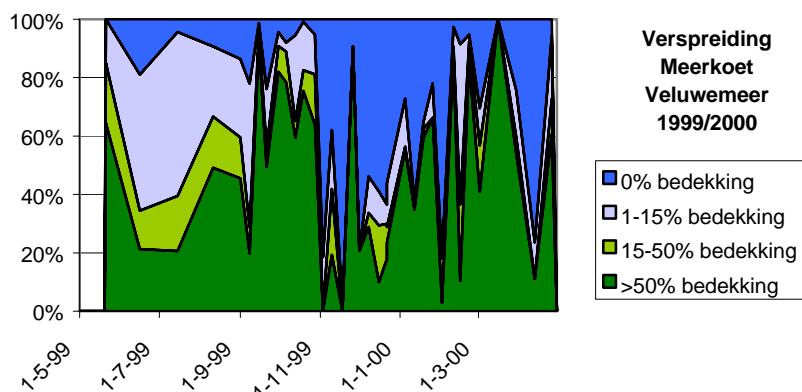


Figuur 5.39. Gemiddelde aantallen Brilduikers in het Wolderwijd als voorspeld met de rekenregel uit het Veluwemeer (formule 27), vergeleken met de werkelijke seizoensgemiddelden.

5.8a. Meerkoet Veluwemeer

Ruimtegebruik seizoen 1999/2000

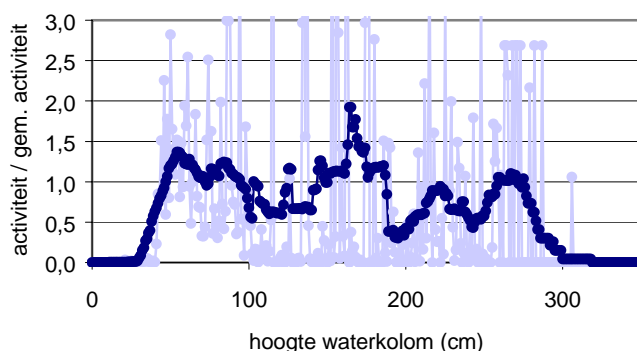
In 1999/2000 vond **64.6%** van de activiteit van foeragerende Meerkoeten binnen het kranswierveld plaats (bedekking >15%). Deze verdeling liet in de loop van het seizoen belangrijke verschuivingen zien, met lage percentages binnen het veld in november-december (figuur 5.40).



Figuur 5.40. Verdeling van foeragerende Meerkoeten over delen van het meer met verschillende dichtheidsklassen kranswier.

De verspreiding van Meerkoeten over het kranswierveld is in vergelijking met dat van de zwanen vlekkelig door het sterk geclusterde voorkomen van de Meerkoet. Ook buiten het kranswierveld is sprake van grote activiteit, met name later in het seizoen.

Het verloop van de relatieve dichtheid in het kranswierveld over de dieptearange wordt weergegeven in figuur 5.41. De optimum waterdiepte voor Meerkoeten in het Veluwemeer is moeilijk aan te geven, hoewel het verloop rond de meest ondiepe piek (ca. 55 cm) het meest consistent is. Bij grotere diepten is de spreiding rond het lopend gemiddelde groot en het gemiddelde zelf vertoont meerdere maxima. Dit is een gevolg van het sterk geclusterd voorkomen van Meerkoeten. Wel herinnert het patroon aan het tweetoppige verloop bij de Tafeleend en de Kuifeend.



Figuur 5.41. Foerageerdichtheid van Meerkoeten binnen het kranswierveld (klasse 4-7) over de range van waterhoogten, ten opzichte van de gemiddelde foerageerdichtheid binnen het veld. Waarden per cm en lopend gemiddelde over 25 cm, gecorrigeerd voor beschikbare areaal per cm diepteklasse.

Rekenregels

In 1999/2000 foerageerde 90% van de Meerkoeten, binnen of buiten het kranswierveld, in een waterkolom van minder dan **255 cm**. De relatie tussen het gemiddeld aantal aanwezige vogels over juli-april en de totale hoeveelheid kranswier die zo bij het winterstreefpeil van -30cm NAP beschikbaar is, wordt beschreven door de volgende rekenregel:

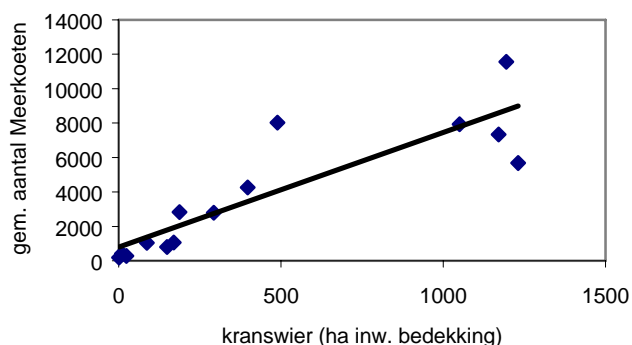
$$\text{form. 29: Gem.aant.vogels} = 6.664 \times \text{inw.bed.kranswier} + 798.500 \\ (R^2=0.768, P=3.9 \cdot 10^{-5}, N=14)$$

De vogels buiten het veld, en gedeeltelijk eveneens in de diepere delen van het veld, foerageren waarschijnlijk grotendeels op driehoeksmosselen. De relatie met mosselen is als volgt:

$$\text{form. 30: Gem.aant.vogels} = 0.815 \times \text{aantal mosselen} + 1784.497 \\ (R^2=0.540, P=0.060, N=7)$$

Deze relatie is niet significant, mede door het kleinere aantal jaren dat gebruikt kon worden. Over dezelfde jaren is de relatie met kranswier alleen wel significant ($P=0.026$), en ook de R^2 is hoger ($R^2=0.663$). Na combinatie van de twee voedselbronnen neemt de R^2 nog iets toe, maar deze relatie is weer niet significant:

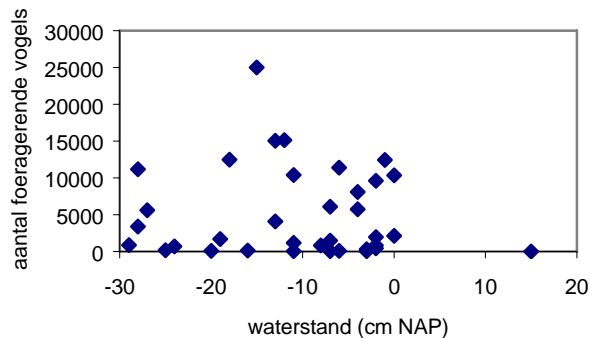
$$\text{form. 31: Aant.vogels} = 5.626 \times \text{kranswier} + 0.185 \times \text{mosselen} + 974.024 \\ (R^2=0.671, P=0.108, N=7)$$



Figuur 5.42. Verband tussen de inwendige bedekking van kranswier en het gemiddelde aantal Meerkoeten (juli-juni) in het Veluwemeer, 1987-2000. Lijn beschreven in formule 29.

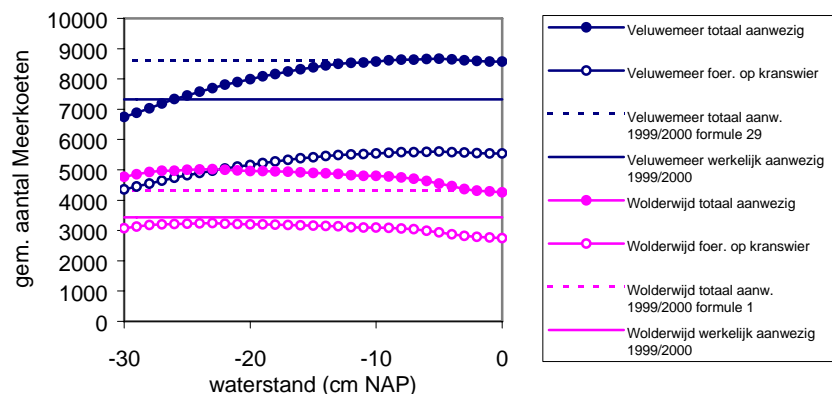
Effect van peilveranderingen en integraalbenadering schatting aantal vogels:

In seizoen 1999/2000 was er nauwelijks effect van fluctuaties van de waterstand op het aantal foeragerende Meerkoeten merkbaar (figuur 5.43).



Figuur 5.43. Aantal foeragerende Meerkoeten in het Veluwemeer, 1999/2000, in relatie tot de waterstand.

Door de diepteverdeling uit bijlage 2f en figuur 5.41 te verrekenen met de totale foerageerdichtheid binnen het veld (in 1999 (8599 Meerkoeten x 64.4%)/1579 ha kranswier klasse 4-7 = 3.518 Meerkoeten per ha) ontstaat een serie karakteristieke foerageerdichtheden per cm diepteklasse. Door die per cm te vermenigvuldigen met de totale oppervlakte kranswier op die diepte en de uitkomst daarvan over de gehele diepterange te sommeren, ontstaat ook een schatting voor het totaal gemiddeld aantal Meerkoeten. De uitkomst van die schatting hangt af van de gekozen waterstand (figuur 5.44). In het Veluwemeer ligt het optimum aantal koeten op een waterstand van -5 cm NAP: bij hogere, maar ook bij lagere waterstanden wordt het geschatte aantal koeten lager. Dat komt omdat bij lagere waterstanden de piek in de diepteverdeling van het kranswier ondieper komt te liggen dan de piek van de dieptevoorkeur van de foeragerende koeten; een steeds groter deel van het veld komt terecht op voor de Meerkoet ongemakkelijke ondiepten.



Figuur 5.44. Voorspeld aantal Meerkoeten in relatie tot de waterstand volgens de dieptevoorkeur zoals vastgesteld in het Veluwemeer in 1999/2000, bij de kranswilverdeling als gemeten in 1999. Ter vergelijking aantallen voorspeld met formule 29 en werkelijke gemiddelde aantallen.

5.8b. Meerkoet Wolderwijd

De rekenregels samengesteld met gegevens uit het Wolderwijd zijn als volgt:

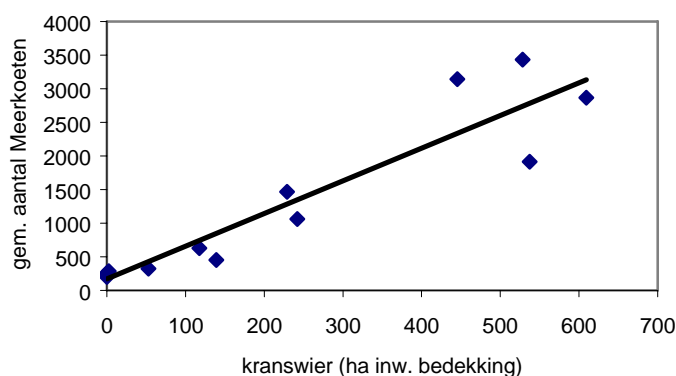
form. 32: Gem.aant.vogels = 4.857 x inw.bed.kranswier + 172.390
(R²=0.876, P=8.8*10⁻⁷, N=14)

Dit verband is dus ook voor het Wolderwijd significant en is zelfs sterker dan het verband in het Veluwemeer. Ook de relaties met mosselen is significant en sterker dan in het Veluwemeer:

form. 33: Gem.aant.vogels = 0.175 x dichtheid mosselen + 480.759
(R²=0.882, P=1.7*10⁻³, N=7)

De relatie met kranswier over deze zeven jaren is echter nog sterker (R²=0.927, P=4.9*10⁻⁴). De combinatie van de twee voedseltypen levert dan nog een geringe verbetering op, ondanks het geringere aantal jaren resulterend in een sterkere relatie dan voor kranswier alleen over alle 14 jaren:

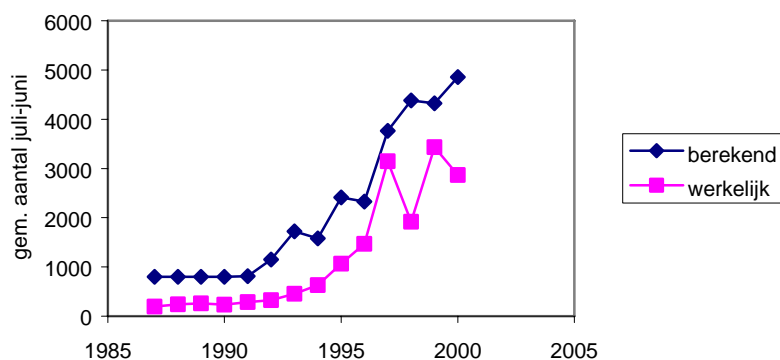
form. 34: Aantal vogels = 2.703 x kranswier + 0.061 x mosselen + 260.932
(R²=0.942, P=3.3*10⁻³, N=7)



Figuur 5.45. Verband tussen de inwendige bedekking van kranswier en het gemiddelde aantal Meerkoeten (juli-juni) in het Wolderwijd, 1987-2000. Lijn beschreven in formule 32.

Vergelijking met Veluwemeer:

Toepassing van de rekenregel uit het Veluwemeer op het Wolderwijd resulteert in een overschatting van het aantal Meerkoeten in alle jaren (figuur 5.46). Percentueel wordt deze overschatting in de loop der jaren kleiner, totdat redelijke schattingen ontstaan in 1997/98 en 1999/2000. In 2000/2001 bleven de werkelijke aantallen echter weer achter bij de schatting. Uit vergelijking van figuur 5.46 en figuur 5.44 blijkt dat de voorspelling voor het aantal Meerkoeten in 1999/2000 zeker niet lager uitvalt, als rekening wordt gehouden met de diepteverdeling van het kranswier. Er moet dus een andere factor in het spel zijn die de overschatting verklaart.



Figuur 5.46. Gemiddelde aantallen Meerkoeten in het Wolderwijd als voorspeld met de rekenregel uit het Veluwemeer (formule 29), vergeleken met de werkelijke seizoen gemiddelden.

6. Discussie

Rekenregels

Kranswieren

De met behulp van de rekenregels voorspelde aantallen vogels zijn nog steeds gebaseerd op een maximum bereikbare diepte per soort. In dit geval zijn echter alle gebruikte dieptes gebaseerd op veldwaarnemingen van foeragerende vogels in het gebied zelf, gecorrigeerd voor de waterstand op de waarnemingsdag. Verder is het door de nu gepresenteerde bewerkingen mogelijk de uitkomst te corrigeren voor de exacte diepte van de te beschouwen locatie, door de uitkomst te vermenigvuldigen met de corresponderende factor in bijlage 2. Hierdoor kunnen effecten van bijv. verdiepingen nauwkeuriger worden voorspeld volgens de onderstaande methode.

Rekenvoorbeeld Knobbelzwaan:

Huidige situatie ca 900 ha interne bedekking kranswier tussen 0 en 133 cm NAP;

d.w.z. $1.721 \times 900 - 20.418 =$ gemiddeld 1528.5 vogels

Daarvan foerageert 91.1% = **1392,4** binnen het kranswieveld. Dit getal kan worden beschouwd als de climaxsituatie waartegen alle veranderingen moeten worden afgezet.

100 ha met kranswier klasse 7 wordt verdiept van 90 naar 140 cm NAP.

Hierop foerageren gemiddeld, zonder rekening te houden met de diepte:

$(1.721 \times 100 \times 0.875 - 20.418) \times 0.911 =$ 118.6 vogels

90 cm –NAP betekent bij gemiddeld peil van –20cm NAP een waterhoogte van 70 cm.

Bij deze waterhoogte is de foerageerdichtheid 1.8 x zo hoog als gemiddeld (bijlage 2a).

bij 140 cm –NAP, dus 120 cm waterhoogte, is, gesteld dat het kranswier in dezelfde bedekking terugkomt, de foerageerdichtheid 0.9 x zo hoog als gemiddeld.

Het gemiddeld aantal vogels neemt dus af van $118.6 \times 1.8 =$ 213.5 naar $118.6 \times 0.9 =$ **106.7**.

Deze ingreep kost dus gemiddeld **7.7%** van het huidige totaal aantal vogels. In werkelijkheid is dit echter een onderschatting, zie onder "Dieptegebruik".

Mosselen

In deze studie is geen koppeling gemaakt tussen de diepteverdeling van de Driehoeksmosselen en de verspreiding van benthivore watervogels. Dit is weinig zinvol, omdat de belangrijkste mosseleeters, Kuif- en Tafeleend, vooral 's nachts op mosselen foerageren, terwijl van de Brilduiker gezien zijn geringe aantallen en verspreid voorkomen geen karteringsgegevens zijn verzameld. Afgaand op kennis over de energiehuishouding van duikeenden in het IJsselmeergebied (Demanding Divers; proefschrift J.J. de Leeuw), bevindt de volledige populatie mosselen in de Veluwerandmeren zich binnen het bereik van deze vogels. Er is daarom gekozen voor een eenvoudige benadering waarbij alleen het totaal aantal mosselen per meer is opgenomen. Bij toepassing van deze rekenregels in diepere meren moet dus een maximum bereikbare diepte worden gekozen. Deze diepte hangt af van de conditie van de mosselen (vleesgewicht t.o.v. de grootte van de schelp).

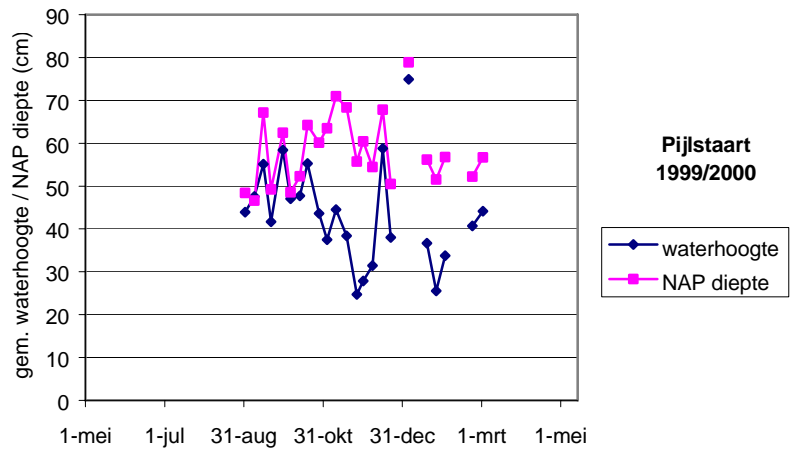
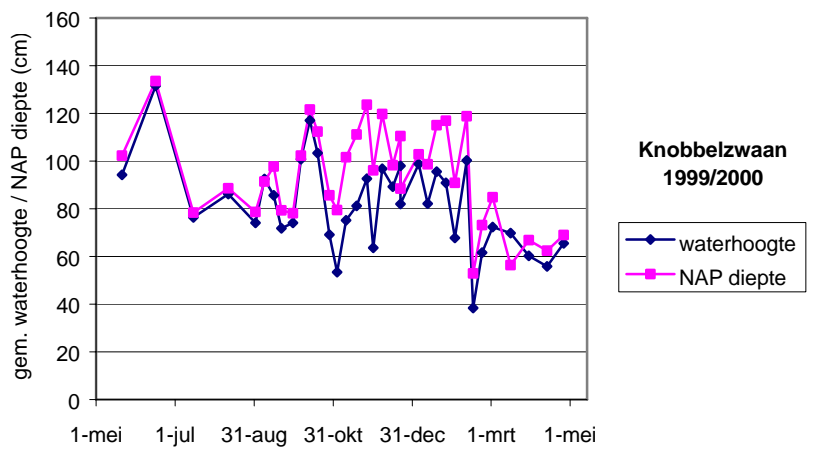
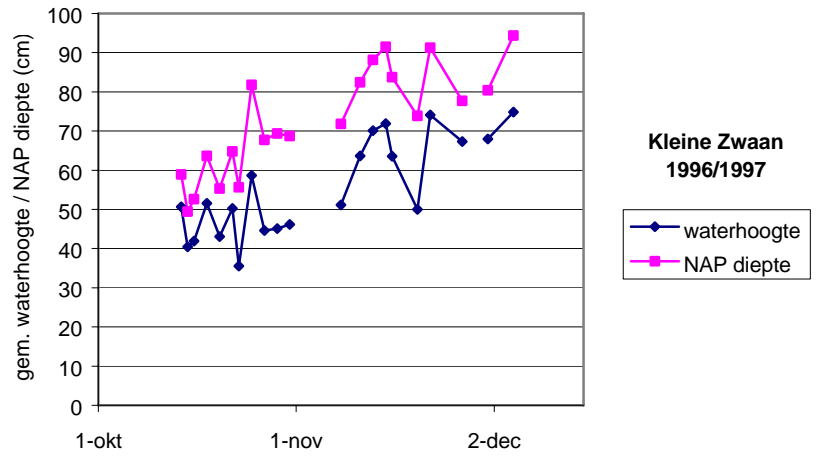
Dieptegebruik

Het verloop van de foerageeractiviteit over de diepterange is gecorrigeerd voor de mate waarin elke cm diepteklasse voorkomt, zodat het resultaat in principe ook in andere meren toepasbaar is. Hierbij bestaat echter grote spreiding bij weinig voorkomende diepten (m.n. 100-200 cm). Daarnaast kunnen door geringe overschatting van de afstand waarop foeragerende vogels zich bevinden relatief grote fouten in de corresponderende diepte ontstaan, als deze vogels in werkelijkheid vlak voor de vaargeul foerageren. Hierdoor ontstaat bij bijv. zwanen te hoge waarden bij dieptes van 100-200 cm. Bij berekening van het effect van verdieping van 90 naar 140 cm zoals in het voorbeeld hierboven resulteert dat in een te lage schatting van het effect. Om dit probleem op te lossen zou de dieptevoorkeur moeten berekend nadat de locaties rond de vaargeul uit het bestand zijn verwijderd. In bijlage 2 is dit nog niet gebeurd. Een andere mogelijkheid is te werken met een curve die het verband tot een diepte van bijv. 100 cm benadert, en deze door te trekken naar groter diepte.

Bij het vaststellen van het dieptegebruik van de herbivoren valt allereerst op dat niet zonder meer sprake is van een toenemende activiteit bij afnemende diepte. Alle soorten vertonen een optimum waarboven de graasactiviteit weer afneemt, ook als alleen binnen het kranswierveld gekeken wordt, zelfs als het alleen klasse 7 (>75% bedekking) betreft. Hiervoor is een drietal oorzaken aan te geven:

- fysieke beperkingen
- concurrentie van kleinere soorten
- ongelijke afname van de biomassa gedurende het seizoen

Fysieke beperkingen kunnen inhouden dat bijv. bij te geringe diepte niet meer zwemmend kan worden gefoerageerd zonder hinder te ondervinden van de bodem of de vegetatie zelf. Concurrentie van diverse soorten die dezelfde voedselbron benutten kan resulteren in soortspecifieke optima, in dit geval van de waterdiepte, waardoor de interspecifieke concurrentie beperkt wordt ("competitive exclusion"). Ongelijke afname van de planten biomassa over de diepterange kan een rol spelen als een deel van de biomassa door andere oorzaken dan vogelconsumptie verdwijnt, en dit op geringere diepte in sterkere mate het geval is. Consumptie op geringe diepte kan ook worden onderschat als ook hiermee begonnen wordt op de meest ondiepe plaatsen, terwijl pas later in het seizoen met waarnemingen en karteringen wordt begonnen. Dit laatste was in 1999/2000 niet het geval (hoewel de frequentie van de karteringen in de zomermaanden lager was). Bovendien zijn er geen sterke aanwijzingen voor een toenemende waterdiepte van foeragerende vogels gedurende het seizoen naarmate de ondiepere delen van het kranswierveld uitgeput raken, uitgezonderd de Kleine Zwanen in 1996 (figuur 6.1). Een dergelijk effect kan gemaskeerd (of kunstmatig bereikt) worden door gedurende het seizoen de waterstand te verlagen. Bij de Knobbelzwaan en de Pijlstaart was er echter ook zonder te corrigeren voor de waterstand nauwelijks een verloop van de gemiddelde foerageerdiepte merkbaar.



Figuur 6.1. Verloop van de gemiddelde diepte (NAP) en waterhoogte waarop werd gefoerageerd gedurende het aangegeven seizoen.

Concurrentie

Na toevoeging van de seizoenen 1999/2000 en 2000/01 zijn een aantal rekenregels zwakker geworden (Kleine Zwaan, Pijlstaart). Daaraan kunnen een aantal factoren ten grondslag liggen, waarvan er twee naar voren springen:

- kwaliteitsverlies van het voedsel
- concurrentie tussen vogelsoorten

Kwaliteitsverlies van voedsel kan vooral zijn opgetreden bij kranwier, als gevolg met sterkere aangroei met perifyton. Door deze aangroei sterven de planten mogelijk eerder af, met een verminderde beschikbaarheid voor vogels als gevolg.

Dit kan een oorzaak zijn van de afname die sommige vogelsoorten hebben laten zien. Echter, als deze factor een rol speelt, dan is hij niet van invloed op het aantal Knobbelzwanen, dat de laatste twee jaar verder is toegenomen, waarbij de waarden beide boven de regressielijn vallen. Mede door de ontwikkeling van een ruipopulatie is de toename van de Knobbelzwaan relatief sterk in het begin van het seizoen (juli-oktober), waardoor een steeds groter deel van de op zich al toenemende Knobbelzwaan consumptie plaatsvindt in de periode voordat de meeste andere soorten arriveren. Omdat het kranwier zelf niet erg meer toeneemt wordt de graasdruk door Knobbelzwanen dus geleidelijk hoger (figuur 6.2). Zeker als deze graasdruk sterker is in ondiepere gebieden kan dat een verminderde voedselbeschikbaarheid voor andere soorten betekenen als deze in oktober (Kleine Zwaan, Pijlstaart) arriveren. Een mogelijk effect van concurrentie wordt gesuggereerd door de sterke verbetering van de rekenregel voor de Kleine Zwaan na opname van het aantal Knobbelzwanen in juli-oktober (formule 7). Ook vertoont de som van de aantallen van alle herbivore soorten na correctie voor hun verschillen in lichaamsgewicht een betere correlatie met kranwier dan elk van de afzonderlijke soorten:

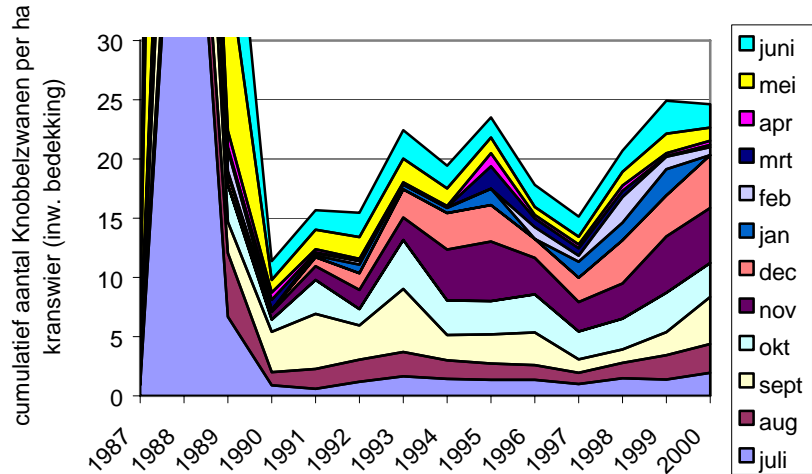
form. 35: Gem. aantal kilo's = 24.769 x inw. bed. kranwier + 602.874
(R²=0.966, P=3.5*10⁻¹⁰, N=14)

Som van gem. aantal vogels x lichaamsgewicht; Knobbelzwaan x 9.96kg, Kleine Zwaan x 5.63kg, Pijlstaart x 0.92kg, Meerkoet x 0.74kg, kranwier areaal als in de diepterange van Knobbelzwaan

In het Wolderwijd is deze relatie iets minder sterk dan die van de Meerkoet afzonderlijk als de diepterange van de Knobbelzwaan wordt gebruikt:

form. 36: Gem. aantal kilo's = 18.928 x inw. bed. kranwier - 367.052
(R²=0.850, P=2.8*10⁻⁶, N=14)

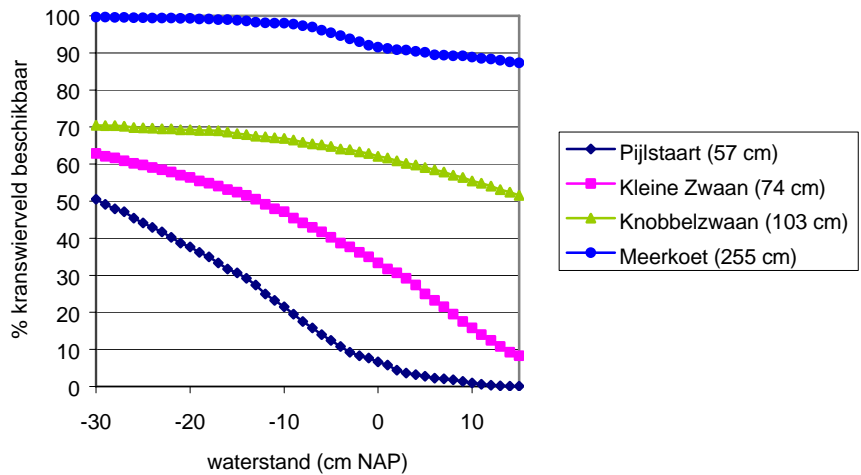
Als de diepterange van de Meerkoet wordt gebruikt wordt echter ook in dit geval de relatie verbeterd tot R²=0.902, P=2.1*10⁻⁷. Dit wijst op een systeem waarin het aantal vogels door de draagkracht van het gebied, dus het voedselaanbod, bepaald is. Toename van één van de betrokken soorten ten opzichte van dat aanbod moet dan dus automatisch afname van andere soorten tot gevolg hebben.



Figuur 6.2. Graasdruk van Knobbelzwaan op kranwier per maand, als aantal zwanen per ha kranwier.

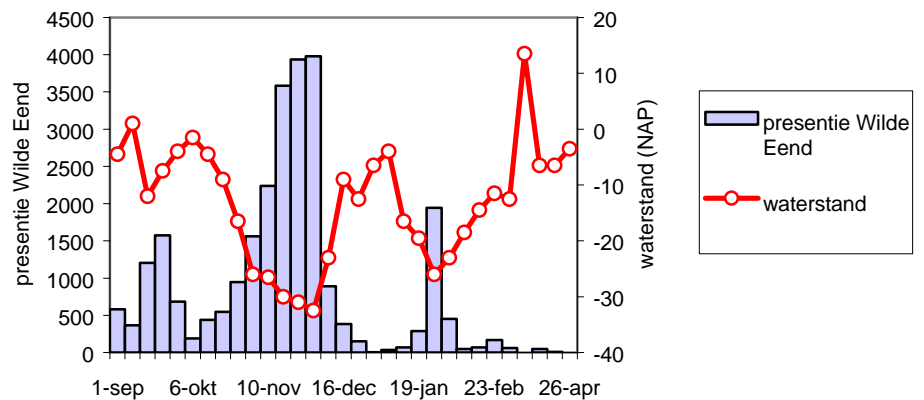
Waterpeil

Effecten van veranderingen van het waterpeil op de aantallen (foeragerende) vogels zijn bij de duikende soorten en bij de Knobbelzwaan nauwelijks merkbaar. Naarmate de beschikbare diepterange groter is, heeft peilverlaging minder effect op de totale hoeveelheid beschikbaar voedsel (kranwier). Omdat echter het meest ondiepe gedeelte van het kranwieveld een langzaam diepteverloop (flauwe helling) heeft, is dit effect voor vogels met een klein dieptebereik, zoals de grondeledenden, zeer groot (figuur 6.3).



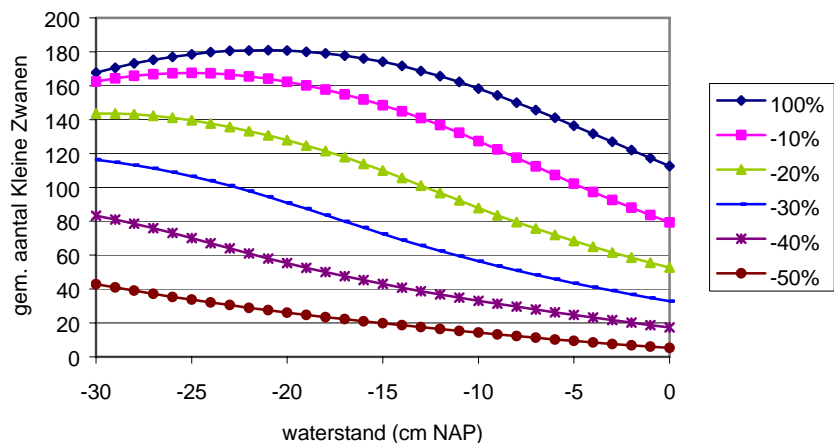
Figuur 6.3. Relatie tussen de waterstand en het percentage van het totale kranwieveld (1579 ha >15% bedekking) dat voor Pijlstaart, Kleine Zwaan, Knobbelzwaan en Meerkoet beschikbaar is bij de aangegeven maximum bereikbare diepte. Veluwemeer, volgens kranwier verspreiding in 1999.

Dit effect is niet beperkt tot de meest uitgesproken kranswiereters; ook bij andere grondeleders, zoals de Wilde Eend, is het aantal foeragerende vogels (en in iets mindere mate ook het totaal aantal aanwezige vogels) sterk afhankelijk van de waterstand (figuur 6.4).



Figuur 6.4. Aantal foeragerende Wilde Eenden in het Veluwemeer in seizoen 1999/2000, vergeleken met de waterstand.

Als de biomassa van het kranswier (of andere voedselsoorten) in de loop van het seizoen op ongelijke mate afneemt, bijv. door sterkere consumptie in ondiepere gebieden, dan verandert de gevoeligheid van de vogels voor peilveranderingen. Hoe dit in z'n werk kan gaan wordt duidelijk door bewerkingen van het peilmodel voor de Kleine Zwaan (figuur 6.5). Hierbij is het aantal Kleine Zwanen in relatie tot de waterstand opnieuw uitgerekend met de aanname dat een deel van de kranswier biomassa door andere soorten is weggegeten voor hun aankomst in oktober, en dat dit van bovenaf is gebeurd. Dan blijkt dat door concurrentie of anderszins door snellere afname van kranswier op geringere diepte, niet alleen het voorspelde totale aantal Kleine Zwanen afneemt. In de range waarin de winterpeilen zich in het algemeen bewegen (ca. -15 tot -25 cm NAP) worden ze bovendien gevoeliger voor peilfluctuaties.



Figuur 6.5. Voorspelling van het aantal Kleine Zwanen bij volledig kranswieveld (100%) als verdeeld in het Veluwemeer in 1999, en bij situaties waarbij 10, 20, 30, 40 en 50% vanaf de meest ondiepe delen is verdwenen voor aankomst van de Kleine Zwanen.

Situatie Wolderwijd

De rekenregels die met gegevens uit het Wolderwijd zijn samengesteld, zijn bij de planteneters vaak slechter dan die voor het Veluwemeer; het aantal vogels wordt in mindere mate door de beschikbare biomassa van kranswier bepaald. Na toepassing van de rekenregels voor kranswier uit het Veluwemeer ontstaat bij alle herbivoren in het algemeen een sterke overschatting van het aantal vogels in het Wolderwijd. Diverse factoren zouden hieraan ten grondslag kunnen liggen:

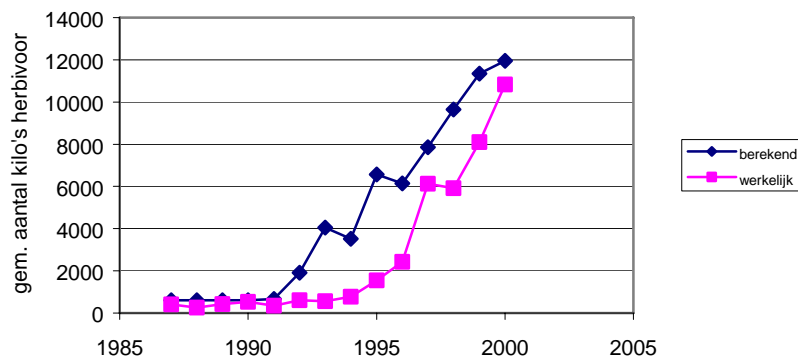
- Het kranswier groeit in het Wolderwijd, ook binnen de diepterange die bereikbaar is voor niet-duikende watervogels, gemiddeld dieper.
- Het kranswieveld heeft een andere soortensamenstelling dan in het Veluwemeer, waarbij aanvankelijk *Chara aspera* ontbrak.
- Het kranswier was in de eerste helft van de jaren negentig sterker overgroeid met perifyton dan in het Veluwemeer en het groeiseizoen was (daardoor) korter.
- In het Wolderwijd vindt mogelijk meer verstoring plaats door o.a. watersporters.

Bij alle herbivoren lijkt de mate van overschatting in de loop der jaren geringer te zijn geworden, waarbij grofweg rond 1997 de afwijking het kleinst was. Daarna is het werkelijke aantal vogels veelal teruggelopen, wederom sterk achterblijvend bij de voorspellingen op grond van de hoeveelheid kranswier. Dit laatste geldt echter niet voor de Knobbelzwaan, waarbij in het laatste seizoen het werkelijke aantal zelfs de berekende waarde overtrof.

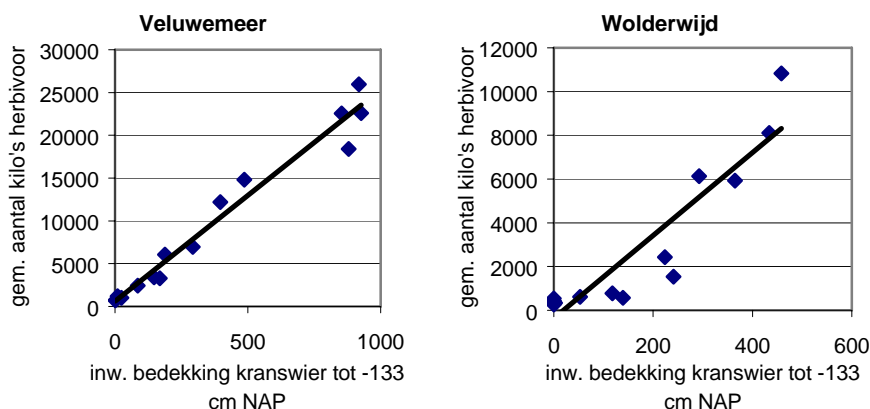
Deze ontwikkeling is niet verklaarbaar uit een verloop van de mate van verstoring door watersporters, omdat mag worden aangenomen dat deze niet is afgenomen. Ook de rol van perifyton en de lengte van het groeisucces kan het patroon niet verklaren, vooral gezien het feit dat de laatste jaren ook in het Veluwemeer sprake is van sterke aangroei. De gemiddeld grotere diepte waarop het kranswier staat speelt alleen een rol bij de Pijlstaart, en ook uit de simulaties bij deze soort blijkt dat er nog een andere factor is die een rol moet spelen.

De geleidelijke verbetering van de voorspellingen tot ca. 1998 is wel consistent met de constatering dat in de loop van de jaren 90 *Chara aspera* alsnog in het Wolderwijd is verschenen en met de indruk dat deze soort geleidelijk een groter aandeel in de vegetatie heeft gekregen.

De afname van de meeste soorten in de laatste twee seizoenen is een fenomeen dat, net als de relatief sterke toename van de Knobbelzwaan, ook in het Veluwemeer is geconstateerd. Dit zou kunnen betekenen dat het gevonden patroon bij herbivoren verklaard wordt door de combinatie van het aanvankelijk ontbreken en later opkomen van *Chara aspera* en tenslotte verschuiving in de verhouding tussen de vogelsoorten door toenemende concurrentie tussen Knobbelzwanen en de andere soorten. Het totaal aantal herbivoren, gecorrigeerd voor het lichaamsgewicht per soort (als maat voor de totale graasdruk op kranswier) blijft de met formule 35 berekende voorspelde waarden inderdaad ook gedurende de laatste twee seizoenen dichter naderen (figuur 6.6). Het inhaalproces is ook zichtbaar in de spreiding van de punten rond de regressielijn voor het Wolderwijd (formule 36, figuur 6.7).



Figuur 6.6. Gemiddeld aantal kilo's herbivoor (som van gemiddelde aantallen Kleine Zwanen, Knobbelzwanen, Pijlstaarten en Meerkoeten, vermenigvuldigd met hun lichaamsgewicht) in het Wolderwijd als voorspeld met de rekenregel uit het Veluwemeer (formule 35), vergeleken met de werkelijke seizoensgemiddelden.



Figuur 6.7. Verband tussen het gemiddeld aantal kilo's plantenetende watervogels en de inwendige bedekking van kranwier in de dieptेरange van de Knobbelzwaan (zie verder formules 35 en 36).

Mosselen

De kranwierformules voor de mosseleers, althans die voor de Kuif- en Tafeleend resulteren na toepassing in het Wolderwijd juist in een onderschatting van de aantallen vogels (figuur 5.30 en 5.37). Dit zou kunnen betekenen dat deze soorten in het Wolderwijd naar verhouding meer mosselen eten, of dat de verdeling van de vogels over de meren verandert als ze 's nachts gaan foerageren. Een deel van de vogels die overdag op het Veluwemeer rusten zou dan 's nachts in het Wolderwijd moeten foerageren. Gezien het feit dat de rekenregels voor mosselen beter presteren lijkt het verschil eerder te worden veroorzaakt door overschatting van het deel van de vogels dat op kranwier foerageert, mede door het geringe percentage vogels waarop deze verdeling geconstateerd is. Waarschijnlijk wordt dus 's nachts naar verhouding meer op mosselen gefoerageerd dan overdag. Opvallend is dat het aantal Brilduikers, die overdag (op mosselen) foerageren, in het Wolderwijd juist worden overschat.

7. Conclusies

Met behulp van het verband tussen activiteit van foeragerende watervogels en de waterdiepte kan een nauwkeuriger schatting worden gemaakt van effecten van ingrepen op (kranswieretende) watervogels. Deze verbanden moeten echter nog gecorrigeerd worden voor overschatting van de foerageerdiepte van vogels die vlak buiten de vaargeul foerageren.

Toepassing van rekenregels uit het Veluwemeer op het Wolderwijd levert voor herbivoren een overschatting van de aantallen op. Hierbij speelt de grotere diepte waarop het kranswier groeit een minder grote rol dan soortensamenstelling van de kranswervegetatie.

In beide meren zijn de rekenregels van de meeste herbivoren de laatste twee jaar minder sterk geworden. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk verschuiving van de verhouding tussen de vogelsoorten ten gunste van de Knobbelzwaan, die vooral in de zomermaanden sterk in aantal is toegenomen.

8. Verantwoording

Een groot aantal mensen is betrokken geweest bij het verzamelen en verwerken van de hier gebruikte gegevens. De uitvoering van het project werd mogelijk gemaakt door Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied. De maandelijkse vogeltellingen werden verricht door Jaap Tempel en Wouter Bouw van Provincie Flevoland. De vogelkarteringen werden verricht door Bureau Waardenburg (Ingrid Tulp, Martin Poot, Jan van der Winden e.a.) en werden daar ook verwerkt tot gridbestanden (Peter van Horssen). De waterplantenkarteringen en de lodingsbestanden zijn afkomstig van RWS Directie IJsselmeergebied (Bauke de Witte e.a.). Bij het RIZA werd ondersteuning verleend door Diederik van der Molen, Rob Portielje, Marcel van den Berg en Jan van de Hout. De begeleiding vanuit RWS Dir. IJsselmeergebied werd met name verzorgd door Sophie Lauwaars en Gert Butijn.

Bijlage 1

Verspreidingskaartjes van foeragerende Knobbelzwanen, Kleine Zwanen, Pijlstaarten, Tafeleenden, Kuifeenden en Meerkoeten in het Veluwemeer in 1999/2000 (Kleine Zwaan 1996/97) en in het Wolderwijd in 2000/2001.

Bijlage 2

Vermenigvuldigingsfactor die per cm waterhoogte de foerageer activiteit aangeeft ten opzichte van de gemiddelde dichtheid van foeragerende vogels binnen het kranswieveld (>15% bedekking).