

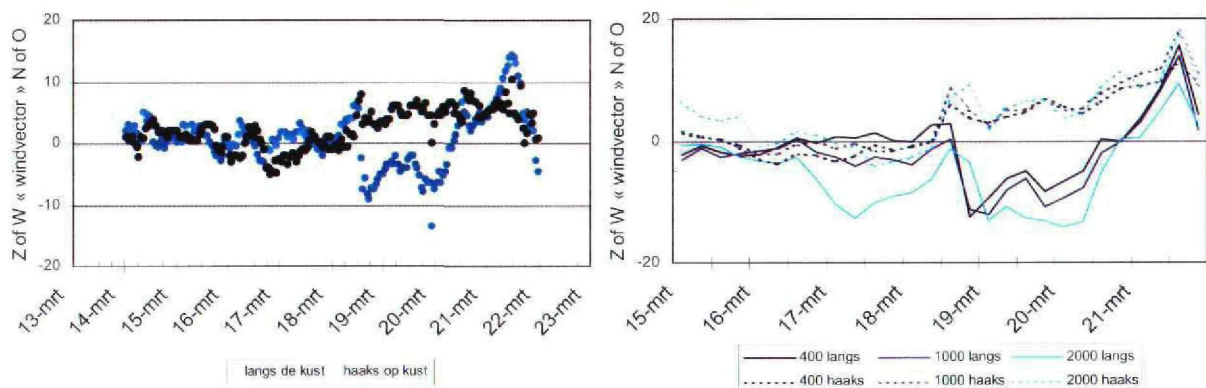
### 8.1.3 Maart

#### Meetperiode

De metingen zijn gestart aan het eind van de middag van de 15<sup>e</sup>, op de punt van de pier. Op de 17<sup>e</sup> zijn we, vanwege de verwachte toenemende windkracht, verplaatst naar het strand. Op 21 maart in de tweede helft van de ochtend zijn de metingen vanaf de strandlocatie beëindigt.

#### Meteo

Voorafgaand aan de meetweek, tot aan de 17<sup>e</sup>, trok een krachtig hogedrukgebied van Nova Zembla naar West-Rusland en kreeg via een rug boven onze omgeving verbinding met het Azorenhogedrukgebied. Hierdoor volgden een aantal zeer fraaie en droge dagen met veel zon en weinig wind. De temperaturen liepen op tot 12° C. De nachten waren fris, met plaatselijk lichte vorst. Met weinig wind en sterke uitstraling vormde zich plaatselijk dichte tot zeer dichte mist. Van 16 op 17 maart bracht een zwak warmtefront toenemende bewolking, later gevolgd door lichte regen. Op 18 maart, 0 uur UTC, bevond zich een actieve depressie nabij de oostkust van IJsland. Het bijbehorende koufront strekte zich uit via Schotland naar zuidwest Ierland. Door luchtdrukdalingen boven onze omgeving kon het front zich snel naar het zuidoosten verplaatsen. Het front passeerde ons land reeds in de zelfde middag met veel bewolking, waaruit gemiddeld 5 mm neerslag viel. Tot aan de 23<sup>e</sup> verplaatste een hogedrukgebied zich van het zeegebied even ten westen van Ierland naar de Azoren. Langs de flank van dit hogedrukgebied trokken opeenvolgende storingen met een noordwest- tot weststroming, via de Noordzee naar onze omgeving. In deze stroming werd veel bewolking meegevoerd, waardoor het weer een somber karakter had. Perioden met regen en motregen werden afgewisseld door buien en opklaringen. De maximumtemperaturen liepen terug van ca. 11° C tot 7 à 8° C op de 22<sup>e</sup> (maandoverzicht maart 1999, KNMI 1999).



**Figuur 28** Windvectors (m/s) ten opzichte van trek langs respectievelijk haaks op de kust, maart 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, March 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

De windvector was aan het begin van de week neutraal tot negatief (vooral in de hogere luchtlagen) voor aankomst over zee vanuit Engeland, respectievelijk voor trek langs de kust naar het NNO. In de tweede helft van de week was de windvector positief voor aankomst over zee. Vooral bewolking en regen zullen de trek geremd hebben. Voor trek parallel aan de kust, in NNO-elijke richting, heerste sterke tegenwind, alleen op de 23<sup>e</sup> waren de windomstandigheden daarvoor positief (Figuur 28).

#### Waargenomen vogelsoorten en aantallen

Overdag is een groot scala aan vogelsoorten met de radar gevolgd. Onder de grote vogels bevonden zich vooral Aalscholvers (13 exemplaren, 10 groepen) en ganzen (1654 exemplaren, 16 groepen), waarvan 312 Rotganzen. Alle te verwachten soorten meeuwen zijn waargenomen, maar de meeste vliegpaden betroffen Kokmeeuwen (547 exemplaren, 51 groepen) en Zilvermeeuwen (255 exemplaren, 87 groepen). Onder de grote watervogels bevonden zich een klein aantal (zee-)eenden, maar vooral steltlopers, o.a. Kieviten (92 exemplaren, 3 groepen), Scholeksters (23 exemplaren, 4 groepen) en Steenlopers (20 exemplaren, 2 groepen). Van de zangvogels werden vooral Spreeuwen (1765 exemplaren, 43 groepen) waargenomen.

*Intermezzo: Hans' waarnemingen op 17 en 18 maart.* In de ochtendschemering zien we telkens fronten Spreeuwen, tot 2 kilometer breed, over de duinen naar het NNO vliegen. Boven zee is een zeer spectaculaire binnenkomst van Spreeuwen en enkele Merels waar te nemen. In OZO/ZO richting komt de ene na de andere groep Spreeuwen (25 tot 100 exemplaren per groep) laag over het water naar de kust. Wanneer rond 7:00 UTC groepen Spreeuwen worden gevolgd met de radar, passeren ondertussen nog 2 à 3 andere groepen Spreeuwen het beeld. Een enkele keer worden groepjes van 2 tot 5 Merels waargenomen. Omdat vervolgens de stroomvoorziening het begeeft, zijn van de rest van de dag geen radarwaarnemingen bekend... Rond 15:00 UTC weer rondgekeken. Nu nog komen groepen Spreeuwen (5 tot 25 exemplaren per groep), Kramsvogels (1 tot 5 exemplaren per groep) en enkele losse Merels uit zee in een OZO tot ZO richting. Een gedenkwaardige dag, die door technische problemen helaas niet in ons materiaal is opgenomen. Ook de volgende morgen komen weer groepen Spreeuwen, Koperwieken, Merels en Kramsvogels uit zee. Dit houdt in ieder geval tot 10:00 UTC aan. Over de duinen vliegen brede fronten Spreeuwen (tot 5 km breed) naar het NNO.

### Soortenverdeling naar hoogteklasse

Overdag vloog 65% van de gevolgde vogels onder de 100 meter, 's nachts slechts 39%. Overdag werden onder de 100 meter vooral meeuwen gedetermineerd, boven de 100 meter ook een aantal groepen Spreeuwen. Deze trokken, vooral boven de duinen, in brede fronten naar het NNO. Van de nachten zijn helaas geen soortgroepen bekend.

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	732	65%	35%		
	Grote vogel	33	73%	27%	12%	7%
	Meeuw & Stern	217	65%	35%	72%	61%
	Grote watervogel	25	64%	36%	8%	7%
	Grote zangvogel	46	35%	65%	8%	25%
Nacht	Totaal	961	39%	61%		

**Tabel 18** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, maart 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, March 1999.* Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).

### Vliegrichtingen

Zowel overdag als 's nachts overheerste de breedfronttrek van Engeland naar Nederland. Er werd veel aankomst van Spreeuwen, Merels en Kramsvogels uit zee waargenomen. De grote vogels (ganzen, Rotganzen en Aalscholvers) en grote watervogels (o.a. Kievit) vlogen wel langs de kustlijn in een noordelijke richting, maar hun aandeel was veel minder groot dan dat van de breedfronttrek uit zee.

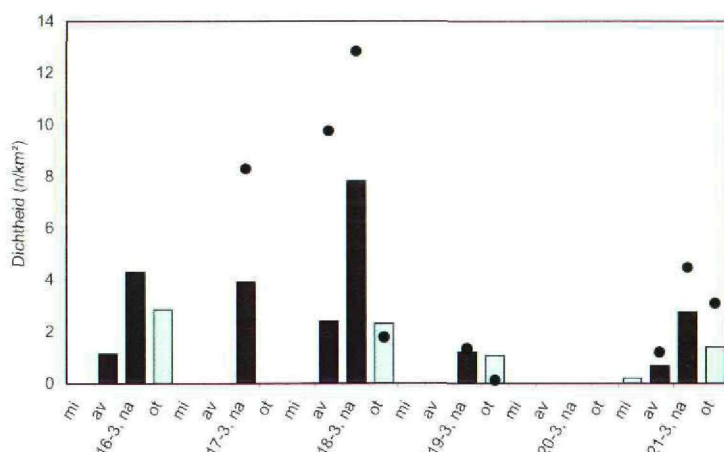
Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	36	22	9	2	3	27°
	Meeuw & Stern	219	101	65	36	17	59°
	Grote Watervogel	26	14	7	3	2	35°
	Grote zangvogel	49	14	31	1	3	69°
	Totaal	757	277	277	130	73	69°
Nacht	Totaal	1058	385	483	135	55	72°

**Tabel 19** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, maart 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, March 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

### Elevatiescans

In de nachten van 15/16, 16/17, 17/18 en 20/21 maart zijn hoge echo-dichtheden geregistreerd. In de opvolgende ochtenden was in alle gevallen nog steeds goede trek aanwezig. Helaas is wegens technische omstandigheden geen overzicht aanwezig van de ochtend van de 17<sup>e</sup> (vermoedelijk de beste ochtend uit de gehele week, zie eerder *intermezzo*).

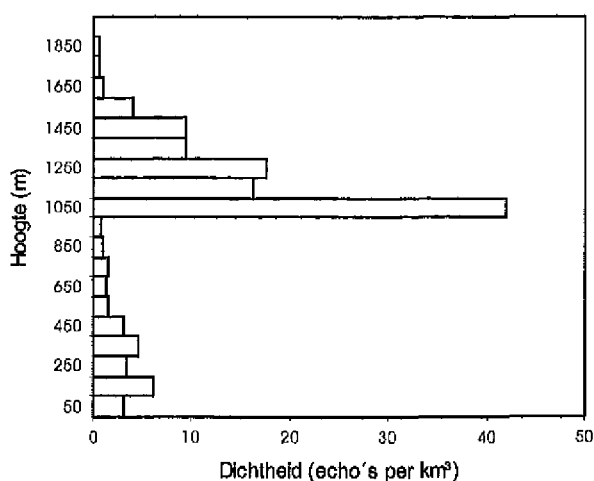




**Figuur 29** 2D-Dichtheid (echo's/km<sup>3</sup>) boven 100 meter in maart 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km<sup>3</sup>) above 100m altitude in March 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and grouped by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also presented and marked with a •. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

Overdag waren er in de ochtend van de 16<sup>e</sup> en 17<sup>e</sup> relatief veel grote zangvogels, terwijl die op de ochtend van de 21<sup>e</sup> geheel ontbraken. Sterke trek van Kokmeeuwen, tot enkele 100<sup>en</sup> meters hoog, in groepen van 10 tot 30 exemplaren domineerde het beeld. Uit de nachten is geen soortinformatie aanwezig.

In de nacht van 15 op 16 maart was de trek geconcentreerd in de onderste luchtlaag, met maximale geanalyseerde dichtheden van 13,3 echo's per km<sup>3</sup> op 100-200 meter. In de ruw geanalyseerde onderste 100 meter liep de dichtheid zelfs op tot 48 echo's per km<sup>3</sup>. Op alle hoogtes stond een lichte tegenwind (< 4 m/s). In de aansluitende ochtend werden de hoogste dichtheden van de hele week gemeten, 8,5 echo per km<sup>3</sup> op 100-200 meter. Ook nu waren onder de 100 meter de dichtheden nog veel groter, tot ca. 40 echo's per km<sup>3</sup>. In de nacht van de 17<sup>e</sup> bevonden de maximale dichtheden (7.1 echo per km<sup>3</sup>) zich op 1500-1600meter. Blijkbaar selecteerden vogels deze nacht de beste hoogtes om de Noordzee over te steken. Alleen tussen 1500 en 2000 meter hoogte was er een neutrale tot meewindvector, daaronder en daarboven was de windvector tegengesteld aan de vliegrichting. De volgende morgen kwamen tussen de golven veel vogels over zee uit Engeland (groepen Spreeuwen, Koperwieken en kleinere groepen Kramsvogels en Merels), maar dit is niet gekwantificeerd. Nadat de technische problemen waren verholpen ging de vogelgolf nog steeds door. In de avond van de 17<sup>e</sup> vond de trek plaats op twee hoogtes, respectievelijk op 100-700 meter hoogte met maximale dichtheden van 3,3 echo's per km<sup>3</sup> tussen 300 en 400 meter en een hoogteband tussen de 900 en 1700 meter hoogte, met piekdichtheden van 2,8 echo's per km<sup>3</sup> op 1200-1300 meter hoogte. In het onderste cohort overheerste de vliegrichting langs de kust (gemiddelde richting 35°), terwijl in de tweede hoogteband de aankomst over zee overheerste (gemiddelde richting 70°). In de aansluitende nacht, 18 maart, werden de hoogste piekdichtheden van de week gemeten, 42,0 echo's per km<sup>3</sup> tussen 1000 en 1100 meter hoogte (zie Figuur 30). Ook toen vlogen er wel degelijk veel vogels op 100-700 meter hoogte, maar de aantallen (3,2 echo's per km<sup>3</sup> op 200-300 meter hoogte) vallen weg tegen de enorme stroom vogels op grote hoogte. De vliegrichtingen in de onderste hoogteband varieerden van parallel aan de kust tot landinwaarts (gemiddelde 70°), terwijl de vliegrichting in de bovenste hoogteband nog steeds op overwegend aankomst uit zee wees (gemiddelde 80°).



**Figuur 30** Hoogteverdeling van de aankomst over zee in de nacht van 18 maart 1999, elevatiescan 194°. *Altitude distribution during night arrival over the North Sea, 18 March 1999, elevation scan 194°.*

De volgende morgen kwamen de grootste dichtheden (7,3 echo's per km<sup>3</sup>) voor in de luchtlag tussen 100-200 meter. Tot een hoogte van 2500 meter werden vogels waargenomen, maar overal bedroeg de dichtheid ongeveer 1 echo per km<sup>3</sup>. Deze grote golf eindigde de volgende nacht, waarbij in de nacht van de 19<sup>e</sup> de hoogste dichtheden (9,0 echo's per km<sup>3</sup>) tussen de 100 en 200 meter zijn geregistreerd. Opvallend was dat de gemiddelde vliegrichting 121° was. Dit werd veroorzaakt door de sterke NW wind. Ook de volgende morgen, toen vogels met piekdichtheden van 7,4 echo's per km<sup>3</sup> tussen de 100 en 200 meter hoogte passeerden, was de vliegrichting nog overwegend OZO, namelijk 105°.

Een korte rustperiode volgde, waarna in de nacht van de 21<sup>e</sup> de volgende golf zich aandiende. Deze vond plaats in de onderste 500 meter, waar de windvector voor trek langs de kust in NNO richting het grootst was. De piekdichtheid (7,1 echo per km<sup>3</sup>) bevond zich tussen de 100-300 meter. De gemiddelde vliegrichting was in deze helft van de nacht 79°, terwijl in de ochtend daarop de trek langs de kust duidelijk overheerste, (gemiddelde richting 38°). De meeste vogels vlogen tussen de 100-500 meter hoogte, de piekdichtheden van 7,9 echo's per km<sup>3</sup> bevonden zich tussen de 100 en 200 meter. In het veld werd in deze hoogtelag opvallende doortrek van Kokmeeuwen waargenomen.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid			Vliegrichting
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	
15-3-99	Avond	284°	1,1	3,4	150	80
17-3-99	Nacht	284°	3,9	7,1	1550	60
	Avond	284°	2,4	3,3	350	48
18-3-99	Nacht	284°	7,8	35,6	1050	80
	Ochtend	284°	2,2	7,3	150	83
19-3-99	Nacht	284°	1,2	9,0	150	121
20-3-99	Middag	284°	0,2	1,2	150	50
	Avond	284°	0,7	2,7	150	68
21-3-99	Nacht	284°	2,7	7,1	150 / 250	79
	Ochtend	284°	1,4	7,9	150	38
17-3-99	Nacht	194°	8,3	14,7	1550	60
	Avond	194°	9,7	17,6	1050	48
18-3-99	Nacht	194°	12,8	42,0	1050	80
19-3-99	Nacht	194°	1,3	7,1	150	121
20-3-99	Avond	194°	1,2	2,2	350	68
21-3-99	Nacht	194°	4,5	9,7	250	79

**Tabel 20** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in maart 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en waar beschikbaar zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de totale dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven.



Densities and flight altitudes above 100m altitude in March 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>2</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.

De meetweek in maart kenmerkte zich door sterke aankomst over zee. Vooral overdag, maar ook gedurende de tweede golf, is op enkele dagdelen een dichtheidsgradiënt waargenomen. Hoewel in Tabel 21 de dagen met trek uit zee wel zijn opgenomen (gearceerd), is, door het kleine verschil tussen de vliegrichting en de kijkrichting van de elevatiescan, de getoonde dichtheidsgradiënt niet altijd goed weer te geven. Gedurende de eerste grote golf nam de dichtheid relatief langzaam af. Op de 18<sup>e</sup> waren wel grote verschillen zichtbaar. De NNO gerichte trek in de onderste 700 meter vond blijkbaar alleen dicht onder de kust plaats. In de rest van de dagdelen was de dichtheidsgradiënt minder sterk. Tot grote afstand bleven de dichtheden constant. Dat was, gezien de vele trek uit zee ook niet verbazingwekkend.

Over de gehele week genomen zijn de hoogste dichtheden in de eerste of in de tweede afstandsklasse waargenomen. Met uitzondering van de middagen was de dichtheid op 5½ - 7 km uit de kust afgenomen tot 50-60% van de maximale gemeten dichtheid. Op meer dan 7 km zijn alleen in de nachten en ochtenden nog vogels opgemerkt, variërend van 13-20% ten opzichte van het maximum.

Datum	Tijd	Afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
15-3-99	Avond		1,87	1,35	0,16
17-3-99	Nacht		10,82	9,06	8,31
	Avond	15,08	11,21	5,12	
18-3-99	Nacht	43,75	33,53	18,99	
	Ochtend	5,88	6,29	4,99	
19-3-99	Nacht	8,77	5,15	2,84	
20-3-99	Middag	0,24	0,26	0,05	
	Avond	2,22	2,59	2,00	
21-3-99	Nacht	16,80	12,87	8,39	
	Ochtend	2,99	2,59	2,66	
15/21-3	Nacht	97%	100%	61%	13%
	Ochtend	94%	100%	54%	20%
	Middag	91%	100%	18%	0%
	Avond	100%	91%	49%	1%

**Tabel 21** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in maart 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, hetgeen een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. 2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in March 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.

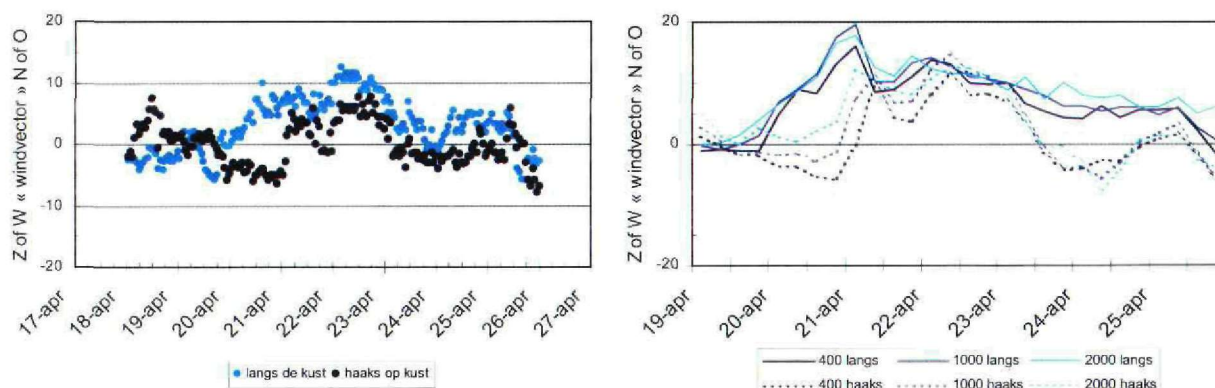
## 8.1.4 April

### Meetperiode

Tegen de avond van 19 april zijn de metingen gestart vanaf de strandlocatie. Op de 22<sup>e</sup> vanaf 16:00 UTC zijn we verder gegaan op de punt van de pier. Op de 24<sup>e</sup> zijn we na 10:00 UTC gestopt wegens technische problemen.

### Meteo

De eerste tien dagen van april waren, voor die periode, de warmste van deze eeuw. Tussen 14 en 20 april echter kwam het dagelijks ergens in ons land tot vorst. Halverwege de maand vielen er talrijke sneeuwbuien, waarna besloten werd de meetsessie een week op te schuiven. Aan het begin van de uiteindelijke meetweek bevond zich dan ook nog een koudeput in de bovenlucht, die zich pas op de 20<sup>e</sup> van ons land verwijderde. De atmosfeer bleef zeer onstabiel van opbouw. Vanaf de 21<sup>e</sup> kwam een krachtig hogedrukgebied tot ontwikkeling boven West-Rusland. Hierdoor en door drukstijgingen boven Scandinavië stagneerden opeenvolgende depressies boven de Britse Eilanden. Boven onze omgeving werd de stroming zuidwest tot zuid, waardoor de koude lucht werd verdreven. Aanvankelijk was de atmosfeer nog onstabiel en kwamen gemakkelijk buien tot ontwikkeling, plaatselijk met hagel en onweer. Tussen de buien door was het tamelijk zonnig. Overdag steeg het kwik tot 14 à 15° C, de nachten waren zacht met minima van 6 tot 8° C (maandoverzicht april 1999, KNMI 1999).



**Figuur 31** Windvectoren (m/s) ten opzichte van trek langs respectievelijk haaks op de kust, april 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectoren afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, April 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

Van 20 tot 24 april waren de windvectoren gunstig voor trek parallel aan de kust naar het NNO. Op de 20<sup>e</sup> heerste in de hogere luchtlagen een harde zuiden wind. Met uitzondering van 21 en 22 april waren de windomstandigheden ongunstig voor de oversteek van de Noordzee.





**Foto 7** Soms sloegen de golven al over de Zuidpier, voordat we van de punt vertrokken waren. *Occasionally the pier was swept by huge waves before the pier was evacuated.*

#### Waargenomen vogelsoorten en aantallen

Het merendeel van de overdag gevolgde vliegpaden bestond uit de soortgroepen meeuwen & sterns, grote watervogels en grote vogels. Het ging om Kleine Mantelmeeuwen (21 exemplaren, 15 groepen), Zilvermeeuwen (217 exemplaren, 55 groepen), Kokmeeuwen (181 exemplaren, 16 groepen), Visdiefjes (305 exemplaren, 28 groepen), Zwarte Zee-eenden (21 exemplaren, 5 groepen) en Rotganzen (1800 exemplaren, 2 groepen). 's Nachts vlogen er voornamelijk Spreeuwen, lijsters spec. en grote watervogels.

#### Soortenverdeling naar hoogteklasse

Overdag bevond 67% van de opgenomen vliegpaden zich onder de 100 meter. Het overgrote deel van die vliegpaden betrof weer meeuwen en sterns (veel doortrek van visdiefen en kokmeeuwen). Boven de 100 meter waren de grote vogels en grote watervogels (eenden) weer relatief talrijk. 's Nachts vloog slechts 40% onder de 100 meter. De kleinere soortgroepen, vooral zangvogels en kleine watervogels vlogen boven de 100 meter. Van de vogels onder de 100 meter behoorde 70% tot de soortgroep meeuwen & sterns (vooral grote meeuwen).

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	818	67%	37%		
	Grote vogel	15	33%	67%	6%	7%
	Meeuw & Stern	196	70%	30%	86%	71%
	Grote watervogel	26	54%	46%	9%	14%
	Grote zangvogel	3		100%		4%
Nacht	Kleine zangvogel	3		100%		4%
	Totaal	683	40%	60%		
	Grote vogel	2	50%	50%	3%	1%
	Meeuw & Stern	27	78%	22%	70%	8%
	Grote watervogel	24	21%	79%	17%	26%
	Kleine watervogel	7		100%		9%
	Grote zangvogel	36	6%	94%	7%	46%
	Kleine zangvogel	8	13%	87%	3%	9%

**Tabel 22** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, april 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, April 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

### Vliegrichting

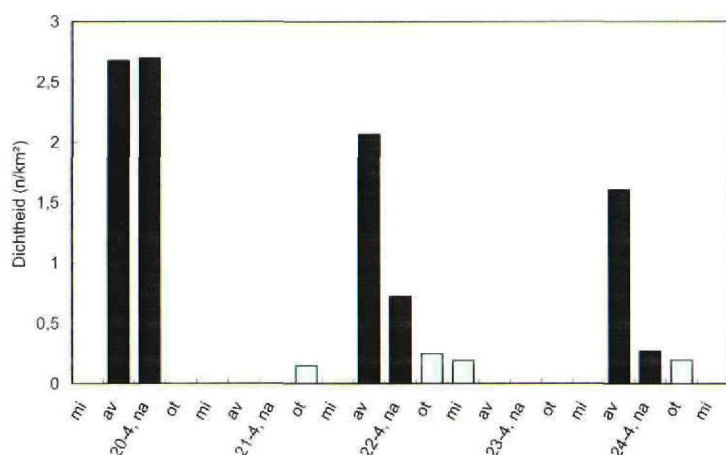
Zowel overdag als 's nachts overheerste de trek naar het noorden, parallel aan de kust. Alleen bij de soortgroep meeuwen & sterns leek een flink deel van de bewegingen lokaal (heen en weer vliegen tussen de broedkolonies en rustgebieden, foerageren op zee).

Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	15	13	1		1	
	Meeuw & Stern	196	104	23	25	44	-
	Grote Watervogel	26	22		1	3	3°
	Grote zangvogel	3	3				
	Kleine zangvogel	3	2	1			
	Totaal	818	491	89	83	155	6°
Nacht	Grote vogel	2	2				
	Meeuw & Stern	27	12	11	2	2	55°
	Grote watervogel	24	18	1	3	2	
	Kleine watervogel	7	6	1			
	Grote zangvogel	39	33	5	1		33°
	Kleine zangvogel	10	9	1			
	Totaal	693	493	110	52	38	30°

**Tabel 23** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, april 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, April 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

### Elevatiescans

De piekdichtheden in deze maand zijn waargenomen in de avonden en de daaropvolgende nachten van 19, 21 en 23 april.



**Figuur 32** 2D-Dichtheid (echo's/km²) boven 100 meter in april 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km²) above 100m altitude in April 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and grouped by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also presented and marked with a dot. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

In de nacht van 19 op 20 april werden vooral grote watervogels herkend in de AGC-patronen. In de nacht van 21 op 22 april leken juist vooral grote zangvogels te vliegen. Van de laatste treknacht, 23 op 24 april, waren onvoldoende gegevens beschikbaar. Zowel op 22 als op 24 april waren overdag de meeuwen en sterns dominant. Opvallend waren daarbij de groepen Visdiefjes, die tot op enkele 100<sup>en</sup> meters hoogte naar het NNO trokken.



Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid		Vliegrichting	
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)
19-4-99	Avond	284°	2,7	4,5	1450	9
20-4-99	Nacht	284°	2,7	4,4	1350	15
21-4-99	Ochtend	284°	0,1	0,5	650	15
	Avond	284°	2,1	2,8	450	18
22-4-99	Nacht	284°	0,7	1,9	250	22
	Ochtend	284°	0,3	1,0	150	14
	Middag	284°	0,2	1,0	150	17
23-4-99	Avond	284°	1,6	1,8	1150	25
24-4-99	Nacht	284°	0,3	0,6	650	38
	Ochtend	284°	0,2	1,0	150	6

**Tabel 24** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in april 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en waar beschikbaar zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de totale dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in April 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

Op 19 april 's avonds en de daaropvolgende nacht waren echo's duidelijk geconcentreerd tussen 1000 en 1500 meter hoogte, met pieken van 4,5 echo's per km<sup>3</sup> op 1400 -1500 meter en 4,4 op 1300-1400 meter hoogte. Dit had vooral te maken met ongunstige winden in de onderste 1000 meter. De grootste dichtheden kwamen voor op de hoogte waarop de windvector positief werd (uitgaande van een NNO-voorkeursrichting). In de avond van 21 april en de daaropvolgende nacht werd het gros van de echo's relatief laag waargenomen, met pieken van respectievelijk 2,8 echo's per km<sup>3</sup> op 400-500 meter en 1,9 echo's per km<sup>3</sup> op 200-300 meter hoogte. De wind woei op al deze hoogtes in de rug (bij NNO trek langs de kust). 23 april waren 's avonds twee hoogtebanden zichtbaar, met pieken van 1,5 echo per km<sup>3</sup> op 500-600 meter en 1,8 echo per km<sup>3</sup> op 1100-1200 meter hoogte. In alle gevallen vlogen 's avonds meer vogels op grote hoogte dan in de daaropvolgende nachten en ochtenden. Uit de gelijktijdig opgenomen vliegpaden bleek dat de gemiddelde vliegrichtingen in alle gevallen NNO gericht waren, dus evenwijdig aan de kust. Met deze vliegrichtingen zijn de gemiddelde dichtheden bepaald (Tabel 25).

Aangezien alleen echo's tussen 1,5 en 6 km vanaf de radar zijn meegenomen in de analyse levert ieder scan slechts drie afstandsklassen op. Op 22 april 's middags echter zijn de metingen verplaatst van het strand naar de punt van de pier, waardoor ook metingen van de verste afstandsklasse beschikbaar kwamen.

Datum	Tijd	afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
19-04-99	Avond	3,12	2,97	2,01	
20-04-99	Nacht	5,70	1,83	0,83	
21-04-99	Ochtend	0,14	0,31	0	
	Avond	2,94	1,95	1,29	
22-04-99	Nacht	1,30	0,64	0,25	
	Ochtend	0,39	0,31	0,05	
	Middag	0,09	0,25	0,14	0,09
23-04-99	Avond		2,93	1,28	0,64
24-04-99	Nacht		0,60	0,12	0,08
	Ochtend		0,30	0,23	0,06
19/24-04	Nacht	100%	44%	17%	1%
	Ochtend	57%	100%	31%	8%
	Middag	37%	100%	54%	36%
	Avond	77%	100%	58%	8%

**Tabel 25** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in april 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, hetgeen een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in April 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

Alle drie de avonden en opeenvolgende nachten met trek vertoonden een duidelijk negatief verband tussen de dichtheid en de afstand tot de kust. Opvallend is bovendien dat die afname 's avonds minder sterk was dan in de nacht erna. Over de gehele week bekeken was de dichtheidsgradiënt boven de 100 meter sterker dan onder de 100 meter aan de kust gebonden. De dichtheidsgradiënt was het sterkst op de avond van de 21<sup>e</sup>, toen de zangvogels domineerden.

Over de gehele week bekeken namen de dichtheden na 7 km snel af tot minder dan 10% van het maximum.



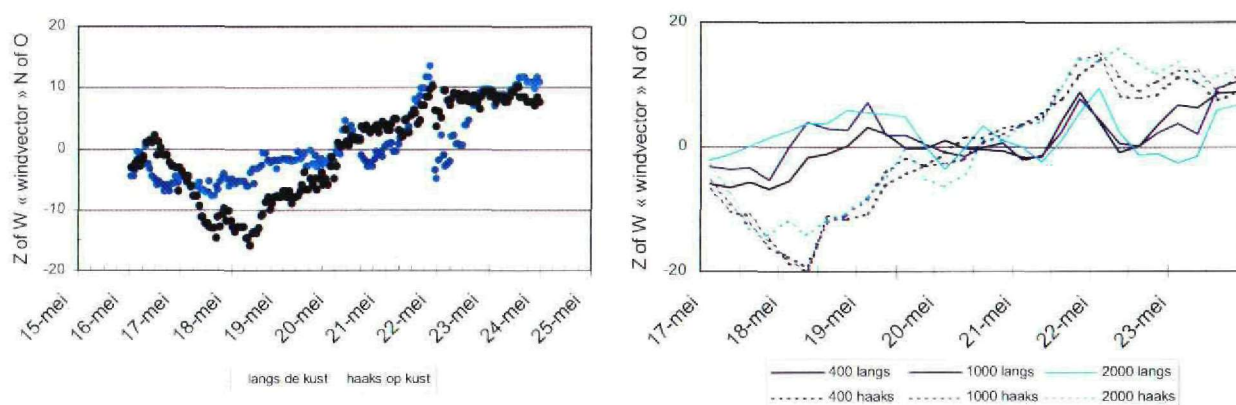
### 8.1.5 Mei

#### Meetperiode

De metingen startten op 17 mei aan het begin van de avond. Ondanks de harde oostenwind werd alles op de punt van de pier opgebouwd, waar we vervolgens de hele week bleven staan. De meetweek eindigde vroeg in de ochtend van de 23<sup>e</sup>, getriggerd door de harde ZW-wind.

#### Meteo

Vanaf de 15<sup>e</sup> hield een noordstroming van koude lucht stand aan de oostflank van een hoge druk-gordel met centra ten westen van Ierland en voor de Noorse kust. Overdag werd het ondanks veel zon niet warmer dan ca 14° C. Aan het begin van de meetweek trok het hogedrukgebied van Noorwegen naar Polen en ontstond een depressie boven de Golf van Biskaje. In onze omgeving ruimde de wind naar het oosten. Hierdoor werd op de 17<sup>e</sup> zeer droge lucht aangevoerd, waarin vrijwel geen bewolking voorkwam. Op de 18<sup>e</sup> trok het warmtefront van de depressie boven de Golf van Biskaje langzaam noordwaarts. Hierdoor liet de zon boven het zuiden van het land verstek gaan, er viel van tijd tot tijd lichte regen en het werd ca. 17° C. In het noorden daarentegen was het vrijwel onbewolkt, met maximumtemperaturen van 20 tot 22° C. In de loop van de 19<sup>e</sup> steeg, met veel zon, de temperatuur tot 23° C. 's Avonds nam de onstabiliteit boven ZW-Nederland sterk toe, met zware buien tot gevolg, waaruit plaatselijk ruim 40 mm neerslag viel. Op de 20<sup>e</sup> bevond ons land zich in een vlak lagedrukgebied. Door de zeer onstabiele atmosfeer, kwamen plaatselijk flinke buien tot ontwikkeling. Tot aan de 24<sup>e</sup> stond het weer vervolgens onder invloed van een actieve depressie bij IJsland. Met een overwegende zuidweststroming werd lucht aangevoerd, waarin naast wolkenvelden ook flinke zonnige perioden voorkwamen. Van tijd tot tijd viel er lichte regen en/of motregen, maar de hoeveelheden waren gering. De temperaturen waren met maxima van 17 tot 19 °C en minima van 9 tot 11°C iets boven normaal (maandoverzicht mei 1999, KNMI 1999).



**Figuur 33** Windvectors (m/s) ten opzichte van trek langs respectievelijk haaks op de kust, mei 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, May 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

Voor aankomst over zee zouden de windvectors vanaf de 21<sup>e</sup> positief zijn geweest, ware het niet dat dat in deze tijd van het jaar al vrijwel niet meer voorkomt. Voor trek parallel aan de kust waren de windvectors tot en met de 19<sup>e</sup> niet geschikt voor trek in NNO richting. In de hogere luchtlagen en vanaf de 20<sup>e</sup> ook op lage hoogte waren de trekomstandigheden beter. In het algemeen waren de buien en de toegenomen bewolking vanaf de 20<sup>e</sup> verre van ideaal voor de vogeltrek.

#### Waargenomen vogelsoorten en aantallen

Deze maand kon een redelijk uitgebreide soortenlijst worden samengesteld. Overdag werden veel grote vogels, uiteraard meeuwen & sterns en kleine en grote watervogels waargenomen. De belangrijkste soorten die door de radar werden gevolgd zijn: Aalscholvers (81 exemplaren, 41 groepen), Rotganzen (1716 exemplaren, 26 groepen), Kleine Mantelmeeuwen (91 exemplaren, 82 groepen), Zilvermeeuwen (439 exemplaren, 223 groepen), Bontbekplevieren (29 exemplaren, 5

groepen), Rosse Grutto's (119 exemplaren, 3 groepen), Zilverplevieren (49 exemplaren, 4 groepen) en Zwarte Zee-eenden (112 exemplaren, 5 groepen). Daarnaast werden veel ongedetermineerde steltlopers (384 exemplaren, 44 groepen) waargenomen, wat erop duidt dat goede steltloper trek niet heeft ontbroken.

#### Soortenverdeling naar hoogteklasse

Overdag vloog het merendeel (85%) van de vogelgroepen onder de 100 meter. Dit betrof met name grote vogels (voornamelijk Aalscholvers en Rotganzen) en meeuwen & sterns. Boven de 100 meter werden naast de grote aantallen meeuwen & sterns ook grote watervogels (voornamelijk groepen steltlopers) waargenomen. In de nacht kwam een heel ander beeld naar voren. Hoewel nog steeds maar liefst 69% onder de 100 meter vloog (allemaal meeuwen & sterns), werden diverse soortgroepen hoofdzakelijk boven 100 meter hoogte geregistreerd: grote vogels, grote watervogels (steltlopers) en alle kleinere soorten (watervogels en zangvogels).

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	1555	85%	15%		
	Grote vogel	76	100%		12%	
	Meeuw & Stern	631	88%	12%	85%	74%
	Grote watervogel	47	40%	60%	3%	26%
	Kleine zangvogel	1	100%		0%	
Nacht	Totaal	749	69%	31%		
	Grote vogel	18	33%	67%	6%	19%
	Meeuw & Stern	93	86%	14%	83%	21%
	Grote watervogel	39	26%	74%	11%	46%
	Kleine watervogel	4		100%		6%
	Grote zangvogel	1		100%		2%
	Kleine zangvogel	2		100%		3%
	Glerzwaluw	2		100%		3%

**Tabel 26** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, mei 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, May 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

#### Vliegrichting

De vliegrichting parallel aan de kust was zowel overdag als 's nachts dominant aanwezig. De soortgroep meeuwen & sterns vertoonde overdag een tweedeling in de vliegrichting, veroorzaakt door het heen en weer vliegen tussen de broedkolonies, rustgebieden en foerageerplekken op zee.

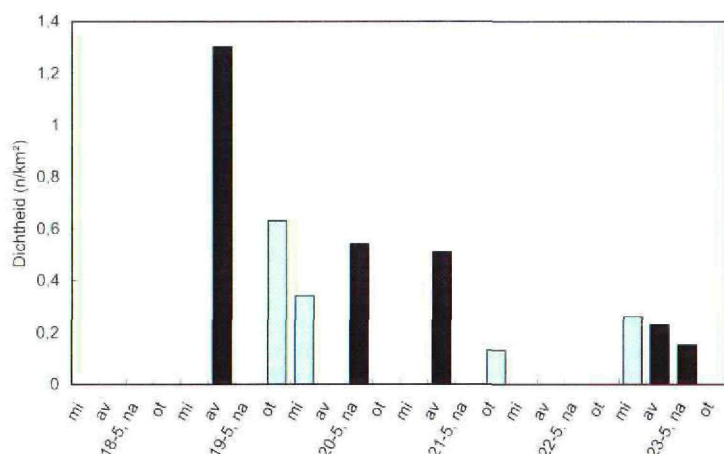
Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	76	38	8	18	12	n.s.
	Meeuw & Stern	631	150	160	122	199	-
	Grote Watervogel	47	41		2	4	8°
	Kleine zangvogel	1		1			
	Totaal	1555	508	362	320	365	23°
Nacht	Grote vogel	18	15		3		
	Meeuw & Stern	94	42	16	17	19	18°
	Grote watervogel	40	19	10	8	3	n.s.
	Kleine watervogel	4	3	1			
	Grote zangvogel	1	1				
	Kleine zangvogel	2	1			1	
	Totaal	754	370	144	114	126	22°

**Tabel 27** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, mei 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, May 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*



## Elevatiescans

Deze maand zijn geen hele grote dichtheden waargenomen. De hoogste dichtheden van deze week zijn waargenomen in de avond van de 18<sup>e</sup>. Ook in de nacht van de 20<sup>e</sup> en de daarop volgende avond is enige trek waargenomen, maar in dichtheden van minder dan 1 echo per km<sup>2</sup>. De hoogste dichtheid overdag is gemeten in de ochtend van de 20<sup>e</sup>.



**Figuur 34** 2D-Dichtheid (echo's/km<sup>2</sup>) boven 100 meter in mei 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. 2D-density (echoes per km<sup>2</sup>) above 100m altitude in May 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and grouped by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also presented and marked with a dot. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.

In de eerste dagen werd het beeld gedomineerd door de soortgroep grote watervogels. Dit waren waarschijnlijk voornamelijk steltlopers. In de loop van de week nam het aandeel grote vogels (Rotganzen en Aalscholvers) toe. Ook nam het aandeel NNO trek in de loop van de week toe van 30% aan het begin van de sessie tot 70% in de laatste twee dagen.

Op 18 mei 's avonds was de trek geconcentreerd rond de 2000 km hoogte. De piekdichtheid van 2,0 echo's per km<sup>3</sup> tussen de 2000 en 2100 meter hoogte illustreert dit. De windvector langs de kustlijn draaide van een lichte tegenwind (1 m/s) in de onderste 100<sup>en</sup> meters tot een meewindvector van 6 m/s tussen 1500 en 2500 meter hoogte. De hoogteverdeling paste zich hierbij aan, resulterend in een toenemende dichtheid tot 2000 meter hoogte.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid		Vliegrichting	
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)
18-5-99	Avond	284°	1,3	2,0	2050	327
19-5-99	Ochtend	284°	0,6	1,6	150	15
	Middag	284°	0,3	1,1	150	341
20-5-99	Nacht	284°	0,5	1,1	1250	32
	Avond	284°	0,5	0,6	1350	29
21-5-99	Ochtend	284°	0,1	0,6	150	13
22-5-99	Middag	284°	0,3	1,7	150	75
	Avond	284°	0,2	0,8	150	31
23-5-99	Nacht	284°	0,2	1,0	150	26

**Tabel 28** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in mei 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en waar beschikbaar zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de totale dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. Densities and flight altitudes above 100m altitude in May 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.

Datum	Tijd	afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
18-5-99	Avond		1,63	1,11	1,24
19-5-99	Ochtend		0,90	0,56	0,44
	Middag		0,41	0,23	0,34
20-5-99	Nacht		0,92	0,34	0,34
	Avond		1,18	0,40	0,08
21-5-99	Ochtend		0,09	0,13	0,19
22-5-99	Middag		0,20	0,37	0,20
	Avond		0,48	0,12	0,10
23-5-99	Nacht		0,34	0,07	0,05
17/23-5	Nacht		100%	33%	31%
	Ochtend		100%	68%	62%
	Middag		100%	97%	82%
	Avond		100%	49%	43%

**Tabel 29** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in mei 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, hetgeen een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in May 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

De dichtheidsgradiënt vanuit de kust was 's avonds en 's nachts sterker dan overdag. Tussen 7 en 8½ km afstand waren overdag nog steeds hoge dichtheden aanwezig, 62-82% ten opzichte van het maximum (bij 4 tot 5½ km). Hier is dus niet echt sprake van een dichtheidsgradiënt, de dichtheden blijven hoog!



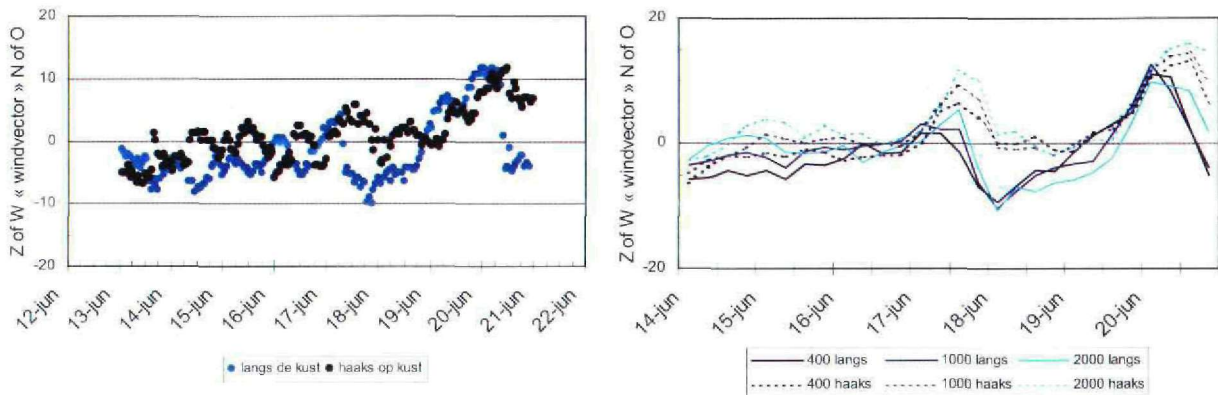
### 8.1.6 Juni

#### Meetperiode

Vanaf 's middags 14 juni tot in de ochtend van de 18<sup>e</sup> zijn metingen vanaf de punt van de pier uitgevoerd.

#### Meteo

Vanaf 12 juni ontwikkelde zich een hogedrukgebied boven de Duitse bocht. Dit hogedrukgebied handhaafde zich aan het begin van de meetweek en kreeg verbinding met het hogedrukgebied ten noordoosten van de Azoren. Boven land ontstonden regelmatig onweersbuien, maar aan de kust bleef het droog. Op 15 en 16 juni was het rustig, droog en zeer zonnig zomerweer, waarbij op veel plaatsen de 25° C werd overschreden. In de loop van 17 juni trok een koufront met bewolking en enige lichte regen via ons land zuidwaarts. Hoewel het koufront direct gevolgd werd door een krachtige rug van hoge druk duurde het op de 18<sup>e</sup> tot in de middag voordat de zon zich weer liet zien. Met veel bewolking en een noordenwind werd het niet warmer dan 16 tot 18° C (maandoverzicht juni 1999, KNMI 1999).



**Figuur 35** Windvectors (m/s) ten opzichte van trek langs respectievelijk haaks op de kust, juni 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, June 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.

Vogeltrek mogen we in deze tijd van het jaar niet echt meer verwachten. Wel zou onder invloed van oostenwind de eerste najaarstrek van Kieviten en Spreeuwen kunnen plaatsvinden. Tot en met de 16<sup>e</sup> waren de windvectors positief voor trek naar het ZZW of W, de zee in. Daarna nam de temperatuur af en de bewolking toe en waren de omstandigheden niet optimaal meer.

#### Waargenomen vogelsoorten en aantallen

De voorjaarstrek was duidelijk voorbij. In de ochtend en avonden werden enkele groepen Kieviten (576 exemplaren, 10 groepen) en Spreeuwen (732 exemplaren, 12 groepen) waargenomen. Het overgrote deel van de vliegpaden betrof de soortgroep meeuwen & sterns: Kleine Mantelmeeuwen (231 exemplaren, 192 groepen), Kokmeeuwen (16 exemplaren, 9 groepen), Visdiefjes (11 exemplaren, 8 groepen) en Zilvermeeuwen (272 exemplaren, 138 groepen). Enkele groepen Aalscholvers, Bergeenden en Zwarte zee-eenden complementeerden het dagbeeld. In de nachten werden regelmatig Gierzwaluwen boven zee vastgesteld (34 groepen).

Tijdens de panoramatellingen van 16 en 17 juni (20 in totaal) werden vooral grote aantallen meeuwen & sterns waargenomen: meeuw spec. (3784 exemplaren, 96% van het totaal) en stern spec. (71 exemplaren, 2%).

#### Soortenverdeling naar hoogteklaas

Het merendeel van alle vliegpaden (85% overdag en 82% 's nachts) bevond zich onder de 100 meter hoogte. Zowel overdag als 's nachts betrof dit meeuwen & sterns. Boven de 100 meter werden overdag naast meeuwen en sterns ook grote watervogels (Kieviten) en grote zangvogels (Spreeuwen)



waargenomen. In de nacht is een breder scala aan vogelsoorten waargenomen, echter geen grote aantallen.

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	933	85%	15%		
	Grote vogel	16	88%	12%	3%	2%
	Meeuw & Stern	575	89%	11%	94%	75%
	Grote watervogel	22	55%	45%	2%	11%
	Kleine watervogel	1	100%		0%	
	Grote zangvogel	13	31%	69%	1%	10%
	Kleine zangvogel	1		100%		1%
	Gierzwaluw	1		100%		1%
Nacht	Totaal	322	82%	18%		
	Grote vogel	15	60%	40%	6%	24%
	Meeuw & Stern	117	97%	3%	86%	12%
	Grote watervogel	11	46%	54%	4%	24%
	Kleine watervogel	4	50%	50%	2%	8%
	Grote zangvogel	5	20%	80%	1%	16%
	Gierzwaluw	5	20%	80%	1%	16%

**Tabel 30** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, juni 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, June 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

### Vliegrichtingen

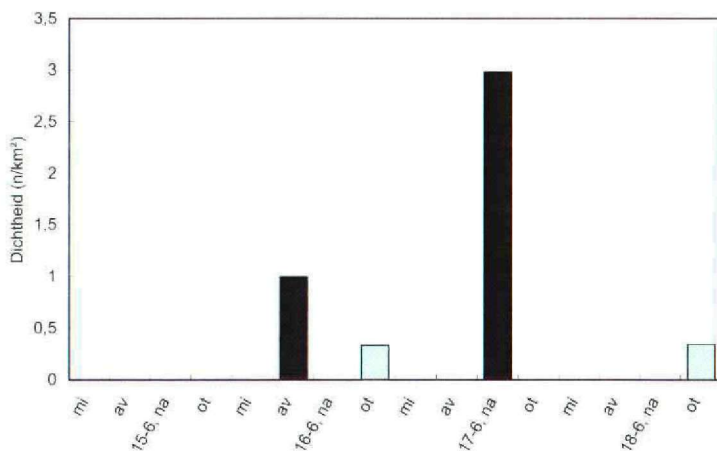
Het merendeel van de bewegingen betrof lokale bewegingen van meeuwen & sterns. Overdag was weer duidelijk zichtbaar dat vogels heen en vlogen tussen de broed- en rustgebieden en open zee. In de nachten waren meer bewegingen ZZW gericht, waarschijnlijk ook van vogels die naar open zee uitvlogen.

Tijd	Soortgroep	N	Langs kust	Land in	Langs kust	Zee in	Richting
			NNO	OZO	ZZW	WNW	
Dag	Grote vogel	16	5	4	5	2	-
	Meeuw & Stern	577	46	146	186	199	
	Grote watervogel	22	8	1	10	3	
	Kleine watervogel	1				1	
	Grote zangvogel	13		1	12		
	Kleine zangvogel	1			1		
	Gierzwaluw	1	1				
	Totaal	937	89	238	343	267	
Nacht	Grote vogel	21	4	4	7	6	218°
	Meeuw & Stern	125	16	24	44	41	
	Grote watervogel	15	8	1	4	2	
	Kleine watervogel	6	1		3	2	
	Grote zangvogel	11	2		7	2	
	Gierzwaluw	34	10	10	6	8	
	Totaal	401	65	68	160	108	
							n.s.

**Tabel 31** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, juni 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, June 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

### Elevatiescans

In juni was meestal geen éénduidige vliegrichting aanwezig, zodat de elevatiescan nauwelijks kon worden geanalyseerd. Alleen in de nacht van 17 juni en in mindere mate in de nacht van 15 juni zijn met de elevatiescans dichtheden van enige betekenis waargenomen.



**Figuur 36** 2D-Dichtheid (echo's/km<sup>2</sup>) boven 100 meter in juni 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km<sup>2</sup>) above 100m altitude in June 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and grouped by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also presented and marked with a dot. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

In de nacht van 17 juni (inclusief de voorafgaande avond) betrof meer dan 30% van de vliegpaden Gierzwaluwen (allen boven zee opgepikt). De nacht van 15 juni bevatte een groter scala aan soortgroepen.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid			Vliegrichting	
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)	
15-6-99	Avond	284°	0,9	1,7	250	248	
16-6-99	Ochtend	284°	0,3	2,2	150	222	
17-6-99	Nacht	284°	3,0	4,9	250	56	
18-6-99	Ochtend	284°	0,3	2,6	150	197	

**Tabel 32** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in juni 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en waar beschikbaar zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de totale dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in June 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

In de nacht van de 17<sup>e</sup> namen de echo-aantallen langzaam af tot 1600 meter hoogte. De hoogste dichtheid (3,0 echo's per km<sup>3</sup>) bevond zich tussen 200 en 300 meter. De NO vliegrichting werd mogelijk veroorzaakt door de van ZZW naar W draaiende wind.

Datum	Tijd	afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
15-6-99	Avond		1,27	1,04	0,67
16-6-99	Ochtend		0,57	0,30	0,11
17-6-99	Nacht		4,77	3,44	0,75
18-6-99	Ochtend		0,58	0,27	0,18
14/18-6	Nacht		100%	72%	16%
	Ochtend		100%	49%	25%
	Avond		100%	82%	53%

**Tabel 33** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in juni 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, hetgeen een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in June 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

De dichtheidsgradiënt vanaf de kust was in alle dagdelen aanwezig. In de nacht van 17 juni was de gradiënt zeer scherp. In deze nacht zijn vooral Gierzwaluwen waargenomen. Die zijn slechts tot 4 kilometer vanaf de Flycatcher zichtbaar, vandaar de scherpe afname in de afstandsklasse 7 - 8½ km. Overdag vindt een geleidelijke afname plaats.



**Foto 8** Volwassen Zilvermeeuw op de zuidpier van IJmuiden, juni 1999. *Adult Herring Gull at the southern pier of IJmuiden, June 1999.*



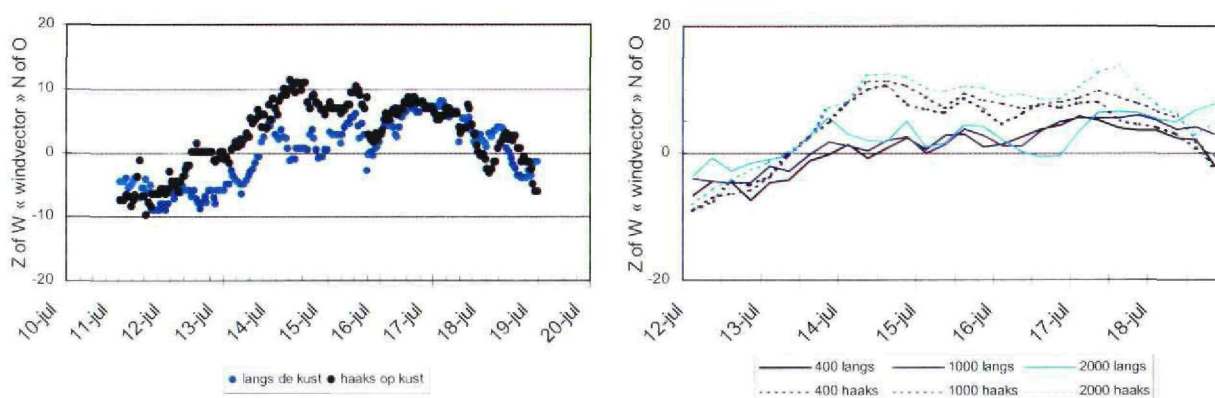
### 8.1.7 Juli

#### Meetperiode

Vanaf 12 juli 's avonds tot en met middernacht van 15 op 16 juli werden waarnemingen verricht op de punt van de pier. Op vrijdagochtend de 16<sup>e</sup> zijn de metingen gestaakt.

#### Meteo

Voorafgaand aan de meetsessie ontwikkelde zich een gordel van hoge druk, die zich uitstrekte van de Baltische Staten via de noordelijke Noordzee naar het hogedrukgebied nabij de Azoren. Tussen deze gordel van hogedruk en een vlak lagedrukgebied boven de Middellandse Zee werd met een overwegende noordooststroming droge lucht aangevoerd. Het was zeer warm, met maxima van 27° C op de 12<sup>e</sup>. Op de 13<sup>e</sup>, om 00:00 UTC, bevond zich boven Duitsland een vlak lagedrukgebied, dat zich noordwaarts verplaatste. Door verdere drukdalingen konden depressies hun invloed tot boven West-Europa uitbreiden, waardoor het weer een wisselvallig karakter kreeg. In de loop van de 14<sup>e</sup> trok het koufront van een depressie bij de Far Oer met bewolking en regen over ons land. Het werd niet warmer dan 19 tot 21° C. In de rest van de week werd met een weststroming vochtige lucht aangevoerd, waarin naast wolkenvelden ook flinke opklaringen voorkwamen (maandoverzicht juli 1999, KNMI 1999).



**Figuur 37** Windvectors (m/s) ten opzichte van trek langs respectievelijk haaks op de kust, juli 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, July 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

Voorafgaand aan de meetsessie waren de weersomstandigheden gunstig voor trek naar zowel het ZZW als het W. Al vanaf de 13<sup>e</sup> was dit voorbij en overheerste een vochtige westelijke stroming. Trek van enige betekenis ontbrak en de waargenomen vogels zijn vooral tot de lokale bewegingen gerekend.

#### Waargenomen vogels en aantallen

In juli werden vooral grote vogels, meeuwen & sterns en grote watervogels waargenomen. Overdag, zowel in de ochtend als in de avonden tot vlak na zonsondergang, werd sterke noordwaarts gerichte trek van Bergeenden vastgesteld (1102 exemplaren, 73 groepen). Waarschijnlijk betrof het hier trek naar de ruigebieden in de Waddenzee. De overige waarnemingen hadden hoofdzakelijk betrekking op lokale verplaatsingen: Aalscholvers (132 exemplaren, 34 groepen), Kleine Mantelmeeuwen (210 exemplaren, 110 groepen), Zilvermeeuwen (126 exemplaren, 95 groepen), meeuw spec. (vooral grote meeuwen: 1951 exemplaren, 153 groepen) en Zwarte Zee-eenden (291 exemplaren, 15 groepen).

Tijdens de panoramatellingen van 14 en 15 juli zijn 8341 vogels waargenomen tijdens 21 tellingen. Ook hier bestond het grootste gedeelte uit meeuwen (95%, voornamelijk Kleine Mantelmeeuwen en Zilvermeeuwen), sterns (2%, Visdief), Aalscholvers (121 exemplaren, 1%) en Bergeenden (46 exemplaren, 1%).

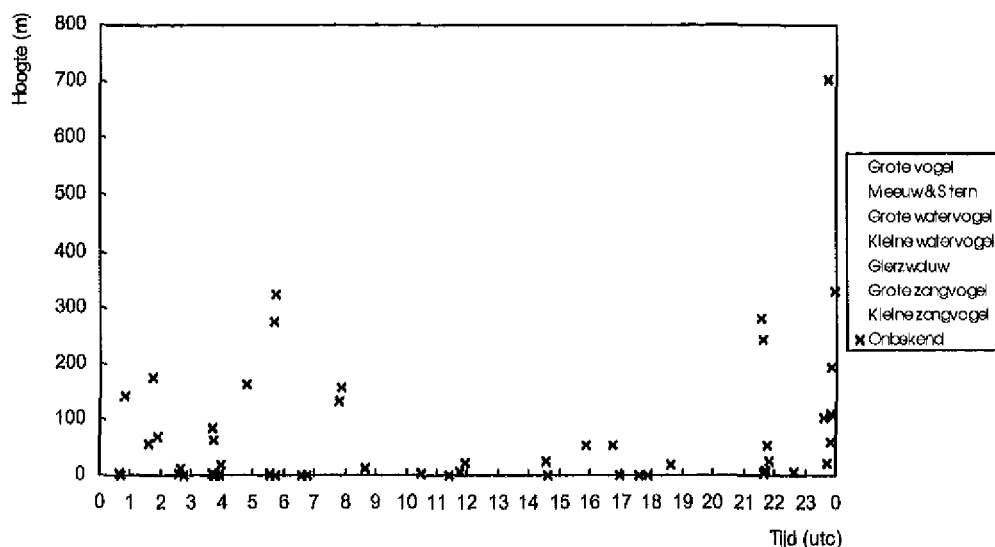
### Soortenverdeling naar hoogteklaas

Ook in juli werd een bijzonder groot deel (82% overdag en 76% 's nachts) van alle vliegpaden in de onderste 100 meter opgenomen. Overdag waren dit voornamelijk grote vogels (Aalscholvers en groepen Bergeenden) en meeuwen & sterns, waaronder vooral grote meeuwen (Zilver- en Kleine Mantelmeeuwen). Ook boven de 100 meter werden hoofdzakelijk grote vogels en meeuwen & sterns gezien. 's Nachts bestond het merendeel van de vliegpaden onder de 100 meter uit meeuwen & sterns. Boven de 100 meter werden, naast meeuwen & sterns, vooral grote watervogels en gierzwaluwen geregistreerd.

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	845	82%	18%		
	Grote vogel	141	72%	28%	16%	32%
	Meeuw & Stern	532	86%	14%	78%	59%
	Grote watervogel	34	68%	32%	4%	9%
	Kleine watervogel	1	100%		1%	
	Grote zangvogel	1	100%		1%	
Nacht	Totaal	357	76%	24%		
	Grote vogel	25	88%	12%	13%	9%
	Meeuw & Stern	139	94%	6%	79%	26%
	Grote watervogel	22	46%	54%	6%	35%
	Kleine watervogel	4	50%	50%	1%	6%
	Grote zangvogel	1		100%		3%
	Gierzwaluw	8	13%	87%	1%	21%

**Tabel 34** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, juni 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, June 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

Figuur 38 geeft een typerend voorbeeld van de vlieghoogtes van de verschillende soortgroepen over één etmaal. De hele nacht werden meeuwen & sterns waargenomen, 's nachts bijna uitsluitend in de onderste 100 meter. Overdag werden meeuwen & sterns tot 250 meter hoogte waargenomen, vaak cirkelend en glijdend. De grote vogels werden uitsluitend 's ochtends (Bergeenden en Aalscholvers) en 's avonds (uitsluitend Bergeenden) gezien en kwamen daarbij tot vergelijkbare hoogtes als de meeuwen & sterns overdag. De Bergeenden vlogen bovendien uitsluitend in de kustzone, tussen het strand en de punt van de Zuidpier.



**Figuur 38** Vlieghoogtes van de verschillende vliegpaden per soortgroep op 15 juli 1999 te IJmuiden. *Altitudes of all flight paths by species group (colour) during 15 July 1999.*

### Vliegrichtingen

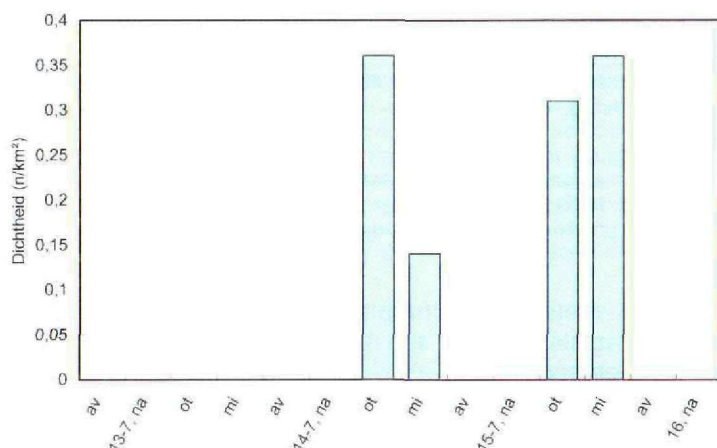
Zowel overdag als in de nacht overheersten de lokale bewegingen van de meeuwen & sterns, waardoor het heen en weer vliegen tussen broed-, rustgebieden en het foerageren op zee de algemene richtingsverdeling bepaalde. De vliegbewegingen van de Bergeenden (soortgroep grote vogels) en Zwarte Zee-eenden (soortgroep grote watervogels) waren duidelijk NNO tot NO gericht (ruitrek bij Bergeend).

Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	141	85	23	27	6	39°
	Meeuw & Stern	532	108	214	130	80	-
	Grote Watervogel	34	25	3	6		28°
	Kleine watervogel	1		1			
	Grote zangvogel	1		1			
Nacht	Totaal	845	260	291	195	99	-
	Grote vogel	29	11	6	8	4	n.s.
	Meeuw & Stern	142	36	47	38	21	n.s.
	Grote watervogel	22	5	5	9	3	
	Kleine watervogel	4	1	3			
	Grote zangvogel	1		1			
	Gierzwaluw	16	5	5	6		
	Totaal	377	124	107	104	42	-

**Tabel 35** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, juli 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, July 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

### Elevatiescans

Alleen de elevatiescans van de ochtenden en middagen van 14 en 15 juli konden worden geanalyseerd, maar dichtheden van enige betekenis kwamen niet voor. Frappant is dat in geen van de nachten dichtheden zijn vastgesteld met de elevatiescan.



**Figuur 39** 2D-Dichtheid (echo's/km²) boven 100 meter in juli 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km²) above 100m altitude in July 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and grouped by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also presented and marked with a dot. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*



Evenals in juni overheersten overdag op de 14<sup>e</sup> en 15<sup>e</sup> de lokale bewegingen van de soortgroep meeuwen & sterns (vooral Kleine Mantelmeeuwen en Zilvermeeuwen) het beeld. Op beide dagen waren de meeste bewegingen naar het ONO gericht (terugvloeiend naar de kolonies). De eerder genoemde sterke trek van Bergeenden vond uitsluitend in de kustzone plaats en kon dus met de elevatiescan niet worden waargenomen. De vlieghoogtes beperkten zich tot een homogene verdeling tussen de 25 en 175 meter, zie ook Van Belle *et al.* 2000.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid			Vliegrichting
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)
14-7-99	Ochtend	284°	0,4	3,6	150	77
	Middag	284°	0,1	1,2	150	51
15-7-99	Ochtend	284°	0,3	2,2	150	60
	Middag	284°	0,4	3,0	150	76

**Tabel 36** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in juli 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en waar beschikbaar zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de totale dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in July 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

Op geen van de geanalyseerde dagen was de tweedimensionale dichtheid hoger dan 1,0 echo / km<sup>2</sup>, dus wordt ook de kwantitatieve driedimensionale hoogteverdeling hier niet verder besproken.

Datum	Tijd	afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
14-7-99	Ochtend		0,99	0,10	0
	Middag		0,28	0,16	0
15-7-99	Ochtend		0,77	0,17	0
	Middag		0,60	0,35	0,13
12/16-7	Ochtend		100%	16%	0%
	Middag		100%	58%	15%

**Tabel 37** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in juli 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, hetgeen een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in July 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

De dichtheidsgradiënt vanaf de kust, boven de 100 meter, nam scherp af. Overdag zijn geen gerichte bewegingen buiten de 7 km gevonden, in de middag slechts 15% van de maximale gemeten dichtheid. In de nacht vonden geen gerichte bewegingen plaats.

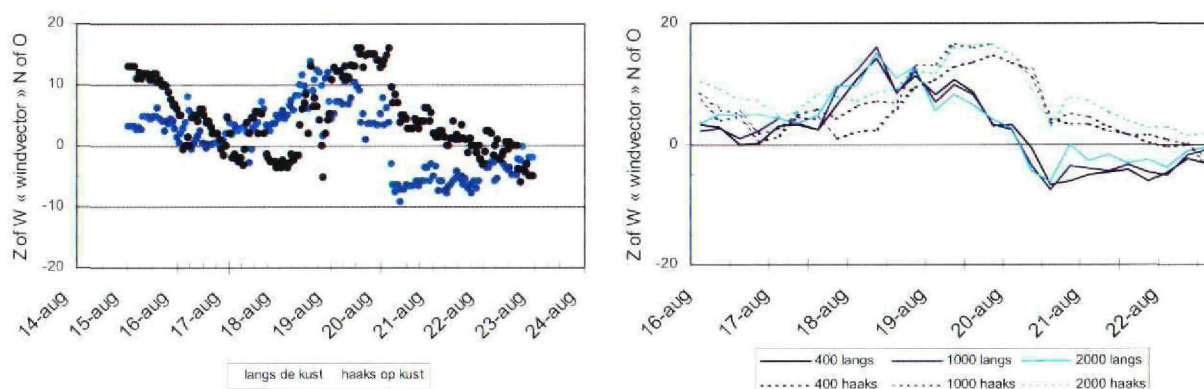
### 8.1.8 Augustus

#### Meetperiode

De augustus-sessie begon aan het eind van de middag van de 16<sup>e</sup> op de punt van de pier. Aan het begin van de avond van de 18<sup>e</sup> zijn we wegens noodweer verplaatst naar de strandlocatie. Tijdens de evacuatie sloegen de golven over de pier. Toen de personenauto halverwege de pier door de golven in zee dreigde te worden geslagen zijn de laatste mensen met een vrachtauto van de pier gehaald. In de middag van de 20<sup>e</sup> zijn we teruggekeerd naar de punt van de pier, om daar tot het eind van de sessie, de ochtend van de 23<sup>e</sup>, te blijven staan.

#### Meteo

Voorafgaand aan de meetsessie (14<sup>e</sup>) trok een depressie langzaam naar de Noorse kust. In de loop van de dag viel in de warme sector langdurig en veel neerslag. Tijdens de koufrontpassage in de avond kwam op grote schaal onweer voor. Achter het koufront breidde zich een krachtige weststroming over West-Europa uit, waarbij de as van de straalstroom juist ten zuiden van ons land kwam te liggen. Hierdoor bleef het weer zeer wisselvallig en onstabiel. Dagelijks kwamen buien tot ontwikkeling, waarbij op veel plaatsen ook onweer voorkwam. Op 18 augustus trok een actieve depressie van Ierland naar het midden van de Noordzee. In ons land bracht deze depressie veel regen en wind. Aan de kust kwamen zeer zware windstoten voor. Ook op de 19<sup>e</sup> was het weer zeer onstuimig, met veel regen en wind. In de middag van 20 augustus, bij op nadering van een rug van hoge druk boven de Britse Eilanden, namen de wind en buiigheid af. Op 21 augustus om 00:00 UTC bevond zich een krachtig hogedrukgebied ten zuiden van IJsland met een uitloper naar Engeland. Terwijl het centrum van het hogedrukgebied zich naar Zuid-Scandinavië verplaatste, nam de uitloper toe in betekenis en breidde zich via ons land uit naar de Balkan. Hierdoor ruimde de wind boven ons land van noord naar zuidoost. Aanvankelijk werd koele lucht naar onze omgeving gevoerd, waarin het overdag niet warmer werd dan ca. 18° C (maandoverzicht augustus 1999, KNMI 1999).



**Figuur 40** Windvectors (m/s) ten opzichte van trek langs respectievelijk haaks op de kust, augustus 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, August 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

De westelijke stromingen waren niet bevorderlijk voor de najaarstrek. Pas aan het eind van de meetweek, in de loop van de 20<sup>e</sup>, waren de windvectors positief voor trek in ZZW richting. Op de 20<sup>e</sup> draaide de wind in de loop van de dag naar het noorden, maar pas in de loop van de avond van de 21<sup>e</sup> kwam de wind uit het NNO tot O, zodat de windvector echt gunstig werd.

#### Waargenomen vogelsoorten en aantallen

In augustus werden al weer meer echte trekkers waargenomen. Toch vormden de meeuwen & sterns het merendeel van de waargenomen soortgroepen, hoewel er ook een aantal grote watervogels en grote vogels zijn waargenomen. In de soortgroep meeuwen & sterns werden veel soorten waargenomen: Grote Mantelmeeuwen (2 exemplaren, 2 groepen), Kleine Mantelmeeuwen (292 exemplaren, 186 groepen), Stormmeeuwen (9 exemplaren, 8 groepen), Zilvermeeuwen (229 exemplaren, 154 groepen), Kokmeeuwen (109 exemplaren, 15 groepen), Grote Sterns (3 exemplaren,

2 groepen), en Noordse Sterns dan wel Visdiefjes (117 exemplaren, 46 groepen). Verder vlogen Scholeksters (38 exemplaren, 12 groepen) en diverse niet op soort gebrachte steltlopers langs (634 exemplaren, 73 groepen). Tot slot zijn nog drie groepen ganzen (270 exemplaren, mogelijk Grauwe Ganzen) en Zwarte Zee-eenden (22 exemplaren, 3 groepen) geregistreerd.

Op 18 augustus werden de gehele dag visuele panoramatellingen uitgevoerd. Dit leverde 2101 vogels op in 12 tellingen. Het aandeel meeuwen (80%, vooral Kleine Mantelmeeuwen en Zilvermeeuwen) was kleiner dan in de zomermaanden en het aandeel sterns was duidelijk groter (15%). Enkele Aalscholvers (47 exemplaren, 2%) en steltlopers (41 exemplaren, 2%) complementeerden het beeld.

#### Soortenverdeling naar hoogteklaas

Het aandeel van de vliegpaden onder de 100 meter was beduidend lager dan in de voorafgaande zomermaanden, zowel overdag als 's nachts slechts 60%. Overdag vlogen eigenlijk alleen meeuwen & sterns onder de 100 meter, terwijl boven de 100 meter een klein aandeel grote watervogels, meest groepen steltlopers, meedeed. De nachten vertoonden een geheel ander patroon. Onder de 100 meter werden nog wel veel meeuwen & sterns waargenomen, samen met een kwart grote watervogels vormden die de hoofdmoot van alle geïdentificeerde vogels. Boven de 100 meter echter waren de meeuwen & sterns ver in de minderheid. Het merendeel van de vliegpaden betrof grote watervogels (steltlopers en eenden). De zangvogels waren nog steeds slecht vertegenwoordigd, kleine zangvogels (formaat Zwartkop, Tjiftjaf) waren met slechts 5% in het soortenspectrum terug te vinden.

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	1522	60%	40%		
	Grote vogel	52	67%	33%	5%	4%
	Meeuw & Stern	1094	65%	35%	92%	82%
	Grote watervogel	89	26%	74%	3%	14%
	Kleine watervogel	1		100%		0%
Nacht	Totaal	938	60%	40%		
	Grote vogel	19	37%	63%	2%	6%
	Meeuw & Stern	258	88%	12%	66%	16%
	Grote watervogel	206	39%	61%	24%	62%
	Kleine watervogel	36	50%	50%	5%	9%
	Grote zangvogel	5	40%	60%	1%	1%
	Kleine zangvogel	18	39%	61%	2%	5%
	Gierzwaluw	2		100%		1%

**Tabel 38** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, augustus 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, August 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

#### Vliegrichtingen

Afgezien van de soortgroep meeuwen en sterns in de nacht overheersten in het algemeen de vliegrichtingen parallel aan de kust naar het zuiden.

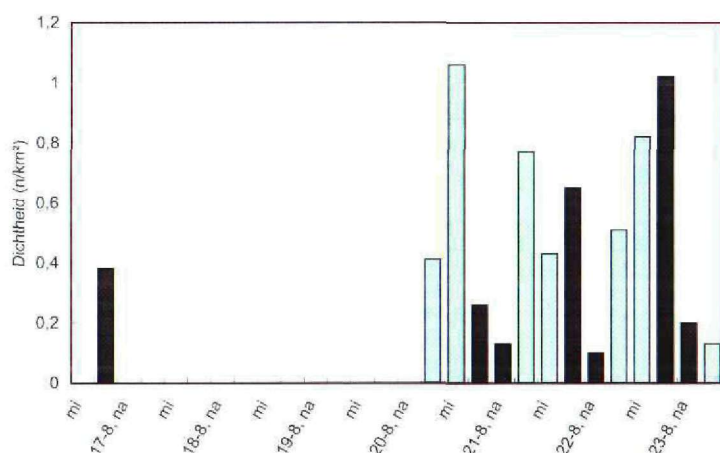


Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	52	6	11	29	6	183°
	Meeuw & Stern	1094	128	207	557	202	200°
	Grote watervogel	89	14	5	58	12	205°
	Kleine watervogel	1		1			
	Totaal	1522	197	281	788	256	197°
Nacht	Grote vogel	20	2	2	11	5	
	Meeuw & Stern	258	37	55	87	79	-
	Grote watervogel	208	26	14	138	30	201°
	Kleine watervogel	36	4	5	26	1	179°
	Grote zangvogel	5		2	3		
	Kleine zangvogel	18		5	13		
	Gierzwaluw	1		1			
	Totaal	948	127	145	488	188	203°

**Tabel 39** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, augustus 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, August 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

### Elevatiescans

Aan het begin van de week is geen trek van betekenis waargenomen. In de laatste drie dagen en nachten veranderde dit beeld en vond gerichte trek plaats naar het ZZW. Op 20, 21 en 22 augustus waren de dichtheden overdag ongeveer gelijk terwijl in de daaropvolgende nachten de dichtheid toenam.



**Figuur 41** 2D-Dichtheid (echo's/km²) boven 100 meter in augustus 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km²) above 100m altitude in August 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and grouped by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also presented and marked with a dot. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

Waren in de eerste vier dagen en nachten de meeuwen verantwoordelijk voor circa 90% van de vliegpaden, in de laatste drie nachten bestond 's nachts het merendeel van de vliegpaden uit (grote) watervogels, gemiddeld 70%. Overdag vond doortrek van Kleine Mantelmeeuwen plaats, cirkelende groepen oplopend tot 25 exemplaren per groep kwamen op 100-400 meter hoogte langs in een ZZW richting. In de avonduren werden regelmatig groepen steltlopers gezien. In de ochtend van 20 en 23 augustus werd redelijke trek van sterns, Visdieven, waargenomen. De gemiddelde vlieghoogte was zeer laag, tussen de golftoppen en enkele meters daarboven, waardoor ze niet in de elevatiescans tot uitdrukking kwamen.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid		Vliegrichting	
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>2</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)
16-8-99	Avond	284°	0,4	1,5	350	223
20-8-99	Ochtend	284°	0,4	1,9	150	186
	Middag	284°	1,1	3,5	150	196
	Avond	284°	0,3	0,9	150	189
21-8-99	Nacht	284°	0,1	1,0	150	192
	Ochtend	284°	0,8	3,4	150	200
	Middag	284°	0,4	1,3	150	199
	Avond	284°	0,7	1,7	150	215
22-8-99	Nacht	284°	0,1	0,7	150	187
	Ochtend	284°	0,5	1,8	150	203
	Middag	284°	0,8	2,6	150	232
	Avond	284°	1,0	2,6	150	230
23-8-99	Nacht	284°	0,2	0,7	650	220
	Ochtend	284°	0,1	0,7	150	220

**Tabel 40** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in augustus 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en waar beschikbaar zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de totale dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in August 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

Pas in de middag van de 20<sup>e</sup> passeerden voor het eerst boven de 100 meter vogels in enige aantallen van betekenis. De grootste dichtheden (3,5 echo's per km<sup>3</sup>) zijn tussen 100 en 200 meter hoogte waargenomen. Tot 500 meter hoogte werden echo's gevonden. Evenals op andere dagen ging het veelal om doortrek van meeuwen (o.a. Kleine Mantelmeeuw). In de avond van 22 augustus bereikte de nachtelijke dichtheid zijn top. De grootste dichtheden (2,6 echo's per km<sup>3</sup>) werden waargenomen tussen 100 en 200 meter hoogte en de totale dichtheid was 1,0 echo per km<sup>2</sup>. De hoogteverdeling van de echo's kwam mooi overeen met de rugwind die tot 500 meter hoogte gunstig was voor ZZW trek.

Datum	Tijd	Afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
16-8-99	Avond	0	0,78	0,34	
20-8-99	Ochtend	0,67	0,18	0,44	
	Middag	0,20	0,91	1,26	0,81
	Avond		0,56	0,16	0,07
21-8-99	Nacht		0,19	0,20	0
	Ochtend		1,21	0,74	0,36
	Middag		0,55	0,71	0,03
	Avond		1,30	0,77	0,69
22-8-99	Nacht		0,26	0,10	0,06
	Ochtend		0,48	0,64	0,42
	Middag		0,96	0,75	0,74
	Avond		2,68	1,26	1,36
23-8-99	Nacht		0,44	0,10	0,7
	Ochtend		0,07	0,21	0,10
16/23-8	Nacht		100%	44%	14%
	Ochtend	33%	96%	100%	43%
	Middag	7%	89%	100%	58%
	Avond	0%	100%	48%	40%

**Tabel 41** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand tot de kust in februari 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, hetgeen een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in February 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

De dichtheidsgradiënt vanuit de kust week overdag (ochtend en middag) af van de tot dan toe gevonden afname. De grootste dichtheden zijn pas tussen de 5½ - 7 km vastgesteld. In de laatste afstandsklasse was de dichtheid nog altijd de helft van de maximale dichtheid (43-58%). In de avond en nacht is wel de al gebruikelijke dichtheidsgradiënt waargenomen.



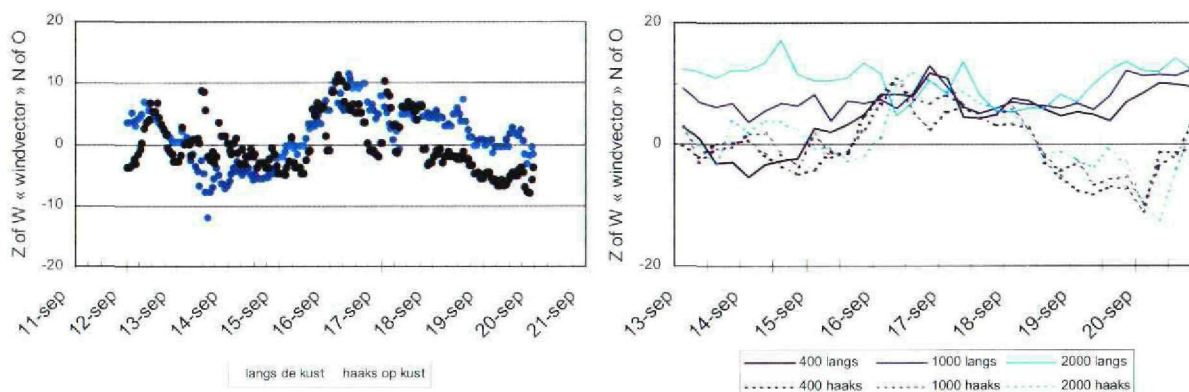
### 8.1.9 September

#### Meetperiode

Wegens onderhoud aan de zuidpier zijn de metingen uitgevoerd op de noordpier van IJmuiden. Deze pier steekt enkele honderden meters minder ver in zee, maar voldeed verder uitstekend. Daar is gemeten vanaf 13 september 's middags tot en met 19 september.

#### Meteo

Voorafgaand aan de meetsessie ontstond een krachtig hogedrukgebied boven de Oostzee en de Noordzee. Op 11, 12 en 13 september werd het in het zuidoosten meer dan 30° C. In de avond van de 12<sup>e</sup> nam vanuit het westen de bewolking toe en begon het, bij de nadering van een frontale zone, te regenen. Deze zone stagneerde boven ons land. Hierdoor vertoonden de middagtemperaturen van de 13<sup>e</sup> boven Nederland (begin van de meetsessie) grote verschillen: in het oosten was het 30° C of warmer, terwijl het aan de kust slechts 17 tot 18° C werd. Van 14 tot en met 16 september werd het weer bij ons bepaald door een volgende frontale zone, die eerst boven ons land bleef liggen en pas op de 16<sup>e</sup> naar het oosten wegtrok. De 14<sup>e</sup> en 15<sup>e</sup> waren hierdoor sombere dagen, met in de tussenliggende nacht dichte tot zeer dichte mist. In de loop van de 15<sup>e</sup> trok een storing langs de frontale zone over ons land naar het noorden. In de middag en avond kwamen onweersbuien tot ontwikkeling, waarbij flink wat regen viel. Vanaf de 17<sup>e</sup> werd het weer in grote lijnen gekenmerkt door een krachtig hogedrukgebied, dat zich van Scandinavië naar de Balkan verplaatste. Op de 17<sup>e</sup> trok een koufront langzaam oostwaarts over ons land. Deze frontpassage ging vergezeld van veel bewolking, waaruit geruime tijd regen viel. Met een naar zuidoost krimpende wind was 18 september een droge dag met maxima van 22° C. Ook op de 19<sup>e</sup> was het aanvankelijk zonnig. In de loop van de dag nam de bewolking echter toe op de nadering van een frontale zone, gevolgd door regen in de avond. Met maxima tot 23 à 24° C had het weer een drukkend karakter (maandoverzicht september 1999, KNMI 1999).



**Figuur 42** Windvectors (m/s) geprojecteerd langs en haaks op de kust, september 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, September 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

De windvectors tot 400 meter hoogte, parallel aan de kust waren aan het begin van de sessie tot aan de nacht van 14 op 15 september geschikt voor trek naar het ZZW. Hogerop stond een stevige tegenwind. In de loop van de avond van de 18<sup>e</sup> tot aan het einde van de meetsessie zijn de windvectors positief voor wegtrek naar Engeland, tot op grote hoogte. In de tussenliggende periode was de windvector negatief.

#### Waargenomen vogelsoorten en aantallen

Dit was een weinig soortenrijke periode. Een aantal grote vogels werden door de radar gevolgd, waaronder: Aalscholvers (39 exemplaren, 21 groepen), Middelste Jager (1 exemplaar) en Sperwers (2 exemplaren, 2 groepen). De meeuwen & sterns waren weer rijkelijk vertegenwoordigd: meeuw spec. (1485 exemplaren, 480 groepen), Grote Sterns (16 exemplaren, 4 groepen), Kokmeeuwen (56 exemplaren, 30 groepen), Kleine Mantelmeeuwen (75 exemplaren, 67 groepen), Zilvermeeuwen (602



exemplaren, 223 groepen) en Stormmeeuwen (63 exemplaren, 63 groepen). Verder zijn zangvogels en andere kleine soorten watervogels overdag nooit waargenomen.

Op 15 september werden de gehele dag visuele panoramatellingen uitgevoerd. Door het slechte weer, met harde wind en regen, vielen enkele tellingen uit. In totaal werden 510 exemplaren waargenomen over 5 tellingen. Meeuwen (99%) domineerden het beeld.

#### Soortenverdeling naar hoogteklasse

Overdag werd 89% van de vliegpaden onder de 100 meter opgenomen. Weer betrof het hoofdzakelijk meeuwen & sterns. Boven de 100 meter werden, naast de grote aantallen meeuwen & sterns, een paar grote vogels en grote watervogels waargenomen. De nachten vertoonden veel meer differentiatie. Slechts 56% vloog onder de 100 meter. Dit waren voor de helft meeuwen & sterns. 26% respectievelijk 15% van de vliegpaden betroffen grote en kleine watervogels. Boven de 100 meter nam het aandeel van de soortgroep meeuwen & sterns nog verder af en vormden nog slechts een kwart van de vliegpaden, terwijl de helft van de vliegpaden bestond uit grote watervogels (eenden en steltlopers) en een vijfde uit kleine watervogels (vooral stefflopers). De zangvogels namen samen nog steeds slechts 9% voor hun rekening.

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	1478	89%	11%		
	Grote vogel	54	80%	20%	4%	8%
	Meeuw & Stern	1155	91%	9%	93%	81%
	Grote watervogel	43	70%	30%	3%	10%
	Kleine watervogel	3	100%		0%	
	Grote zangvogel	1	100%		0%	
	Kleine zangvogel	1		100%		1%
Nacht	Totaal	1382	56%	44%		
	Grote vogel	22	64%	36%	3%	2%
	Meeuw & Stern	312	74%	26%	48%	24%
	Grote watervogel	279	45%	55%	26%	45%
	Kleine watervogel	143	51%	49%	15%	20%
	Grote zangvogel	45	56%	44%	5%	6%
	Kleine zangvogel	22	50%	50%	3%	3%

**Tabel 42** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, september 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, September 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

#### Vliegrichtingen

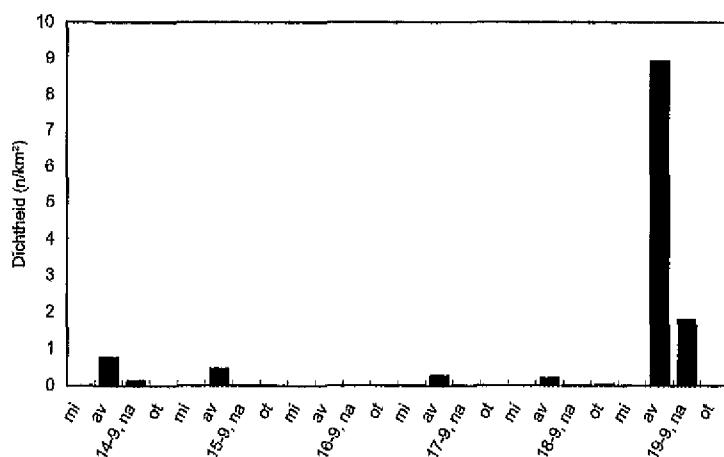
In de nachten was een driedeling van richtingen zichtbaar. Grote en kleine watervogels vertoonden een éénduidige significante vliegrichting parallel aan de kust, terwijl grote zangvogels deels richting ZW de zee instaken en deels parallel langs de kust naar het ZZW vlogen. Naast deze richtingen vertoonden de kleine zangvogels opvallend veel *reversed migration*. Hierdoor kwam geen duidelijke voorkeursrichting naar voren. Het merendeel van alle vliegpaden ging naar het ZZW (60%, n = 932). Overdag konden we geen enkele dominant significante richting vinden.

Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNQ	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	54	23	7	17	7	n.s.
	Meeuw & Stern	1156	343	291	280	242	n.s.
	Grote watervogel	43	12	12	14	5	n.s.
	Kleine watervogel	3	2		1		
	Grote zangvogel	1			1		
	Kleine zangvogel	1			1		
Nacht	Totaal	1479	456	351	371	301	n.s.
	Grote vogel	27	14	4	6	3	n.s.
	Meeuw & Stern	315	98	65	73	76	n.s.
	Grote watervogel	287	59	40	134	54	199°
	Kleine watervogel	165	32	24	69	40	217°
	Grote zangvogel	61	14	4	30	13	233°
	Kleine zangvogel	34	10	4	14	6	n.s.
	Totaal	1489	373	222	559	335	-

**Tabel 43** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, september 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, September 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

### Elevatiescans

In september is alleen in de avonduren gerichte vogeltrek waargenomen. Alleen in de laatste nacht zijn grote aantallen gemeten. Overdag zijn geen dichtheden geanalyseerd.



**Figuur 43** 2D-Dichtheid (echo's/km<sup>2</sup>) boven 100 meter in september 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km<sup>2</sup>) above 100m altitude in September 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and divided by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also given. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

Uit de vliegpaden bleek dat de spectaculaire laatste nacht kleine watervogels (ca. 40%) en (kleine) zangvogels (40-50% van de vliegpaden) betrof. In de eerste twee nachten werden vooral grote en kleine watervogels vastgesteld (60-80% van de vliegpaden). In de tussenliggende periode (15 t/m 18 september) domineerden de vliegbewegingen naar het NNO (*reversed migration*), waarbij een mengelmoes aan soorten werd waargenomen.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid		Vliegrichting	
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)
13-9-99	Avond	284°	0,8	2,0	150	201
14-9-99	Nacht	284°	0,1	0,9	150	178
	Avond	284°	0,5	1,9	150	201
16-9-99	Avond	284°	0,3	0,7	150	360
17-9-99	Avond	284°	0,2	0,4	150 / 350	42
18-9-99	Ochtend	284°	0,0	0,1	150	342
	Avond	284°	8,9	16,2	150	262
19-9-99	Nacht	284°	1,8	5,8	150	227

**Tabel 44** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in september 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de algemene dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in September 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

Alleen de avond en nacht van 18-19 september worden besproken. Op de avond van de 18<sup>e</sup> zagen we een hoogtepatoon met een langzaam afnemende dichtheid tot 2000 meter hoogte. De piekdichtheid bevond zich onderin, waar in de luchtlag van 100-200 meter hoogte 16,2 echo's per km<sup>3</sup> werden vastgesteld. De windvector was optimaal tussen 200 en 2000 meter hoogte. Onder de 200 meter was de windsnelheid lager en boven de 2000 meter draalde de wind zodat een tegenwindvector ontstond. De hoogteverdeling van de echo's volgde dit windprofiel. De aansluitende nacht week hier niet veel van af. De dichtheid nam weer naar boven toe af en boven 1100 meter werden geen vogels meer waargenomen. De grootste dichtheid (5,8 echo's per km<sup>3</sup>) werd waargenomen tussen de 100 en 200 meter hoogte.

Datum	Tijd	afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
13-9-99	Avond		1,18	0,82	0,24
14-9-99	Nacht		0,09	0,18	0,13
	Avond		1,60	0,80	0,56
16-9-99	Avond		0,34	0,10	0,32
17-9-99	Avond		0,58	0,16	0
18-9-99	Ochtend		0	0,13	0
	Avond		23,01	10,01	6,84
19-9-99	Nacht		4,65	2,22	0,74
13/19-9	Nacht		100%	50%	18%
	Ochtend		0%	100%	0%
	Avond		100%	45%	30%

**Tabel 45** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in september 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, wat een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in September 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

In deze maand was een duidelijke dichtheidsgradiënt aanwezig. Per 1½ km afstand werd de dichtheid gehalveerd. Tussen 7 en 8½ km werd nog slechts 25% van de maximale dichtheid (op 4 - 5½ km) vastgesteld.



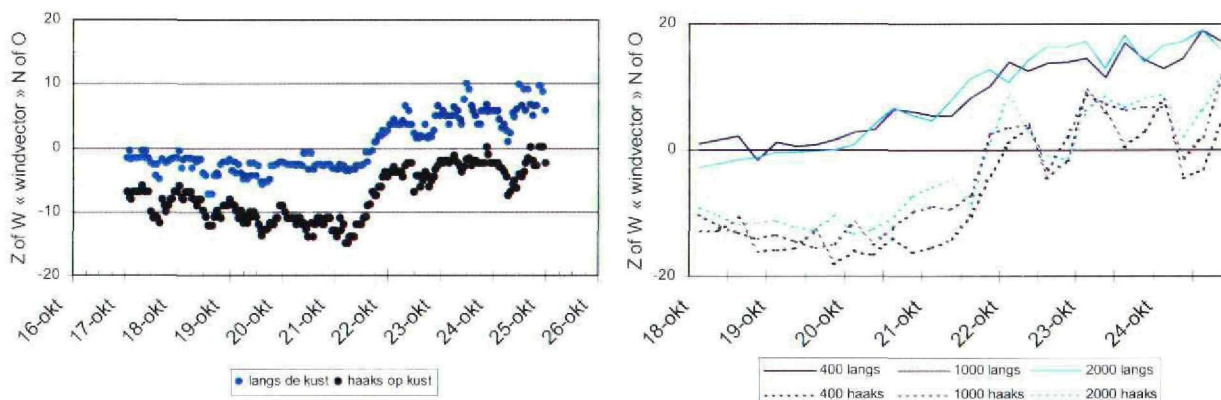
## 8.1.10 Oktober

### Meetperiode

Alle metingen zijn uitgevoerd op de punt van de zuidpier, vanaf 18 oktober 's middags tot het eind van de ochtend van de 24<sup>e</sup>. De wind was gedurende de hele periode hard, maar dankzij de oostelijke richting was verplaatsen naar het strand niet nodig.

### Meteo

Vanaf 16 tot en met 20 oktober bevond ons land zich tussen een krachtig hogedrukgebied boven Scandinavië en een gordel van lagedruk boven de Middellandse Zee. Met een ooststroming werd droge en koude lucht naar ons land gevoerd. Er was vrijwel geen bewolking en met dagelijks 8 tot 10 uren zon was het fraai weer. Overdag werd het 10 – 12° C, 's nachts daalde het kwik aan de kust tot 4° C. Op de 20<sup>e</sup> drong een frontale zone boven Frankrijk langzaam naar het noorden op. Hierdoor nam de dichtheidsgradiënt boven onze omgeving toe en stond er een vrij krachtige schrale oostenwind. Op 21 oktober trok de frontale zone met veel bewolking en af en toe regen over ons land naar het noorden. Daarna stond het weer bij ons onder invloed van een zeer actieve en omvangrijke depressie, de restanten van een orkaan. Deze depressie trok tot aan het eind van de meet sessie in oostelijke richting door naar de Oostzee. Aan de oostflank van de depressie werd zeer zachte lucht naar onze omgeving gevoerd, waardoor de temperatuur omhoog ging. Op de 23<sup>e</sup> werd het op veel plaatsen met veel zon 18° C. Op de 22<sup>e</sup> viel overdag vrij veel regen (maandoverzicht oktober 1999, KNMI 1999).



**Figuur 44** Windvectors (m/s) geprojecteerd langs en haaks op de kust, oktober 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, October 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

Vanaf het begin van de meet sessie tot halverwege 21 oktober waren de omstandigheden optimaal voor zeewaarts gerichte trek. Daarna werd de windvector uitermate negatief voor ZZW trek parallel aan de kust. Voor zeewaarts gerichte trek was de meewindvector neutraal tot negatief. Ook de bewolking en de regen in de tweede helft van de meet week waren ongunstig voor vogeltrek.

### Waargenomen vogels en aantallen

Dé vogeltrekmaand bij uitstek leverde een lange soortenlijst op. Van alle soorten werden grote aantallen soorten waargenomen. De meest in het oog springende waarnemingen overdag waren: gans spec. (365 exemplaren, 6 groepen), Kleine Zwaan (19 exemplaren, 3 groepen), Rotgans (131 exemplaren, 4 groepen), Grote Mantelmeeuw (32 exemplaren, 23 groepen), meeuw spec. (vooral grote meeuwen; 1195 exemplaren, 252 groepen), Zilvermeeuw (420 exemplaren, 252 groepen), Goudplevier (28 exemplaren, 6 groepen), Zwarte Zee-eend (257 exemplaren, 22 groepen), Spreeuw (6642 exemplaren, 28 groepen) en Vink (321 exemplaren, 11 groepen). De langdurige oostelijke stroming zorgde voor veel zeewaarts gerichte trek, waardoor stuwings op lage hoogte naar het ZZW, zo kenmerkend voor visueel waargenomen vogeltrek in het najaar, weinig werd waargenomen.

Tijdens de visuele panoramatellingen op 20 oktober werden, bij een harde oostenwind, 2024 vogels waargenomen tijdens 5 tellingen. Het merendeel van de vogels waren meeuwen (96%). Zangvogels werden nauwelijks waargenomen (5 exemplaren).

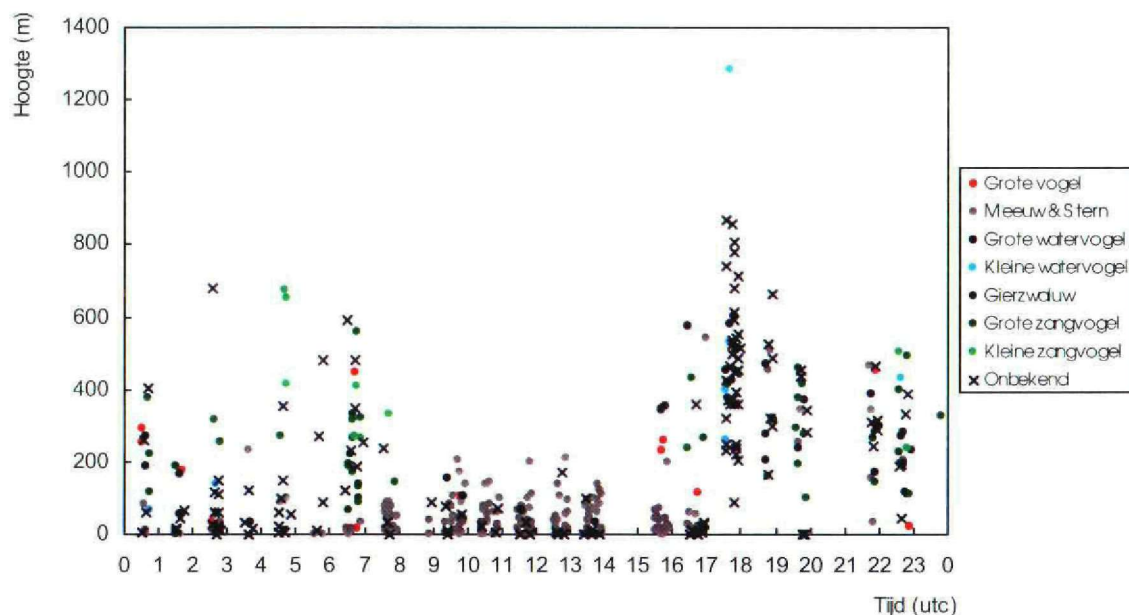
#### Soortenverdeling naar hoogteklaas

Ook in oktober bevonden de vliegpaden zich voornamelijk onder de 100 meter (84%). Vrijwel altijd (85%) betrof dit meeuwen & sterns. De overige vliegpaden waren van grote watervogels en grote vogels. Boven de 100 meter was het beeld heel anders. Nog slechts 45% van de vliegpaden betrof meeuwen & sterns, terwijl 28% uit zangvogels (Vinken, Spreeuwen) bestond. In de nachten werd 57% van de vliegpaden onder de 100 meter opgenomen. Hoewel nog steeds de meerderheid bestond uit meeuwen & sterns (66%), zagen we het aandeel grote watervogels (eenden, steltlopers) al duidelijk toenemen. Boven de 100 meter verdwenen 's nachts de meeuwen & sterns (1), en werden vooral grote watervogels (47%) en zangvogels (31%) waargenomen. De meeste zangvogelachtige vleugelslagfrequenties kwamen overeen met die van Koperwieken en Zanglijsters (11-12Hz).

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	1179	84%	16%		
	Grote vogel	47	64%	36%	4%	12%
	Meeuw & Stern	719	91%	9%	85%	45%
	Grote watervogel	86	81%	19%	9%	12%
	Kleine watervogel	5	20%	80%	0%	3%
	Grote zangvogel	39	41%	59%	2%	17%
	Kleine zangvogel	16		100%		11%
Nacht	Totaal	1749	57%	43%		
	Grote vogel	35	26%	74%	2%	6%
	Meeuw & Stern	379	90%	10%	66%	8%
	Grote watervogel	317	33%	67%	20%	47%
	Kleine watervogel	58	38%	62%	4%	8%
	Grote zangvogel	134	24%	76%	6%	23%
	Kleine zangvogel	50	22%	78%	2%	8%

**Tabel 46** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, oktober 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, October 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

Figuur 45 geeft een kenmerkende dag uit de oktoBERSessie weer (20 oktober 1999). Wat opviel in nachten met vogeltrek, was het ontbreken van de soortgroep meeuwen & sterns. Overdag werden die wel waargenomen. 's Nachts zijn regelmatig zangvogels tot aan 500 meter hoogte waargenomen. Verder vielen de groepen zangvogels in de ochtend, vlak na zonsopgang, op. Fronten Spreeuwen (tot 1300 exemplaren) en groepen Vinken (tot 75 exemplaren) vlogen zowel parallel aan de kust naar het ZZW als zeewaarts naar het WZW. Vooral de groepen Vinken kozen voor een zeewaarts gerichte trek.



**Figuur 45** Vlieghoogten en soortgroepen van de verschillende vliegpaden op 20 oktober 1999 te IJmuiden. *Altitudes and species groups (colour) of different flight paths during 20 October 1999.*

#### Vliegrichtingen

Ideale omstandigheden om de Noordzee over te steken (harde oosten wind) waren ruim voorhanden. Breedfronttrek richting Engeland is dan ook op alle dagdelen waargenomen. Zangvogels hielden een meer WZW tot ZW vliegrichting aan dan watervogels. Evenals in september hadden de kleine zangvogels in de nacht een voorkeur voor een ZW richting, maar het aandeel *reversed migration* was zo groot dat geen éénduidige significante richting kon worden vastgesteld.

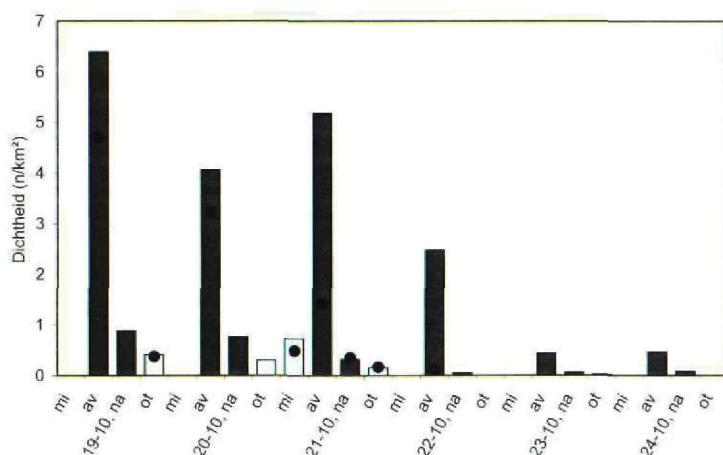
Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	47	8	5	21	13	n.s.
	Meeuw & Stern	719	187	65	200	267	275°
	Grote watervogel	87	33		28	26	-
	Kleine watervogel	5	1		1	3	
	Grote zangvogel	39	1	2	18	18	233°
	Kleine zangvogel	16		2	6	8	
	Totaal	1188	297	102	359	430	269°
Nacht	Grote vogel	39	8	1	13	17	254°
	Meeuw & Stern	393	89	48	105	151	265°
	Grote watervogel	326	77	17	101	131	261°
	Kleine watervogel	63	5	3	24	31	244°
	Grote zangvogel	158	9	11	51	87	248°
	Kleine zangvogel	54	15	3	18	18	n.s.
	Totaal	1858	391	152	537	778	261°

**Tabel 47** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, oktober 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, October 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

#### Elevatiescans

Op de avonden, en in mindere mate de opvolgende nachten van 18, 19, 20 en 21 oktober zijn hoge echodichtheden vastgesteld. Op 19, 20 en 21 oktober werd ook overdag gerichte trek waargenomen.





**Figuur 46** 2D-Dichtheid (echo's/km<sup>2</sup>) boven 100 meter in februari 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km<sup>2</sup>) above 100m altitude in February 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and divided by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also given. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

Uit de vliegpaden bleek dat er in de eerste nacht vooral veel grote watervogels vlogen (60% van de vliegpaden). Op de avonden en opvolgende nachten van 19 en 20 oktober betroffen veel (40-50%) van de vliegpaden (grote) zangvogels (lijster spec.). De echo's overdag betroffen vaak meeuwen, maar in de ochtenden van 19 en 20 oktober staken regelmatig Vinken en Spreeuwen de zee in (10% van de vliegpaden). Opvallend was de richtingsdraaiing deze week: tot aan de 21<sup>e</sup> overdag overheersten de ZZW vliegrichtingen, daarna ging bijna 50% van alle vliegpaden naar het NNO.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid			Vliegrichting	
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>2</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)	
18-10-99	Avond	284°	6,4	12,2	350	244	
19-10-99	Nacht	284°	0,8	1,6	350	230	
	Ochtend	284°	0,4	2,3	150	245	
	Avond	284°	4,1	8,1	150	249	
20-10-99	Nacht	284°	0,8	1,9	150	238	
	Ochtend	284°	0,3	1,6	150	230	
	Middag	284°	0,5	2,9	150	264	
	Avond	284°	5,2	15,5	150	262	
21-10-99	Nacht	284°	0,3	1,3	150	245	
	Ochtend	284°	0,2	1,1	150	250	
	Avond	284°	2,5	7,4	150	281	
22-10-99	Nacht	284°	0,1	0,2	250	44	
	Avond	284°	0,4	1,2	150	334	
23-10-99	Nacht	284°	0,1	0,2	150/ 250	21	
	Ochtend	284°	0,4	2,4	250	2	
	Avond	284°	0,5	0,8	150/ 250	4	
	Nacht	284°	0,1	0,4	450	17	
18-10-99	Avond	194°	4,7	7,9	450	244	
19-10-99	Ochtend	194°	0,4	1,1	150/ 250	245	
	Avond	194°	3,2	6,7	250	249	
20-10-99	Middag	194°	0,5	2,9	150	264	
	Avond	194°	1,4	3,2	150	262	
21-10-99	Nacht	194°	0,4	1,5	150	245	
	Ochtend	194°	0,2	0,7	150	250	
	Avond	194°	0,1	0,3	150/ 350	281	

**Tabel 48** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in oktober 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de algemene dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaa en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in October 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

Op de avonden van 18, 19 en 20 oktober vertoonden de hoogteverdelingen grote gelijkens; de grootste dichtheden werden gemeten tussen de 100 en 400 meter. Daarboven namen de dichtheden snel af. Boven de 1200 meter werden geen vogels meer waargenomen. De piekdichtheden bedroegen 12,2 echo's per km<sup>3</sup> tussen de 300 en 400 meter op 18 oktober, 8,1 echo's per km<sup>3</sup> tussen 100 en 200 meter op 19 oktober en 15,5 echo's per km<sup>3</sup> tussen 100 en 200 meter op 20 oktober. De vliegrichtingen draaiden in de loop van de avonden van 244° naar 262°, conform de windrichtingen die van O, via OZO naar ZO draaiden.

Datum	Tijd	Afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
18-10-99	Avond		16,91	12,78	9,23
19-10-99	Nacht		3,15	1,80	0,58
	Ochtend		1,36	0,60	0,44
	Avond		12,88	9,53	6,02
20-10-99	Nacht		2,37	1,05	0,76
	Ochtend		0,59	0,60	0,31
	Middag		1,75	0,61	0,48
	Avond		13,22	10,29	6,10
21-10-99	Nacht		1,02	1,14	0,35
	Ochtend		0,56	0,43	0
	Avond		8,67	3,86	1,67
22-10-99	Nacht		0,19	0,12	0,03
	Avond		1,86	0,78	0,54
23-10-99	Nacht		0,27	0,22	0,13
	Ochtend		0,07	0,10	0,05
	Avond		1,39	1,13	0,56
24-10-99	Nacht		0,27	0,17	0,04
18/24-10	Nacht		100%	62%	26%
	Ochtend		100%	67%	31%
	Middag		100%	35%	28%
	Avond		100%	70%	45%

**Tabel 49** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in oktober 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, wat een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in October 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

In de maand oktober was weer een fraaie dichtheidsgradiënt te zien vanaf de kust. Met uitzondering van de middag waren de echo's geconcentreerd tussen 5½ - 7 km van de kust (62-70% van de maximale dichtheid). Voorbij 7 km vloog nog circa 1/3 van het maximum, in de avond zelfs bijna de helft.



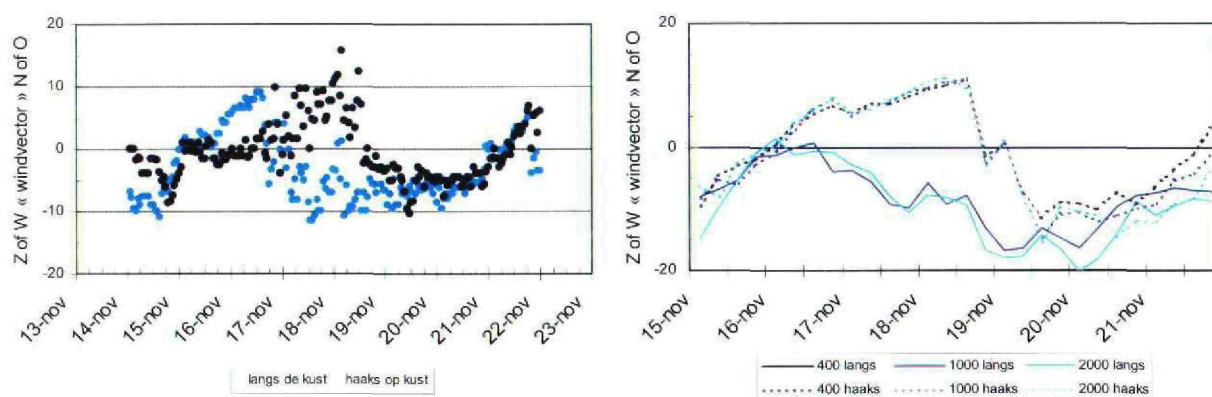
### 8.1.11 November

#### Meetperiode

Aan het eind van de middag van de 15<sup>e</sup> startte het meetprogramma op de punt van de Zuidpier. Vanwege een NW storm verhuisden we in de middag van de 16<sup>e</sup> naar de locatie op het strand. Aan het eind van de middag van de 20<sup>e</sup> zijn we teruggekeerd naar de punt van de pier, maar door technische problemen konden we de grote golf die net begonnen was jammer genoeg niet verder volgen.

#### Meteo

Op de 14<sup>e</sup> bevond ons land zich nog enige tijd in de warme sector van een depressie boven Finland. Er viel enige tijd motregen en het werd op veel plaatsen 10 à 11° C. In de middag passeerde het koufront, waarna de wind naar het noordoosten ruimde en de temperatuur sterk omlaag ging. Op 15 november trok een hogedrukgebied van Zuid-Noorwegen naar Polen. Met een zwakke ooststroming werd koude en droge lucht aangevoerd. Het was een zonnige, maar koude dag, met maxima tot 8° C. In de nacht van 15 op 16 november vroomde het met weinig wind licht. Onder invloed van een koufront dat rond de middag van de 16<sup>e</sup> passeerde werd het overdag niet warmer dan 3 à 4° C. Na de passage van het koufront kreeg het weer een guur karakter. Met een koude en onstabiele noordweststroming dreven talrijke winterse buien van de Noordzee landinwaarts. Tot aan de 21<sup>e</sup> lieten de weerkaarten een krachtig hogedrukgebied ten westen van de Britse Eilanden zien en opeenvolgende depressies boven Scandinavië. Met een krachtige noordstroming werd van hoge breedtegraden zeer koude lucht naar onze omgeving gevoerd. Boven het relatief warme Noordzeewater kwamen talrijke zware winterse buien met regen, hagel, sneeuw en onweer tot ontwikkeling, die landinwaarts dreven. In de ochtend van de 18<sup>e</sup> resulteerde dat in het binnenland plaatselijk een in sneeuwdek van 5 cm. (maandoverzicht november 1999, KNMI 1999).



**Figuur 47** Windvectoren (m/s) geprojecteerd langs en haaks op de kust, november 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectoren afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, November 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

Op de middag van de 16<sup>e</sup> werd de windvector positief voor trek parallel aan de kust naar het ZZW. Dankzij toename van de wind boven de 400 meter werd de windvector vanaf de 19<sup>e</sup> nog beter. Een dalende temperatuur zorgde voor de eerste koudevlucht op de 20<sup>e</sup>. Vanaf 19 november tot het eind van de meet sessie waren de windvectoren positief voor zeewaarts gerichte trek.

#### Waargenomen vogelsoorten en aantallen

Mede door de koudevlucht van 20 november zijn veel soorten waargenomen. Het gaat vooral om grote vogels en grote watervogels, naast uiteraard een groot aandeel meeuwen. Overdag worden o.a. gezien: gans spec. (306 exemplaren, 11 groepen), Grote Mantelmeeuw (17 exemplaren, 14 groepen), meeuw spec. (588 exemplaren, 206 groepen), Stormmeeuw (27 exemplaren, 24 groepen), Zilvermeeuw (629 exemplaren, 211 groepen), steltloper spec. (mogelijk ging het vooral om Rosse Grutto's, 809 exemplaren, 32 groepen), Kievit (66 exemplaren, 6 groepen), Rosse Grutto (320 exemplaren, 3 groepen), Pijlstaart (78 exemplaren 3 groepen), Zwarte Zee-eend (114 exemplaren, 10



groepen), Alk/Zeekoet (39 exemplaren, 7 groepen), Spreeuw (107 exemplaren, 4 groepen) en Vink (41 exemplaren, 4 groepen).

Tijdens de visuele panoramatellingen op 17 november werden 4288 vogels waargenomen gedurende slechts 7 tellingen. Het merendeel bestond uit meeuwen (99%), met een paar Zeekoeten (24 exemplaren, 1%).



**Foto 9** Niet altijd waren de omstandigheden gunstig om op de punt van de zuidpier te gaan staan. *Weather conditions were not always favourable for radar measurements at the end of the southern pier of IJmuiden.*

#### Soortenverdeling naar hoogteklasse

Overdag is 'slechts' 56% van de vliegpaden onder de 100 meter waargenomen. Hiervan betrof het merendeel weer meeuwen (89%). Boven de 100 meter was het merendeel van de vliegpaden van meeuwen (79%) en grote watervogels (12%, o.a. Pijlstaart en Rosse Grutto). 's Nachts werden ongeveer evenveel echo's onder de 100 meter opgenomen als overdag (57%). 's Nachts was de soortenverdeling meer vergelijkbaar met de andere maanden uit het najaar, met veel meeuwen en grote watervogels in de onderste 100 meter. Boven de 100 meter vlogen vrijwel uitsluitend grote en kleine watervogels. Het aantal zangvogels nam af tot nog slechts 4% van de vliegpaden.

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	921	56%	44%		
	Grote vogel	23	30%	70%	2%	6%
	Meeuw & Stern	524	57%	43%	89%	79%
	Grote watervogel	59	42%	58%	7%	12%
	Kleine watervogel	8	100%		2%	
	Grote zangvogel	6	17%	83%	0%	2%
	Kleine zangvogel	4		100%		1%
Nacht	Totaal	1175	57%	43%		
	Grote vogel	18	33%	67%	2%	5%
	Meeuw & Stern	257	92%	8%	74%	8%
	Grote watervogel	240	27%	73%	20%	68%
	Kleine watervogel	51	22%	78%	3%	15%
	Grote zangvogel	8		100%		3%
	Kleine zangvogel	5	40%	60%	1%	1%

**Tabel 50** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, november 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, November 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

## Vliegrichtingen

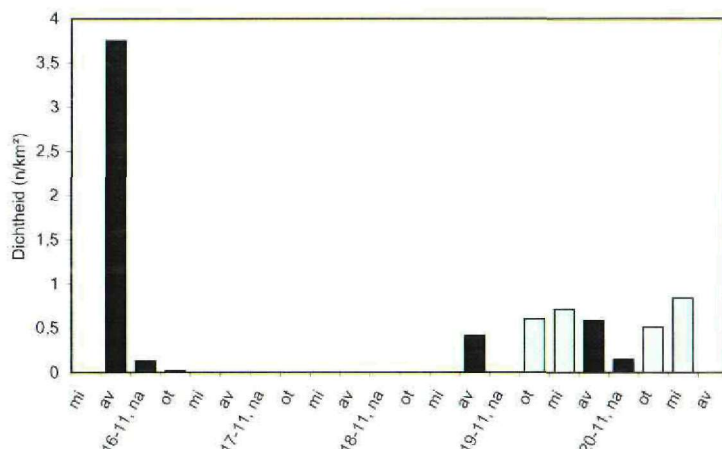
Leken de meeuwen (en sterns) overdag ZZW tot WZW georiënteerd, in de nacht vertoonden ze lokaal gedragen en vlogen alle kanten op. De watervogels hadden drie voorkeursrichtingen. Niet alleen vlogen ze parallel aan de kust naar het zuiden en over de kust richting Engeland, maar bovendien leidde een groot deel van de vliegpaden van de grote watervogels parallel aan de kust naar het noorden.

Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	23	5	2	13	3	
	Meeuw & Stern	524	55	74	243	152	215°
	Grote watervogel	59	28	2	21	8	n.s.
	Kleine watervogel	8	8				
	Grote zangvogel	6		1	3	2	
	Kleine zangvogel	4				4	
	Totaal	921	135	174	404	208	210°
Nacht	Grote vogel	19	4	3	9	3	
	Meeuw & Stern	263	63	80	73	47	n.s.
	Grote watervogel	262	64	24	102	72	237°
	Kleine watervogel	52	11	2	28	11	230°
	Grote zangvogel	10			7	3	
	Kleine zangvogel	5	1		3	1	
	Totaal	1223	231	289	448	255	192°

**Tabel 51** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, november 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, November 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*

## Elevatiescans

Aan het begin van de meetweek vond al direct in de avond een kleine doortrekpiek plaats. Na een onstuimige weersperiode met weinig vogelbewegingen zorgden dalende temperaturen voor een lichte opleving van de trek in de laatste twee dagen.



**Figuur 48** 2D-Dichtheid (echo's/km²) boven 100 meter in november 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km²) above 100m altitude in November 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and divided by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also given. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

Gedurende alle dagdelen met gerichte trekbewegingen domineerden de grote watervogels. Zowel overdag als 's nachts werden veel ganzen en steltlopers gezien. Tijdens de piek aan het begin van de meetweek waren de vliegrichtingen naar het NNO dominant. Vanaf de 19<sup>e</sup> waren de vliegrichting overwegend ZZW tot W.



Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid			Vliegrichting
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	Gemiddeld (graden)
15-11-99	Avond	284°	3,8	4,8	650	272
16-11-99	Nacht	284°	0,1	0,3	150	31
	Ochtend	284°	0,0	0,2	150	3
18-11-99	Avond	284°	0,4	1,1	150	207
19-11-99	Ochtend	284°	0,6	3,6	150	220
	Middag	284°	0,7	2,6	150	221
	Avond	284°	0,6	1,6	150	232
20-11-99	Nacht	284°	0,2	0,5	150	197
	Ochtend	284°	0,5	3,6	150	212
	Middag	284°	0,8	4,5	150	212
15-11-99	Avond	194°	0,9	1,6	150	272

**Tabel 52** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in november 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de algemene dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in November 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

Op de avond van de 15<sup>e</sup> was de gemiddelde vliegrichting pal west. De hoogste dichtheden zijn vastgesteld tussen de 100 en 1700 meter hoogte, met de piekdichtheid tussen de 600 en 700 meter (4,8 echo's per km<sup>3</sup>). Tot 2000 meter hoogte was de windvector zuiver positief voor een vliegrichting naar het westen. De dichtheden aan het eind van de week waren niet hoog, maar worden hier toch besproken omdat het de eerste koudegolf betrof. Tot grote hoogte stond er een stormachtige NO wind (kracht 7). Het nulgraden niveau lag tussen 200 en 400 meter hoogte. Hoewel de wind op alle hoogtes in de rug woei, vond de meeste trek plaats in de onderste 100<sup>e</sup> meters, met overal piekdichtheden tussen 100 en 200 meter. Boven de 500 tot 800 meter vond geen trek meer plaats.

Datum	Tijd	Afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
15-11-99	Avond		9,66	6,93	6,50
16-11-99	Nacht		0,08	0,20	0,17
	Ochtend		0,04	0,03	0
18-11-99	Avond	0,60	0,57	0,10	
19-11-99	Ochtend	0,79	0,64	0,37	
	Middag	0,53	0,88	0,73	
	Avond	1,38	1,38	0,66	
20-11-99	Nacht	0,21	0,14	0,10	
	Ochtend	0,42	0,57	0,55	
	Middag	0,28	1,23	1,46	0,86
15/20-11	Nacht	72%	73%	100%	57%
	Ochtend	97%	100%	76%	0%
	Middag	37%	96%	100%	39%
	Avond	17%	100%	66%	56%

**Tabel 53** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in november 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>2</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, wat een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in November 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>2</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

Tijdens de koudegolf trad pas na 7 km een afname van de dichtheid op. De dichtheid nam tot 7 km afstand nauwelijks af. Op de middag van de 20<sup>e</sup> werd zelfs de hoogste dichtheid geregistreerd tussen 5½ en 7 km uit de kust.



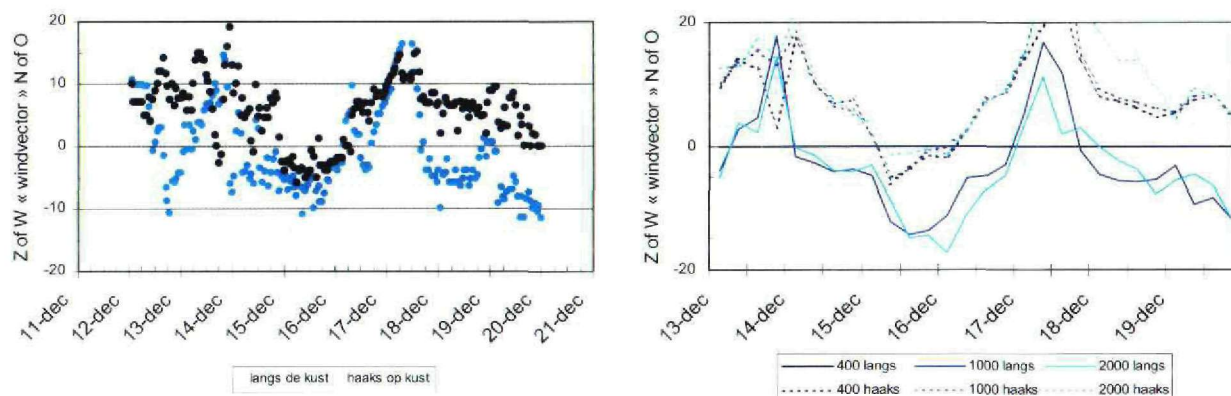
## 8.1.12 December

### Meetperiode

Op 13 december, vlak voordat het donker werd, startten we op de strandlocatie. Een harde NW tot W wind hield ons van de punt van de pier. Na een kleine koudevlucht gevolgd door zeer slecht weer, eindigden we de sessie op de middag van de 16<sup>e</sup>.

### Meteo

Op 13 december, 00:00 UTC, bevond zich voor de Noorse kust ter hoogte van Stavanger een kleine depressie, die met de bijbehorende koudeput naar het zuidzuidoosten trok. De depressie bereikte op de 14<sup>e</sup> de Waddeneilanden en koerste vandaar naar de Oostzee. Vanaf die dag steeg de luchtdruk boven de Britse Eilanden flink. Door deze ontwikkelingen ruimde de luchtstroming boven onze omgeving van zuidzuidwest naar noordnoordwest en ging de temperatuur omlaag. Op de 15<sup>e</sup> werd het niet warmer dan 2 à 3° C. In de nacht van 15 op 16 vroomde het op de meeste plaatsen licht. De neerslag viel veelal in de vorm van winterse buien. Onder invloed van een frontale zone boven de Noordzee en van een sterk uitdiepende depressie die snel van het zeegebied ten zuiden van IJsland naar de Botnische Golf trok, kromp de wind bij ons weer naar het zuidwesten en nam flink in kracht toe. Tijdens de passage van het koufront in de avond van de 17<sup>e</sup> stond er een harde zuidwesten wind met zware windstoten die aan de kust aantrok tot stormkracht. Landelijk viel die dag 9 mm regen. De temperatuur ging geleidelijk weer omhoog. Vanaf de 18<sup>e</sup> werd, langs de oostflank van een hogedrukgebied boven Engeland, zeer koude onstabiele lucht naar ons land gevoerd. Talrijke winterse buien dreven van de Noordzee landinwaarts. Hierdoor lag op de 19<sup>e</sup> in het noordoosten van het land een sneeuwdek van 6 cm. De maximumtemperatuur daalde van aanvankelijk 6° C naar 3° C op de 19<sup>e</sup> (maandoverzicht december 1999, KNMI 1999).



**Figuur 49** Windvectors (m/s) geprojecteerd langs en haaks op de kust, december 1999, IJmuiden. In de linker figuur zijn de windvectors afgeleid uit de gemeten wind op 10 meter hoogte. In de rechter figuur wordt de windvector op 400, 1000 en 2000 meter hoogte uit het HIRLAM model weergegeven, langs (doorgetrokken lijn) of haaks op (gestippelde lijn) de kustlijn. *Wind vectors related to bird movements along (light blue or line) and perpendicular to (dark blue or dashed line) the coastline, December 1999. Left figure: measured wind vectors at 10 m altitude. Right figure: wind vectors at 400, 1000 and 2000 m altitude, obtained from HIRLAM model.*

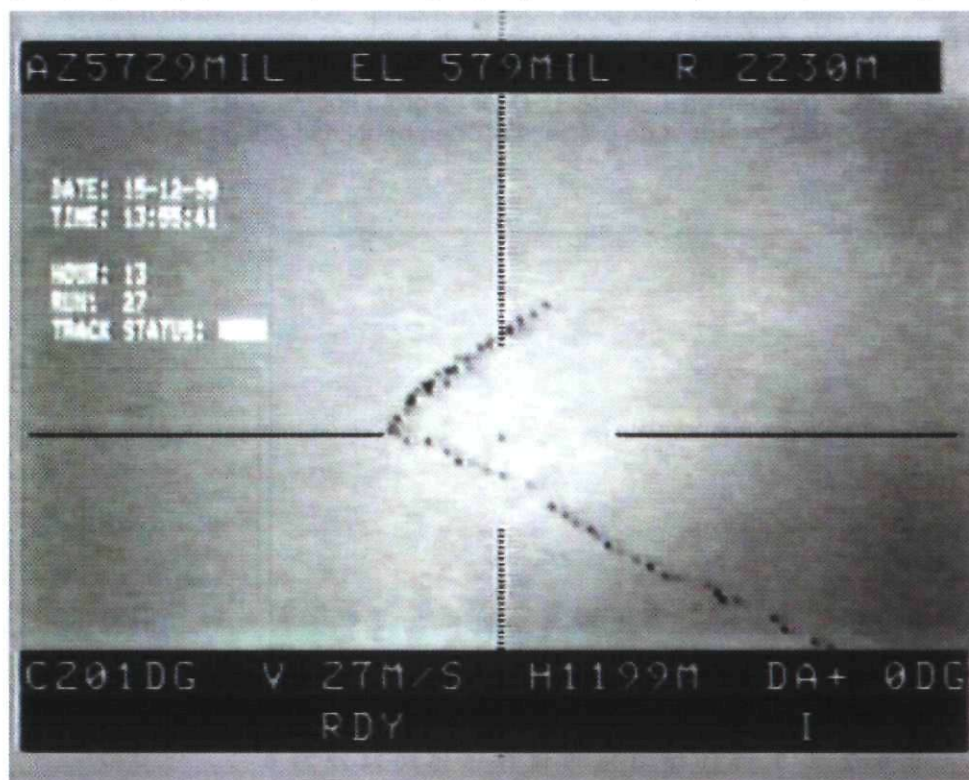
Tijdens een korte periode rond 15 december, met lage temperaturen en vooral hogerop grote windvectors in een ZZW richting, waren de weersomstandigheden ideaal voor een koudevlucht. Al in de loop van de 16<sup>e</sup> namen de gunstige windvectors sterk af. Regen en storm zorgen vervolgens voor negatieve weerparameters in de tweede helft van de meetsessie.

### Waargenomen vogels en aantallen

December begon en eindigde met zeer weinig vogels. Op één dag, 15 december, vond koudetrek plaats. Afgezien van de meeuwen hadden bijna alle waarnemingen betrekking op deze dag. Aan deze koudetrek namen deel de soortgroepen grote vogels, meeuwen en sterns en grote watervogels deelgenomen. Overdag werden waargenomen: gans spec. (2910 exemplaren, 63 groepen), Brandgans (230 exemplaren, 2 groepen), meeuw spec. (416 exemplaren, 62 groepen), Grote Mantelmeeuw (11 exemplaren, 10 groepen), Zilvermeeuw (265 exemplaren, 43 groepen), eend spec. (104 exemplaren, 5 groepen), Pijlstaart (290 exemplaren, 3 groepen), steltloper spec. (1466



exemplaren, 25 groepen), Kievit (390 exemplaren, 6 groepen), Rosse Grutto (90 exemplaren, 1 groepen), Wulp (32 exemplaren, 2 groepen), Scholekster (29 exemplaren, 2 groepen).



**Foto 10** Beeld van de videocamera die parallel aan de doelvolgantenne is gemonteerd. Tijdens de koudetrek van 15 december 1999 wordt een grote groep ganzen gevolgd. Zichtbaar aan de bovenkant van de foto zijn de azimuth (mills), elevatie (mills) en afstand tot de gevolgde echo (meter). Op de onderste regel achtereenvolgens de vliegrichting (graden), snelheid (m/s), hoogte (meter), duikhoek (graden), tracking status en frequentieband van de radar. *Video still, taken by a camera mounted parallel to the tracking antenna, of a flock of geese on 15 December 1999. Radar parameters indicate position (upper) and direction, speed and altitude (below).*

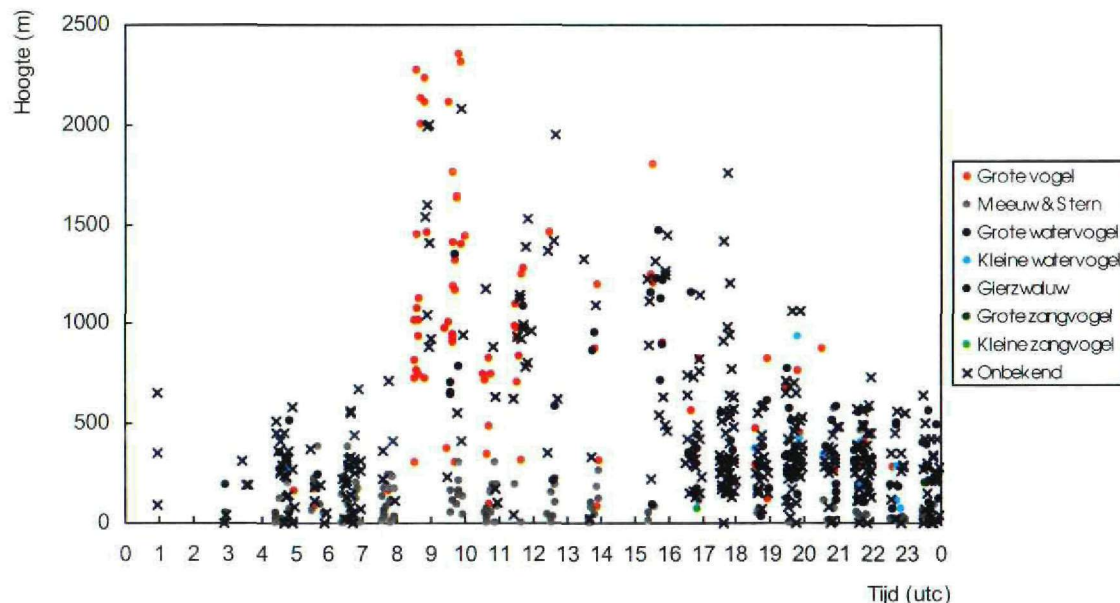
#### Soortenverdeling naar hoogteklaas

Overdag is slechts 45% van de vliegpaden onder de 100 meter waargenomen. Dit is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de koudetrek van 15 december, die op grotere hoogte plaatsvond. Wel kwam voor de soortgroepen weer het vertrouwde beeld naar voren: 89% bestond uit meeuwen. Boven de 100 meter werden grote vogels (ganzen) en meeuwen waargenomen. Een klein deel bestond uit grote watervogels (o.a. Pijlstaart, Rosse Grutto). In de nachten werd een vergelijkbaar deel onder de 100 meter geregistreerd (39%). Ook nu bestond dit voor 85% uit meeuwen. Een klein aandeel grote watervogels complementeerde het beeld. Boven de 100 meter zagen we een vrij breed scala aan soorten: grote vogels, meeuwen, veel grote watervogels (53%) en kleine watervogels. Het aandeel zangvogels bleef beperkt tot 2%.

Tijd	Soortgroep	N	Hoogte		Soortgroep	
			< 100m	> 100m	< 100m	> 100m
Dag	Totaal	411	45%	55%		
	Grote vogel	72	6%	94%	3%	45%
	Meeuw & Stern	177	66%	35%	89%	40%
	Grote watervogel	32	31%	69%	8%	14%
	Kleine watervogel	1		100%		1%
Nacht	Totaal	932	39%	61%		
	Grote vogel	29	14%	86%	2%	14%
	Meeuw & Stern	193	83%	17%	85%	19%
	Grote watervogel	113	16%	84%	10%	53%
	Kleine watervogel	28	21%	79%	3%	12%
	Grote zangvogel	3		100%		2%
	Kleine zangvogel	1	100%		0%	

**Tabel 54** Soorten en vlieghoogten, naar dag en nacht, december 1999. Middelste kolom: hoogteverdelingen per soortgroep (horizontaal 100%). Vliegpaden van onbekende soorten zijn in het totaal opgenomen. Rechter kolom: soortgroepverdeling onder respectievelijk boven 100 meter hoogte (verticaal 100%). *Species and flight altitudes, by day and night, December 1999. Middle column: altitude distributions per species group (horizontally adding up to 100%). Unidentified tracks are included in the totals. Right column: species distribution below respectively above 100m altitude (vertically adding up to 100%).*

Figuur 50 is een prachtig voorbeeld van de vlieghoogtes van de verschillende soortgroepen tijdens een koudegolf aan de kust. Opvallend zijn de zeer grote hoogtes waarop groepen ganzen naar het ZZW vlogen (tot 2400 meter!). In de onderste luchtlagen kwamen de bekende meeuwen weer naar voren, met de grootste vlieghoogtes rond de middag. In de avond kwamen spectaculaire aantallen grote en kleine watervogels langs (eenden en steltlopers). Door de grote hoogten en het slechte weer was visuele herkenning niet mogelijk, waardoor de precieze soorten onbekend zijn gebleven.



**Figuur 50** Vlieghoogte en soortgroepen van de verschillende vliegpaden op 15 december 1999 te IJmuiden. *Altitudes and species groups (colour) of all flight paths on 15 December 1999.*

### Vliegrichtingen

Zoals gezegd werd de soortenverdeling overheerst door de koudevlucht, met een sterke voorkeur voor vliegrichtingen parallel aan de kust naar het zuiden als gevolg. Alle soortgroepen in de nacht en met uitzondering van de meeuwen overdag hebben vliegrichtingen parallel aan de kust.

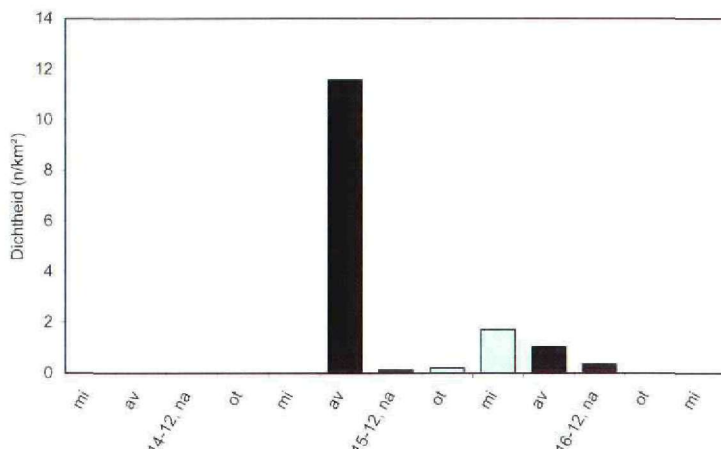
Tijd	Soortgroep	N	Langs kust NNO	Land in OZO	Langs kust ZZW	Zee in WNW	Richting
Dag	Grote vogel	72	1	1	64	6	213°
	Meeuw & Stern	177	25	50	82	20	-
	Grote watervogel	32	5	2	23	2	214°
	Kleine watervogel	1				1	
	Totaal	411	55	75	237	44	199°
Nacht	Grote vogel	29	2	1	25	1	199°
	Meeuw & Stern	193	33	42	81	37	191°
	Grote watervogel	113	15	4	85	9	207°
	Kleine watervogel	28	4	3	16	5	210°
	Grote zangvogel	3			2	1	
	Kleine zangvogel	1				1	
	Totaal	932	109	113	563	147	204°

**Tabel 55** Voorkomen van vliegrichtingen voor verschillende soortgroepen, gesplitst naar dag/nacht, december 1999. Gebaseerd op dagen en nachten met meer dan 25 groepen en één overheersende, significante vliegrichting. *Occurrence of flight directions by day and night, December 1999. Based on days and nights with more than 25 tracks yielding an unimodal distribution and a significant mean direction.*



## Elevatiescans

Op de avond van de 14<sup>e</sup> en overdag op de 15<sup>e</sup> is de vorstrush te zien. Na een kleine nasleep in de aansluitende avond en nacht, waren geen bewegingen van betekenis meer zichtbaar.



**Figuur 51** 2D-Dichtheid (echo's/km<sup>2</sup>) boven 100 meter in december 1999. De dichtheden zijn gebaseerd op de verticale scan (kijkrichting 284°) en gesplitst naar nacht, ochtend, middag en avond. Wanneer de trek uit of naar zee is waargenomen zijn tevens de dichtheden van de verticale scan, kijkrichting 194°, door een • weergegeven. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *2D-density (echoes per km<sup>2</sup>) above 100m altitude in December 1999. Densities are based on the vertical scan towards 284° and grouped by night, morning, noon and evening. When bird movements from or towards the sea were observed, the results of the vertical scan towards 194° are also presented and marked with a dot. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are presented.*

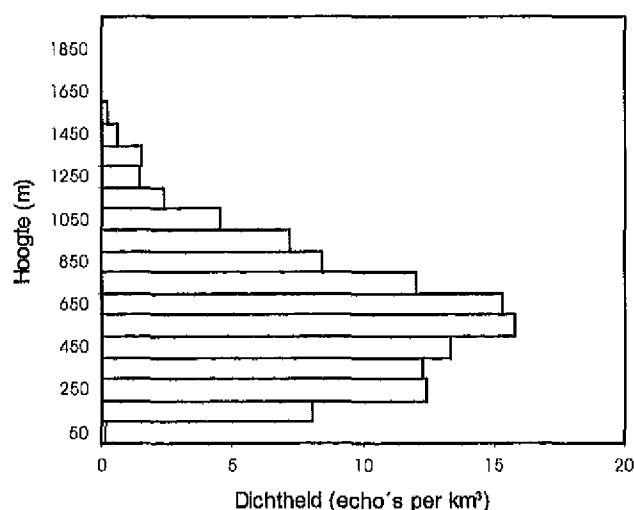
De vogelsoorten beperkten zich naast grote meeuwen uitsluitend tot de sootgroepen van de grote watervogels (avond en nacht) en grote vogels (overdag, lees ganzen). Tijdens de koudegolf passeerden tussen en boven de sneeuwbuien groepen ganzen, eenden en steltlopers op grote hoogte, zie ook Figuur 50. Tijdens de koudegolf gingen vrijwel alle vogels langs de kust naar het ZZW, terwijl op de overige dagdelen alle richtingen voorkwamen. Lokale bewegingen van de soortgroep meeuwen & sterns bepaalden het beeld en de elevatiescans konden niet worden uitgewerkt.

Datum	Tijd	Kijkrichting	Dichtheid			Vliegrichting
			2-D (n/km <sup>2</sup> )	Maximum (n/km <sup>3</sup> )	Hoogte max. dichtheid (m)	
14-12-99	Avond	284°	11,6	15,8	550	195
15-12-99	Nacht	284°	0,1	0,6	150	206
	Ochtend	284°	0,2	1,2	150	221
	Middag	284°	1,7	6,2	150	210
	Avond	284°	1,0	2,6	250	210
16-12-99	Nacht	284°	0,4	1,3	250	205

**Tabel 56** Dichtheden en vlieghoogten boven de 100 meter in december 1999, gebaseerd op de verticale scan. Standaard is haaks op de kustlijn gemeten (kijkrichting 284°). Wanneer trek uit of naar zee is waargenomen zijn de gegevens gearceerd en waar beschikbaar zijn bovendien de gegevens uit de verticale scan evenwijdig aan de kustlijn (kijkrichting 194°) weergegeven. Van links naar rechts zijn weergegeven: de totale dichtheid in echo's per km<sup>2</sup>, de maximale dichtheid in echo's/ km<sup>3</sup>, de bijbehorende hoogtelaag en de gemiddelde vliegrichting. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn weergegeven. *Densities and flight altitudes above 100m altitude in December 1999, based on the vertical scan. Standard vertical scans are directed perpendicular to the coastline, towards 284°. When bird movements from or towards the sea were observed, the results are hatched and also the results of vertical scans parallel to the coastline are given. From left to right: the overall density in echoes per km<sup>2</sup>, the maximum density in echoes per km<sup>3</sup>, the altitude with the maximum density and the mean track direction.*

Tijdens de koudegolf waren de echo's vooral geconcentreerd in de onderste 600 meter. Opvallend is dat de onderste 100 meters, zowel 's avonds als overdag, bijna leeg waren. Tijdens de spectaculaire avond van de 14<sup>e</sup> zijn tussen de 500 en 600 meter hoogte piekdichtheden van 15,8 echo's per km<sup>3</sup> waargenomen. Hoewel het op de grond niet regende bevonden zich tussen 1500 en 3000 km hoogte grote regenwolken. Onder deze wolken ging de grote stroom vogels naar het ZZW. De windvector stond voor deze vliegrichting echter op alle hoogtes in de rug en de bovengrens van de trekstroom werd bepaald door de regenwolken. De volgende dag kwamen vele sneeuwbuien langs. Daarbij werden de piekdichtheden onderin waargenomen. In de middag passeerden de vogels in dichtheden van 6,2 echo's per km<sup>3</sup> tussen de 100 en 200 meter, in de opvolgende avond in dichtheden van 2,6

echo's per km<sup>3</sup> tussen de 200 en 300 meter. De op grote hoogte passerende groepen ganzen, eenden en steltlopers vlogen vooral vlak langs de kust, waardoor zij met de elevatiescan boven zee niet zijn waargenomen.



**Figuur 52** Hoogteverdeling (echo's per km<sup>3</sup>) per 100 meter hoogteklassen uit de elevatiescan (284°) in de avond van 14 december 1999 boven zee, strandlocatie. *Altitude distribution (echoes per km<sup>3</sup>) in 100 m altitude classes from the elevationscan (284°), evening of 14 December 1999.*

Datum	Tijd	Afstand tot de kust (km)			
		2½ - 4	4 - 5½	5½ - 7	7 - 8½
14-12-99	Avond	21,06	11,67	1,94	
15-12-99	Nacht	0,22	0,06	0,06	
	Ochtend	0,29	0,18	0,09	
	Middag	3,34	1,08	0,68	
	Avond	1,37	1,00	0,68	
16-12-99	Nacht	0,72	0,28	0,06	
13/16-12	Nacht	100%	36%	12%	
	Ochtend	100%	62%	30%	
	Middag	100%	32%	20%	
	Avond	100%	57%	12%	

**Tabel 57** 2D-dichtheden boven de 100 meter in relatie tot de afstand uit de kust in december 1999, gebaseerd op de verticale scans. Boven: Dichtheden per dagdeel in echo's per km<sup>3</sup>. Onder: Verdeling van dichtheden per week, uitgedrukt in procenten van de maximale gemiddelde dichtheid. Alleen dagdelen met één dominante, significante vliegrichting zijn gebruikt. Dagdelen waarbij de vliegrichting min of meer haaks op de kustlijn stond, hetgeen een minder betrouwbare gradiënt oplevert, zijn gearceerd. *2D-densities on different distances from the coastline, above 100m altitude in December 1999, based on the vertical scans. a) Densities per part of day, in echoes per km<sup>3</sup>. b) Mean weekly density distributions, as a percentage from the maximum mean density. Only day parts with a unimodal distribution and a significant mean flight direction are used. Day parts with a dominant flight direction more or less perpendicular to the coastline, yielding less reliable density measurements, are hatched.*

De koudegolf was extreem gebonden aan de kustlijn. Vooral tijdens de pieken in de avond (14 december) en middag (15 december) werden vanaf 5½ km afstand nog slechts sporadisch echo's waargenomen, respectievelijk 9% en 20%. Deze golf overheerste het algemene beeld voor december.

## 9 DANKWOORD

Dit onderzoek heeft alleen kunnen plaatsvinden, door de grote inzet van veel mensen. Dat het überhaupt zover is gekomen, dat de bij de Koninklijke Luchtmacht aanwezige expertise op het gebied van vogeltrek en geavanceerde radarapparatuur beschikbaar kwam voor dit onderzoek, is in de eerste plaats te danken aan de uitstekende afstemmingsbesprekingen die de laatste auteur had met mevrouw Ir H.C. Branderhorst van Directie Noordzee van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Ook was de studie niet mogelijk geweest zonder de support en het vertrouwen van kol J.A.J. van Dam en Cdre C.W.M. Rasch. Kol E.J. Burmeister speelde een grote rol in de afrondende fase.

Zowel bij het voorwerk (ombouwen van de flycatcher), logistieke ondersteuning bij elke meetsessie, als bij het veldwerk zelf zijn wij AOO Gerard Smeelen meer dan normale dank verschuldigd. Zonder zijn enorme inzet was het project nooit van de grond gekomen.

Tijdens de meetsessies bestond het team uit een groep van vijf vaste mensen. Zonder hen had natuurlijk geen rapport voor u gelegen. De groep bestond uit Harry de Groot, Gerard Smeelen, Martine Maan, Jelmer van Belle en Hans van Gasteren. In de loop van het jaar werd eveneens afwisselend gebruik gemaakt van flycatcher operators uit de Luchtmacht. De volgende personen deden één of meerdere weken mee: Elt Gilbert de Winkel, Sgt Martijn te Winkel, Sgt1 Egon Harteman, Elt Marcel van Eeden, Nico Kooistra, SM Gerard van de Dobbelsteen, Sgt1 Jaap van Asselt en Sgt Marcel de Weerd.

De voorbereidingen van het project heeft een aantal fasen doorlopen. Alvorens überhaupt sprake kon zijn van een project, zijn er diverse besprekingen door Henk Schobben en Henrike Branderhorst van de directie Noordzee (opdrachtgever) en Luit Buurma van de Koninklijke Luchtmacht (opdrachtnemer) gevoerd. Aan Luchtmachtzijde bestonden de technische voorbereidingen van het project in de eerste plaats uit het aanpassen van een Flycatcher. Om optimaal vogels te kunnen waarnemen is deze door Thomson/HSA omgebouwd tot Flightmapper. Door TNO/FEL is het Robin-systeem verder ontwikkeld, waardoor de radar op afstand kon worden bestuurd en radarbeelden naar de computer konden worden overgehaald en bewerkt. De opleidingsschool van de Koninklijke Luchtmacht heeft ons team alle kneepjes van de Flycatcher bijgebracht, om deze zelfstandig te kunnen opbouwen, afbreken en besturen. SM Gerard van de Dobbelsteen, Jo van Vugt en Maj Bakx zijn wij zeer erkentelijk voor deze opleiding. Verder was Kap Velterop van het OCLOG van de Koninklijke Landmacht bereid ons de ins en outs van de bediening van de tankauto bij te brengen.

Voor de logistieke ondersteuning vanuit GGW De Peel, werd regelmatig een beroep gedaan op de chauffeurs van de MT (transportdienst). Voor de levering van voertuigen, maar ook een brandstoftankauto, konden we elke sessie weer rekenen op GGW De Peel. Voor onze operaties waren we afhankelijk van de beschikbaarheid van een container. Nadat de GGW De Peel (TOS) ons de eerste drie maanden er één wilde afstaan, konden we de rest van het jaar gebruik maken van een container van het 1 (GE/NL) Corps AOCC. We zijn de Kol Leenen en AOO Verwey hiervoor bijzonder dankbaar.

Op de punt van de zuidpier speelde het weer een grote rol. Bij harde wind, vooral als deze aanlandig was, en bij dreigend onweer (in verband met inslag in de flycatcher radar) konden we 24 uur per dag rekenen op de inzet van het Luchtmacht Meteorologisch Centrum. Wij konden de weerkamer aldaar altijd bellen. Verder hield de reddingsbrigade IJmuiden bij slecht weer een oogje in het zeil. Door de inzet van Maj Bos konden wij eveneens beschikken over de uurlijkse waarnemingen van de weerstations IJmuiden, Bloemendaal, Schiphol en meetpost Noordwijk, alsmede modeldata van het KNMI voor de hogere luchtlagen.

Rijkswaterstaat en dan met name de dienstkring Noordzeekanaal, in de personen van Ing J.W.M. van Maarschalkerweerd, F.H.G. Veldman en E. Stapper zijn wij dank verschuldigd voor het mogen "bewonen" van de in principe afgesloten zuidpier.

Om naast het radaronderzoek, toch ook informatie te verkrijgen van de vogels rondom de pieren, zijn gedurende het najaar trektellingen uitgevoerd aan het begin en eind van de pier. Steve Geelhoed coördineerde deze tellingen. Een andere telmethodiek (panoramatelling) werd gedurende één complete dagperiode per meetweek (vanaf de zomer) voor ons verzorgd door Albert de Hoon. Als



vervolg hierop voerde bureau Waardenburg in oktober en november gedurende 5 complete dagen deze tellingen uit. Wij zijn deze personen allen zeer erkentelijk voor het leveren van hun inspanning, waardoor wij een beter inzicht in de vogelbewegingen en soortenrijkdom rondom en langs de pier van IJmuiden konden krijgen.

Een eerdere versie van het rapport werd becommentarieerd door A. Dekker, H.C. Branderhorst en L.P.M. de Vrees. Hun opmerkingen hebben tot belangrijke verbeteringen van het rapport geleid.

Dan mogen we tot slot onze collega Arie Dekker zeker niet vergeten. Tijdens onze afwezigheid zorgde hij ervoor dat het vogeltrekwaarschuwingssysteem bezet bleef en wij onze metingen doorgang konden laten vinden.

## 10 LITERATUUR

- Alerstam T. 1990. Bird Migration. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Baptist H.J.M. & Wolf P.A. 1993. Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Rapport Rijkswaterstaat, dienst getijdewateren, DGW-93.013, Middelburg.
- Batschelet E. 1981. Circular Statistics in Biology. Academic Press, London.
- Belle J. van, Maan M., Gasteren H. van & Buurma L.S. 2000. Using radar to obtain a quantitative description of summer bird movements in the Dutch coastal area. Proc. of the 25<sup>th</sup> Conference of the International Bird Strike Committee, Amsterdam, IBSC.
- Bellrose F.C. 1971. The distribution of nocturnal migrants in the air space. Auk 88: 397-425.
- Blackwell F., Houghton E.W., Wilmut T.A. 1974. Analysis and classification of bird flight and echo obtained by radar. Proc. of the 9<sup>th</sup> Bird Strike Committee Europe, Frankfurt.
- Bloch R., Bruderer B. & Steiner P. 1981. Flugverhalten n chtlich ziehender Vögel – Radardaten  ber den Zug verschiedener Vogeltypen auf einem Alpenpass. Vogelwarte 31: 119-149.
- Bloem F. & Bloem-Margadant T. 1985. Enige aspecten uit 30 jaar vogeltrekwaarnemen van de vogelwerkgroep Haarlem. De Graspieper 5: 83-102.
- Bruderer B. 1971. Radarbeobachtungen  ber den Fr hlingszug im Schweizerischen Mittelland. Der Ornithologische Beobachter 68: 89-158.
- Bruderer B. 1997. The Study of Bird Migration by Radar. Part 1: The Technical Basis. Naturwissenschaften 84: 1-8.
- Bruderer B. & Steidinger P. 1972. Methods of quantitative and qualitative analysis of bird migration with a tracking radar. In: Galler *et al.* (eds). Animal orientation and navigation, pp. 151-167. NASA SP-262, Washington, D.C.
- Bruderer B., Steuri T. & Baumgartner M. 1995a. Short-range high-precision surveillance of nocturnal migration and tracking of single targets. Israel Journal of Zoology 41: 207-220.
- Bruderer B., Underhill L.G. & Liechti F. 1995b. Altitude choice by night migrants in a desert area predicted by meteorological factors. Ibis 137: 44-55.
- Bruderer B. & Weitnauer E. 1979. Radarbeobachtungen  ber Zug und Nachtfl ge des Mauerseglers (*Apus apus*). Revue Suisse de Zoologie 79: 1190-1200.
- Buurma L.S. 1976. Radar..meer mogelijkheden en nieuwe complicaties bij het onderzoek aan vogeltrek. Het Vogeljaar 24: 169-172.
- Buurma L.S. 1977. Over trekvogels tijdens de vlucht. Waddenbulletin 12: 330-337.
- Buurma L.S. 1986. Nachtelijke vogeltrek in radar- en warmtebeeld. Veilig vliegen 33: 10-13.
- Buurma L.S. 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober. Limosa 60: 63-74.
- Buurma L.S. 1989. Klevit wordt Robin. Veilig Vliegen 36: 100-103.
- Buurma L.S. 1994. High bird densities assessed by radar, a Robin report. Proceedings BSCE 22: 223-242, Vienna.
- Buurma L.S. 1995. Long-range surveillance radars as indicators of bird numbers aloft. Isr. J. Zool. 41: 221-236.
- Buurma L.S., Lensink R. & Linnartz L.G. 1986. Hoogte van breedfronttrek overdag boven Twente: een vergelijking van radar en visuele waarnemingen in oktober 1984. Limosa 59: 169-182.
- Buurma L.S. & Bruderer B. 1990. The application of radar for bird strike reduction. Proceedings BSCE 20: 373-445, Helsinki.
- Buurma L.S. & van Gasteren H. 1989. Trekvogels en obstakels langs de Zuidhollandse kust. Rapport, Den Haag.
- Buurma L.S., M. Roos & H. van Gasteren *in voorbereiding*. Visuele tellingen ter bepaling van vogeldichtheden in de lucht. Intern rapport Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.
- Camphuysen C.J. 1995. Herring Gull *Larus argentatus* and Lesser Black-Backed Gull *L. fuscus* feeding at fishing vessels in the breeding season: competitive scavenging versus efficient flying. Ardea 83: 365-380.
- Camphuysen C.J. 1998. Vliegveld in de Noordzee. Aanvaringsrisico's en de ecologische betekenis van de kustwateren tussen Goeree en Wijk aan Zee. Werkdocument voor TNLI – 1 juni 1998. CSR Consultancy, Oosterend, Texel.
- Camphuysen C.J. & van Dijk J. 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-79. Limosa 56: 81-230.
- Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research report 94/6, NIOZ Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.

- Camphuysen C.J., Verheij J. & Cremer J. 1999. Risk assessment of bird strike hazards: Gulls *Laridae*. CSR Consultancy report 99-011.
- Deelder C.L. & Tinbergen L. 1947. Waarnemingen over de vlieghoogte van trekkende Vinken (*Fringilla coelebs* L.) en Spreeuwen (*Sturnus vulgaris* L.). *Ardea* 35: 45-78.
- Deelder C.L. 1949. On the autumn migration of the Scandinavian Chaffinch *Fringilla coelebs* L. *Ardea* 37: 1-88.
- Dirx J. 1999. Report of the International Workshop. Estimation of bird numbers on a new island in the North Sea. Rapport, Directie Noordzee.
- Eastwood E. 1967. Radar ornithology. Methuen & Co Ltd, London.
- Eastwood E. & Rider G.C. 1965. Some radar measurements of the altitude of bird flight. *British Birds* 58: 393-426.
- Gauthreaux Jr. S.A. 1972. Behavioural responses of migrating birds to daylight and darkness: a radar and direct visual study. *The Wilson Bulletin* 84: 136-148.
- Geelhoed S.C.V. 2000. Zichtbare vogeltrek langs Bloemendaal aan Zee in 1999. BFO-rapport 2000-051. BFO Bureau Fauna Onderzoek, Haarlem.
- Geelhoed S.C.V., Groot H., Huijssteeden E. van, Leeuwen G. van & Nobel P. de (red) 1998. Vogels in het landschap van Zuid-Kennemerland. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Griffiths M.E. 1970. Wingbeat frequencies and flight patterns of the more common migrant birds of the British Isles and Europe. Report No. 9, Biophysics Research Unit, University of Technology, Loughborough, Leics.
- Gruys-Cassimir E.M. 1965. On the influence of environmental factors on the autumn migration of chaffinch and starling: a field study. Thesis. *Arch. Néer. de Zoologie* 16: 165-279.
- Hoon A. de & Buurma L.S. 2000. Influence of land use on bird mobility, a case study of Eindhoven airport, 1998-1999. In: J. van Nugteren (ed.) *Proc. of the 25th Conference of the International Bird Strike Committee, part II*, p. 187-200, IBSC, Amsterdam.
- Houghton E. & Brough T. 1974. Estimating the Physical Dimensions of Birds by Radar. *Proc. of the 9th Bird Strike Committee Europe*, Frankfurt.
- Ireland L.C. & Willimas T.C. 1974. Radar observations of bird migration over Bermuda. In: Gauthreaux S.A. Jr. (ed.). *A Conference on the biological aspects of the Bird/Aircraft collision problem*, february 5-7, 1974, pp. 383-408. Clemson University, Clemson, South Carolina.
- Klomp H. 1956. The altitude of chaffinch migration. *Ardea* 44: 235-239.
- KNMI. 1999. Maandoverzicht van het weer in Nederland, februari tot en met december 1999.
- Lack D. 1959. Migration across the North Sea studied by radar. Part 1: Survey through the year. *Ibis* 101: 209-234.
- Lack D. 1962. Migration across the Southern North Sea studied by radar. Part 3: Movements in June and July. *Ibis* 104: 74-85.
- Lack D. 1963a. Migration across the Southern North Sea studied by radar. Part 4: Autumn. *Ibis* 105: 1-54.
- Lack D. 1963b. Migration across the Southern North Sea studied by radar. Part 5: Movements in august, winter and spring, and conclusion. *Ibis* 105: 461-492.
- Lensink R., Poot M.J.M., Dirksen S. & Winden J. van der 1998. Kwantificering van vogelbewegingen op en rond vliegveld Eindhoven; ontwikkeling van methodieken en waarneemprotocollen. Rapport 98.32, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Lensink R. & Kwak R. 1985. Vogeltrek over Arnhem in 1983 met een samenvatting over de periode 1981-83 en methodieken voor het bewerken van telmateriaal, deel 1 & 2. Rapport, Arnhem.
- Lensink R., Poot M.J.M., Tulp I., Hoon A. de & Dirksen S. 2000. Vliegende vogels op en rond vliegveld Eindhoven. Een studie naar aantallen en dichtheden in de onderste luchtlag. Rapport 00-005, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Liechti F. 1992. Flugverhalten nächtlich ziehender Vögel in Abhängigkeit von Wind und Topographie. Inauguraldissertation, Lange & Haak, Allensbach.
- Liechti F., Bruderer B. & Paproth H. 1995. Quantification of nocturnal bird migration by moonwatching: comparison with radar and infrared observations. *J. Field Ornithology* 66: 457-468.
- LWVT 1985. Handleiding Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen. Rapport, Arnhem.
- Mostert K. & Laponder D. 1988. Opmerkelijke vogeltrek tijdens oostelijke winden in het najaar van 1987, Monster en Westduinpark (Den Haag). *Het Vogeljaar* 36: 204-213.
- Oxford University Press. 1998. Cramp's The Complete Birds of the Western Palearctic on CD-ROM.
- Platteeuw M., Ham N.F. van der & Ouden J.E. den 1994. Zeetrekellingen in Nederland in de jaren tachtig. *Sula* 8: 1-203.



- Piersma T., Zwarts L. & Bruggemann J.H. 1990, Behavioural aspects of the departure of waders before long-distance flights: flocking, vocalizations, flight paths and diurnal timing. *Ardea* 78: 157-184.
- Poot M.J.M., Lensink R., Belle J. van & Gasteren H. van. 2000a. Validatie visuele waarneemmethoden met behulp van radar en vogeldichtheden boven de Pier van IJmuiden in het najaar 1999. Rapport 00-083, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Poot M.J.M., Lensink R., Brandjes J., Winden J. van der, Dirksen S. & Buurma L.S. 2000b. Comparison between the number of birds aloft above a coastal and an inland area in The Netherlands measured with a standard visual method. In: J. van Nugteren (ed.) Proc. of the 25th Conference of the International Bird Strike Committee, part II, p. 222-225. IBSC, Amsterdam.
- Richardson W.J. (1978). Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review. *Oikos* 30: 224-272.
- Richardson W.J. (1990). Timing of bird migration in relation to weather: updated review. In: E. Gwinner (ed) Bird migration, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1990,
- Richardson W.J. & West T. 2000, Serious birdstrike accidents to military aircraft: updated list and summary. In: J. van Nugteren (ed). Proceedings of the 25th Conference of the International Bird Strike Committee, Amsterdam, The Netherlands, 17-21 April 2000, pp. 67-97. IBSC, Amsterdam.
- Skolnik M.I. 1980, The simple form of the radar equation, Ch 1.2: Introduction to radar systems. In: Introduction to radarsystems. McGraw-Hill, New York.
- Thorpe J. 1996. Fatalities and Destroyed Civil aircraft due to Bird Strikes 1912-1995. In: Proceedings of the 23th Conference of the International Bird Strike Committee, London, 13-17 May 1996, pp. 17-31. IBSC, London.
- Tinbergen L. 1941. Over de rol van de Hollandse duinenrij bij de oriëntatie van trekkende Vinken en Spreeuwen. *Limosa* 14: 1-20,
- WBU. 1998. Quick Look Logging, version 3.11. Handleiding, uitgave van de Koninklijke Landmacht.
- Williams T.C., Williams J.M., Teal J.M. & Kanwisher J.W. 1972. Tracking radar studies of bird migration. In: Galler *et al.* (eds). Animal orientation and navigation, pp. 115-128. NASA SP-262, Washington, D.C.
- Williams J.M. & Williams T.C. 1974. Bird migration over the North Atlantic. In: Gauthreaux S.A. Jr. (ed.). A Conference on the biological aspects of the Bird/Aircraft collision problem, february 5-7, 1974, pp. 359-382. Clemson University, Clemson, South Carolina.

## SAMENVATTING

In verband met de sterke groei van de luchtvaart overweegt de regering een uitbreiding van de bestaande vliegveldcapaciteit. Eén van de alternatieven is om een vliegveld in te richten op een kunstmatig eiland in de Noordzee. Hiervoor wordt momenteel een haalbaarheidsstudie uitgevoerd. Eén van de aspecten van deze studie is de bepaling van het vogelaanvaringsrisico. Om dit risico vast te stellen is inzicht in het driedimensionale vlieggedrag van vogels vereist.

Dit inzicht ontbreekt, met name 's nachts en op grotere hoogte. Door de beperkingen van het menselijk oog bestaan er bovendien geen goede kwantitatieve literatuurgegevens over de ruimtelijke verdeling van vogels toen opzichte van de kust. De directie Noordzee van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat deed daarom een beroep op expertise en radarapparatuur van de Koninklijke Luchtmacht teneinde zoveel mogelijk gegevens in het veld te verzamelen. Er werd gebruik gemaakt van een Flycatcher tracking radar die voor dit doel werd gemodificeerd. Van februari tot en met december 1999 werd maandelijks maximaal een week continue geregistreerd.

De westkust van Nederland blijkt zowel in het voorjaar als in het najaar te worden overvlogen door zogenaamde breedfronttrek van en naar Engeland, langs de as WZW/W – ONO/O. Daarnaast is er vaak trek parallel aan de kust; zowel 's nachts als overdag en op geringe en grotere hoogte. Tenslotte is er intensief lokaal verkeer van met name meeuwen. Tegenwoordig zorgen deze vogelverplaatsingen voor vogelvliegactiviteit langs de kust, waarvan de dichtheid richting zee afneemt. Doel van deze studie was de vogelvliegactiviteit langs de kust bij IJmuiden te ontrafelen en te kwantificeren.

In een meetperiode werden gedurende ieder uur 20 minuten besteed aan de kwantificering van vogelbewegingen met een standaard meetprogramma, aangestuurd en (deels) geanalyseerd door ROBIN (video-extractor en software om radarbeelden op te kunnen nemen en te analyseren). De overige tijd werd besteed aan het volgen en identificeren van vogelecho's. Als een gevolgde echo één vliegende vogel betrof, wat vooral 's nachts vaak het geval was, werd de fluctuaties van het radarsignaal bepaald door de vleugelslagfrequentie. Dit maakte een ruwe soortgroepidentificatie, en zo een bepaling van de grootte, c.q. het gewicht van de vogel mogelijk. Overdag konden vogels visueel worden geïdentificeerd met een, parallel aan de trackantenne geplaatste, video camera. Tot slot werden in het najaar gestandaardiseerde visuele tellingen uitgevoerd.

In het voor- en najaar van 2000 is de bundelvorm van de trackantenne gecalibreerd aan de hand van breedfronttrek van middelgrote zangvogels in het zuidoosten van Nederland. De theoretische bundelvorm kon worden berekend aan de hand van de gedefinieerde -3dB hoeken en de maximale afstand waarop een vogel kan worden waargenomen. De theoretische bundelvorm wordt bevestigd door de calibratieproeven en resulteert in een effectieve uittreehoek van 4.4° op 3 kilometer afstand voor middelgrote zangvogels. Bovendien bleek aan de hand van de calibratieproeven dat bij kleine zangvogels op een afstand van meer dan 6 km vanaf de radar de detectiekans nog 50% was. In deze studie zijn daarom uitsluitend metingen tot 6 kilometer gebruikt, resulterend in een maximale afstand van 8½ kilometer uit de kust.

In dit rapport is de vogelsituatie voor alle maanden afzonderlijk beschreven, rekening houdend met de afstand tot de kust, de hoogteverdeling en de verschillende soortgroepen. Een relatie met de weersgegevens wordt gelegd, alsook een vergelijking met visuele waarnemingen. Ook wordt een geïntegreerde en kwantitatieve beschrijving gegeven, zowel van de variaties over het seizoen, de hoogteverdeling als de dichtheidsgradiënt vanuit de kust.

Gedurende het hele jaar domineerden de meeuwen; 83% van alle overdag gevolgde en 44 % van alle 's nachts gevolgde vogels betrof meeuwen. Ook in de trektijd domineerden de meeuwen overdag. Alleen in de nachten van de trekperiodes, en bij de vorsttrek in december, namen watervogels de overhand. Zangvogels zijn boven zee slechts af en toe, in kleine aantallen, waargenomen. Overdag betrof de zangvogeltrek vrijwel altijd breedfronttrek van of naar Groot-Brittannië, 's nachts vlogen ook wel kleine aantallen vogels boven zee parallel aan de kust.

Zowel in november als december is koudetrek geregistreerd. De herfsttrek van zangvogels boven de zeereep werd wel waargenomen, maar blijkt op lage hoogte te passeren waardoor met name overdag veel door de radar werd gemist.

Vanwege de verstoring door golven konden boven zee alleen boven de 100 meter kwantitatieve 3D-dichtheden worden bepaald. Zeer sterke trek kwam boven zee alleen voor in de nachten van maart-april en september-oktober. Vorsttrek kon op enkele nachten in november en december ook zeer sterke trek opleveren. Matige trek boven de 100 meter kwam in het hele jaar af en toe voor, zowel overdag als 's nachts. In de nachten van oktober en maart was boven de 100 meter vrijwel altijd sterke tot zeer sterke trek aanwezig. Vogelvliegbewegingen als gevolg van andere fenomenen dan vogeltrek (ruitrek, lokale bewegingen en lokale bewegingen veroorzaakt door visserijactiviteiten) kwamen zowel overdag als in de nacht veel voor.

In alle maanden gedurende het hele etmaal is boven de 100 meter een logaritmisch afnemende dichtheidsgradiënt vanaf de kust zichtbaar. De grootste dichtheden werden meestal op 2½ - 4 of 4 - 5½ km uit de kust en éénmaal op 5½ - 7 km vastgesteld. Verder weg namen de dichtheden altijd af. Extrapolerend, uitgaande van de waargenomen logaritmische afname, zal de dichtheid lager dan 1 echo per km<sup>2</sup> worden op een afstand van 9 tot 11 km uit de kust.

De hoogteverdelingen boven zee zijn in drie typen onder te brengen. Meestal was de dichtheid het hoogst in de onderste honderd meter en nam sterk af met de hoogte. Soms ook was de onderste luchtlag (100-200 meter) echter vrijwel leeg, met hoge dichtheden op 200-400 meter en daarboven een sterke afname. Tot slot is af en toe waargenomen dat de grootste dichtheden werden vastgesteld in smalle hoogtebanden, met weinig tot geen vogels daaronder én daar boven. Meestal bevond zo'n hoogteband zich tussen de 1000 en 1300 meter, maar uitschieters tot boven de 2 kilometer kwamen voor. De hoogteverdelingen corresponderen vaak met luchtlagen met rugwind. Vogels weten blijkbaar de voor hun meest gunstige wind te selecteren. Overdag komt uitsluitend de eerstgenoemde hoogteverdeling voor. De twee andere verdelingen komen hoofdzakelijk 's nachts voor, waarbij de derde hoogteverdeling (maxima boven de 1000 meter) bovendien uitsluitend in het voorjaar is geconstateerd.

Soms waren tussen de verschillende soortgroepen grote verschillen in vlieghoogte te onderscheiden. Vooral de meeuwen waren beperkt tot de onderste luchtlag; 50% van alle meeuwen vlogen overdag boven zee onder de 31 meter, in de nachten zelfs onder de 15 meter. Van de grote zangvogels (spreeuw en groter) vloog 50% onder de 175 meter (overdag) of onder de 271 meter (nacht). Kleine zangvogels werden op min of meer dezelfde hoogte gedetecteerd. De watervogels, zowel de grote als de kleine soorten, namen een intermediaire hoogte in.

De gevolgde vogels waren grotendeels NNO of ZZW georiënteerd en vlogen langs de kust. In maart en oktober vond breedfronttrek in O en WZW richting plaats, respectievelijk van en naar Engeland. Richtingsveranderingen bij het passeren van de kustlijn konden niet worden vastgesteld, ook niet wanneer de meeuwen werden weggelaten uit de analyse. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat boven land niet onder de 75 meter hoogte kon worden gekeken. Vooralsnog kan alleen worden geconcludeerd dat vogels boven de 75 meter hoogte blijkbaar niet op de kustlijn reageren, of dat de selectie van soorten en richtingen buiten het bereik van de radar heeft plaatsgevonden. In de zomermaanden bestonden de bewegingen van meeuwen uit het af en aanvliegen tussen de broedgebieden of rustplaatsen in de haven en de Noordzee. De richtingen waren daarbij ONO of ZW - WZW.

Tot slot zijn uit de *timelapse* opgenomen videobeelden van de zoekantenne de dichtheden in de onderste 100 meter geschat. Rekening houdend met het aandeel van de vliegpaden in deze hoogteband (zie hierboven) kon een dichtheidsschatting worden verkregen. De meeste tracks betroffen meeuwen & sterns (vaak zelfs 80-95%, voornamelijk Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw). De gevonden dichtheden toonden zowel boven zee als in de kustzone (eerste 2½ kilometer vanaf het strand) een duidelijke correlatie met het aantal actieve vissersboten binnen het 5 kilometer radarbereik.



## SUMMARY

### Quantifying bird movements along the coast near IJmuiden: a radar study.

In view of the strong growth of the aviation, the Dutch government considers to expand the total runway capacity. One of the alternatives is to create an airport on an artificial island in the North Sea. A feasibility study is carried out in which, among other aspects, the bird strike risk associated with such a location. To establish the bird strike risk detailed knowledge of the three-dimensional distribution of bird densities is necessary.

This knowledge is lacking, especially for the situation during the night and at higher altitudes. Furthermore the literature does not provide quantitative information on the spatial distribution of birds in relation to the coast. The directorate North Sea of the Ministry Transport, Public Works and Water Management therefore called on the expertise and radar equipment of the Royal Netherlands Air Force for the collection of data. A Flycatcher tracking radar was modified for this purpose. Every month from February till December 1999 during one week data were collected continuously.

Each spring and autumn the West coast of the Netherlands is crossed by birds travelling in broad front migration from or to Britain along a WSW/W - ENE/E axis. Furthermore, during night and day and at lower as well as higher altitudes there often is bird migration parallel to the coast. On top of these movements of migrating birds the dynamics of local birds (mainly gulls) are responsible for many flight movements. Together, all these bird movements result in flight activity along the coast of which the intensity decreases with the distance to the coast. This study aims to disentangle and quantify all these flight movements of birds near IJmuiden.

During a week of fieldwork 20 minutes out of every hour was spend on the quantitative description of bird movements in a standardised way using ROBIN (a computer application for the recording and analysing of radar images). During the remaining 40 minutes of every hour birds were tracked and identified using the tracking mode of the Flycatcher radar. If the tracked radar echo was produced by a single bird (which mainly occurred at night) the fluctuation of the radar signal corresponds with the wing beat frequency of the bird. This enabled a rough classification of the bird species in groups that correspond to weight classes. During daytime birds could be visually identified by use of a camera mounted parallel on the radar antenna. In autumn standardised visual counts were also conducted.

In spring and autumn 2000 the shape of the beam from the tracking radar was calibrated during broad front migration of medium sized passerines in the south-eastern part of the Netherlands. The theoretical beam shape was calculated using the -3dB angles and the maximum distance at which a bird could be detected. The theoretical beam shape was confirmed by the calibration experiments and resulted in an effective angle of 4.4° at a distance of 3 kilometre for medium sized passerines. During the calibration experiments it turned out that at a distance of 6 kilometre the probability of detection for small passerines approached 50%. In this therefore only measurements up to 6 kilometres were used. Since the radar was positioned at the end of a pier protruding two kilometres into the sea a maximum distance of 8½ kilometre from the coast was covered in this study.

In this study for each month the bird situation is presented regarding spatial and altitude distribution and species involved. A relation to weather data is suggested. Comparisons with visual observations were performed. Also an integrated and quantified overall description is added mainly dealing with seasonal variations in bird density, the altitude distribution of flying birds and the gradient in bird density perpendicular to the coast.

All year gulls dominated; 83% of all tracked echo's during daytime and 44% during night. Even in the main migration period's gulls dominated during daytime. During the nights in the main migration period's and during cold weather movements waders and waterfowl were most numerous. Passerines were seen over sea only occasionally in small numbers. During daytime passerines flying above sea nearly always were part of a broad front migration movement to or from Great-Britain. At night also "guided migration" along the coast was seen.

Since sea clutter disturbed the radar in the first 100 metres altitude, quantitative measurements of bird densities above sea could only be realised above 100 meter. Very strong migration above sea was

only observed during several nights in March-April and September-October. Cold rushes during some nights in November also resulted in very strong migration. Migration of intermediate intensity above 100 metres altitude was detected occasionally in nearly all sessions, both during day and night. During the nights in October and March nearly always strong to very strong migration was observed above 100 metres altitude. Bird movements resulting from other phenomena than large scale migration (local movements, moult migration and flight movements that clearly related to fishery) were frequently observed, both during day and night.

During all months, at all hours of the day (24 hours) the echo density above 100 metres altitude decreased logarithmic at a distance of 4 - 5½ km the coast. Highest densities were observed between 2½ - 4 and sometimes at 5½ - 7 kilometre from the coast. At more than 7 kilometres from the coast densities always decreased. Extrapolating according to the observed logarithmic decrease, the density of flying birds will be less than 1 echo per km<sup>2</sup> at a distance of 9 - 11 kilometres from the coast.

Altitude distributions above sea can be classified into three types. Most frequently the highest densities were present in the lowest altitude layers, decreasing rapidly with altitude. Sometimes the lowest layers (100-200 metres) were empty and high densities were recorded between 200 and 400 metres, decreasing from there on. Finally, occasionally altitude distributions were observed in which high densities were present in a narrow altitude layer and no birds above or underneath it. These altitude concentrations mostly occurred between 1000 and 1300 metres but also has been registered between 2000 and 2100 meter. The altitude distributions often correspond with the distribution of wind directions (and force); highest densities mostly occurred in air layers with tail winds. Birds apparently are able to select the most favourable winds. During daytime only the first described altitude distribution was noticed. The other two distributions appeared at night, but the third distribution (highest densities above 1000 meter) was limited to spring nights.

Different altitude distributions for different species groups were observed. Gulls were limited to the lowest altitudes, 50% of all gulls during daytime were detected beneath 31 metres and during night even beneath 15 metres. Of the larger passerines (Starling and upwards) 50% was detected beneath 175 meter (day) or beneath 271 meter (night). Smaller songbirds were detected at more or less the same altitudes. Waders and waterfowl, both large and small species, were detected at intermediate altitudes.

Tracked birds mainly flew in NNE or SSW direction and followed the coast. During March and October broad front migration E (spring) or WSW (autumn) across the North Sea was registered. Changes in direction when crossing the coastline were not found. Notice that birds above land could not be detected below 75 metres. Therefore as yet we can only conclude that birds crossing the coastline at 75 meter or higher do not react to this phenomenon, providing that no selection of species and/or directions took place outside the radar range. During summer the main movements were gulls, flying between breeding colonies and foraging areas at sea. The main directions were ENE or SW-WSW.

Finally bird densities in the lowest altitude (0-100 meter) were estimated from timelapse recorded video of the search beam. Taking into account the proportion of tracks detected in this layer, an estimate of the overall bird density could be obtained. Most tracks consisted of gulls (often 80-95%, mainly Herring Gull or Lesser Black-backed Gull). Densities above sea as well as above the coastal zone (first 2½ kilometre from the beach) did show a positive correlation with the number of active fishing trawlers in the 5-kilometre radar range.

## APPENDIX A. VERKLARENDE WOORDENLIJST

<u>2D-Dichtheid</u>	Tweedimensionale dichtheid, echo's per km <sup>2</sup> . Totale dichtheid, geprojecteerd in een plat vlak en daarmee onafhankelijk van hoogte.
<u>3D-Dichtheid</u>	Driedimensionale dichtheid (of eigenlijk gewoon dichtheid). Wordt uitgedrukt in echo's per km <sup>3</sup> per 100 meter hoogtelaag. In dit rapport wordt deze 3D-dichtheid gebruikt om hoogteverdelingen te beschrijven. Deze dichtheden worden bepaald uit de flux van de elevatiescan. Bij de berekening van flux naar dichtheid wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde vliegsnelheid (zie hiervoor de methodiek).
<u>AGC</u>	<i>Automatic Gain Control</i> . Automatische signaalcorrectie voor de radarontvanger. Hiermee wordt de hoeveelheid ontvangen energie gladgestreken. Deze correctie is dus complementair aan de fluctuatie van het signaal. Als een radarecho wordt veroorzaakt door één enkele vogel wordt de fluctuatie van het radarsignaal mede veroorzaakt door de vleugelslag van die vogel. Daardoor is het vaak mogelijk hieruit het vleugelslagpatroon te herleiden. Werkt alleen bij de <i>doelvolgantenne</i> .
<u>Azimutscan</u>	Horizontale scan met de <i>doelvolgantenne</i> . De elevatie kan worden ingesteld van 0° tot 85°. Door de smalle bundel van de <i>doelvolgantenne</i> kan uit de afstand tot de radar en de ingestelde elevatie de hoogte worden bepaald, met een nauwkeurigheid van circa 200 meter.
<u>Breedfronttrek</u>	Vogeltrek die in een breed front Nederland of, in deze studie, de Noordzee oversteekt. Vaak is deze trekbaan enkele 100 <sup>en</sup> kilometers breed.
<u>Clutter</u>	Vervulling van het radarbeeld door ongewenste echo's, bijvoorbeeld van golven (zeeclutter) of objecten op de grond (grondclutter) zoals bijvoorbeeld huizen, masten, bomen, maar ook duinen.
<u>Doelvolgantenne</u>	Radarantenne met een kleine uitreehoek. Wordt normaliter gebruikt om individuele echo's te volgen. Dit levert zowel gedetailleerde informatie over het vliegpad als soortinformatie (AGC, zie boven). De doelvolgantenne van de Flycatcher is zo gemodificeerd dat deze ook als zoekantenne kan fungeren in het horizontale vlak (azimutscan) en verticale vlak (elevatiescan).
<u>Elevatiescan</u>	Verticale scan met de <i>doelvolgantenne</i> . De azimuthrichting van de antenne kan naar keuze worden ingesteld. De doelvolgantenne knikt op en neer tussen de 0 en 85°. Het doel van de elevatiescan is om een flux (MTR) van de <i>vogeltrek</i> op verschillende hoogtelagen in een zo kort mogelijke tijd te bepalen. Wanneer de elevatiescan dwars op de vliegrichting van de vogels wordt gepositioneerd, prikken alle echo's kort door het scanvlak. Door de afstand en hoogte van de echo's uit te lezen kan een hoogte- en afstandspecifieke flux worden berekend. Zie ook flux.
<u>Flux</u>	Het aantal passerende vogels per kilometer front, haaks op de trekrichting gemeten. Ook wel MTR (= <i>Mean Traffic Rate</i> ) geheten. De flux kan alleen worden uitgerekend bij één dominante vliegrichting.
<u>Gestuwde trek</u>	Vogeltrek die zich door elementen in het landschap in een smalle baan laat leiden. In deze studie is dat de overgang tussen land en zee. Landvogels willen niet over zee vliegen en buigen over de duinen naar het zuiden af. Het tegenovergestelde komt voor bij zeevogels die het land mijden.
<u>Moonwatching</u>	Methode om 's nachts trekkende vogels te kunnen tellen. Bij helder weer worden alle vogels geteld die voor de (lichte) maan langs vliegen. In plaats van de maan als lichtbundel wordt ook wel een schijnwerper gebruikt. Nachtelijke trektellingen met infrarood camera's berusten op hetzelfde principe.



<u>MTR</u>	<i>Mean Traffic Rate.</i> Zie verder flux.
<u>PPI</u>	<i>Plan Position Indicator.</i> Het radarbeeld geprojecteerd in een plat vlak. Bij de Flycatcher wordt een kleurenmonitor gebruikt.
<u>PRF</u>	<i>Puls Repetition Frequency.</i> De frequentie waarmee pakketjes radarenergie worden weggezonden.
<u>Reversed migration</u>	Omkeertrek. Bijvoorbeeld van vogels die in het najaar naar het NO vliegen in plaats van het ZW en andersom. Treedt vrijwel altijd op onder invloed van de wind.
<u>Search beam</u>	Zoekantenne.
<u>STC</u>	<i>Sensitivity Time Control.</i> Deze radarinstelling corrigeert het signaal tijd (= afstand) afhankelijk. De STC heeft hierdoor invloed op de bundelbreedte, azimuthscan en elevatiescan.
<u>MTI</u>	<i>Moving Target Indicator.</i> Radarfilter wat bewegende objecten (dus ook vogels) onderscheid van stilstaande objecten. De bewegende objecten worden in een aparte kleur op de PPI weergegeven.
<u>Zoekantenne</u>	Radarantenne met een brede uittreehoek, in het geval van de Flycatcher 20°. De zoekantenne wordt gebruikt om een overzichtsbeeld van de omgeving weer te geven. Voor vogels wordt de luchtlag tussen 0 en 1000 meter hoogte (op 5 km afstand) bemonsterd. Vogels kunnen worden waargenomen tot een afstand van circa 7 kilometer (zijaanzicht). Groepen en grote vogels (Zilvermeeuw en groter) kunnen tot 10 kilometer worden waargenomen (het maximum instelbare bereik van deze radar).

## APPENDIX B. DE VORM VAN DE RADARBUNDEL

Hier wordt aangegeven hoe de bundelbreedte wordt berekend voor een object met een gegeven radar cross-sectie, naar een interne notitie van Moonen 1996. De hoeveelheid uitgezonden en weer gereflecteerde energie wordt uitgedrukt in Watts per oppervlakte-eenheid en wordt hierna genoemd "intensiteit". In het hart van de bundel neemt de door een onderschept object gereflecteerde, door de radar ontvangen energie-intensiteit af met de afstand tot de antenne volgens de radarformule (Skolnik 1980):

$$I(r) = \frac{K \cdot \sigma}{r^2} \quad (1)$$

waarbij

$I$  = intensiteit in W per oppervlakte

$r$  = afstand tot de antenne

$\sigma$  = radar cross sectie (oppervlakte)

$K$  = constante, opgebouwd uit het vermogen van de radar (W) en de versterking van de antenne (dimensieloos)

De intensiteit op een gegeven afstand  $r$  neemt af van het hart tot de rand van de radarbundel volgens de Gaussische of normaalverdeling, door Moonen bewerkt voor het hoekverschil:

$$G(\varphi) = C \cdot e^{-\left(\frac{\varphi - \mu}{\phi}\right)^2} \quad (2)$$

waarbij

$G$  = relatieve vermogen ten opzichte van het vermogen in het hart van de bundel (dimensieloos).

$\mu$  = de hoek van hart van de bundel met de aarde, oftewel de kijkhoek van de radar.

$\varphi$  = de hoek van een punt op afstand  $r$ , op een gegeven hoogte, met de aarde (gemeten vanaf de antenne).

$C, \phi$  = constanten die voortkomen uit de radardefinities.

De resulterende energie-intensiteit op afstand  $r$ , hoek  $\varphi$  bedraagt dus

$$I(r, \varphi) = I(r) \cdot G(\varphi) \quad (3)$$

oftewel

$$I(r, \varphi) = \frac{K \cdot \sigma \cdot C \cdot e^{-\left(\frac{\varphi - \mu}{\phi}\right)^2}}{r^2} \quad (4)$$

Als van een object bekend is wat de maximale detectieafstand  $R_{max}$  is, dan is voor iedere afstand  $r$  de maximale bundelbreedte voor dat object te berekenen. Immers, de intensiteit op  $R_{max}$  in het hart van de bundel, oftewel als  $\varphi = \mu$ , is gelijk aan de intensiteit op een afstand  $r$ , aan de rand van de bundel, (dus  $\varphi = \varphi_{max}$ ):

$$I(R_{max}, \varphi = \mu) = I(r, \varphi_{max}) \quad (5)$$

Invullen van formule (4) geeft:

$$\frac{K \cdot \sigma \cdot C \cdot e^{-\left(\frac{\mu - \mu}{\phi}\right)^2}}{R_{\max}^4} = \frac{K \cdot \sigma \cdot C \cdot e^{-\left(\frac{\phi_{\max} - \mu}{\phi}\right)^2}}{r^4} \quad (6)$$

De constanten  $K$ ,  $\sigma$  en  $C$  kunnen worden weggestreept:

$$\frac{e^0}{R_{\max}^2} = \frac{e^{-\left(\frac{\phi_{\max} - \mu}{\phi}\right)^2}}{r^2} \quad (7)$$

Aangezien  $e^0 = 1$ , volgt dat

$$e^{-\left(\frac{\phi_{\max} - \mu}{\phi}\right)^2} = \frac{r^2}{R_{\max}^2} \quad (8)$$

$$e^{-\left(\frac{\phi_{\max} - \mu}{\phi}\right)^2} = \left(\frac{r}{R_{\max}}\right)^2 \quad (9)$$

$$-\left(\frac{\phi_{\max} - \mu}{\phi}\right)^2 = 2 \ln\left(\frac{r}{R_{\max}}\right) \quad (10)$$

$$\left(\frac{\phi_{\max} - \mu}{\phi}\right) = \pm \sqrt{-2 \cdot \ln\left(\frac{r}{R_{\max}}\right)} \quad (11)$$

$$\phi_{\max} - \mu = \pm \phi \cdot \sqrt{2} \sqrt{-\ln\left(\frac{r}{R_{\max}}\right)} \quad (12)$$

$$\phi_{\max} = \mu \pm \sqrt{2} \cdot \phi \sqrt{-\ln\left(\frac{r}{R_{\max}}\right)} \quad (13)$$

Dit is de formule voor de relatie tussen bundelbreedte en afstand, uitgedrukt voor de hoeken van de boven- en onderkant van de radarbundel ten opzichte van het aardoppervlak. De waarde voor  $\phi$  vinden we als volgt:

Het hart van de bundel,  $\mu$ , ligt uiteraard midden tussen de gedefinieerde -3dB punten  $\phi_{upp}$  en  $\phi_{low}$ , oftewel

$$\mu = \frac{\phi_{upp} + \phi_{low}}{2} \quad (14)$$



Per definitie is de hoeveelheid energie op een -3dB punt, bijvoorbeeld  $\varphi_{upp}$ , gelijk aan de helft van de hoeveelheid energie in het hart van de bundel. Vullen we dit bij functie (2), dan volgt:

$$C \cdot e^{-\left(\frac{\mu - \mu}{\phi}\right)^2} = 2 \cdot C \cdot e^{-\left(\frac{\varphi_{upp} - \mu}{\phi}\right)^2} \quad (15)$$

$$C \cdot e^0 = 2 \cdot C \cdot e^{-\left(\frac{\varphi_{upp} - \mu}{\phi}\right)^2} \quad (16)$$

$$e^{-\left(\frac{\varphi_{upp} - \mu}{\phi}\right)^2} = \frac{1}{2} \quad (18)$$

$$-\left(\frac{\varphi_{upp} - \mu}{\phi}\right)^2 = \ln\left(\frac{1}{2}\right) \quad (19)$$

Vullen we functie (14) in voor  $\mu$ , dan volgt

$$-\left(\frac{\varphi_{upp} - \frac{1}{2}(\varphi_{upp} + \varphi_{low})}{\phi}\right)^2 = \ln\left(\frac{1}{2}\right) \quad (20)$$

oftewel

$$\left(\frac{\varphi_{upp} - \frac{1}{2}(\varphi_{upp} + \varphi_{low})}{\phi}\right)^2 = \ln(2) \quad (21)$$

waaruit volgt

$$\frac{\varphi_{upp} - \frac{1}{2}(\varphi_{upp} + \varphi_{low})}{\phi} = \sqrt{\ln(2)} \quad (22)$$

$$\frac{\frac{1}{2}\varphi_{upp} - \frac{1}{2}\varphi_{low}}{\phi} = \sqrt{\ln(2)} \quad (23)$$

$$\phi = \frac{\frac{1}{2}\varphi_{upp} - \frac{1}{2}\varphi_{low}}{\sqrt{\ln(2)}} \quad (24)$$

$$\phi = \frac{\varphi_{upp} - \varphi_{low}}{2 \cdot \sqrt{\ln(2)}} \quad (25)$$

Voor de uiteindelijke functie voor de hoeken van de boven- en onderkant van de bundel ten opzichte van het aardoppervlak, bij een gegeven radar en een te onderscheppen object met een gegeven radar cross-sectie voegen we de functies (14) en (25) in bij functie (13), resulterend in

$$\varphi_{\max} = \frac{1}{2} (\varphi_{upp} + \varphi_{low}) \pm \frac{\sqrt{2} \cdot (\varphi_{upp} - \varphi_{low}) \cdot \sqrt{-\ln\left(\frac{r}{R_{\max}}\right)}}{2 \cdot \sqrt{\ln(2)}} \quad (26)$$

