



Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

**KNMI-project**

**‘Visie Waarnemingen op  
Land Water Overgangen Nederland’  
(WOLWO NL)**

**Eindrapport**

*Henk Benschop, Albert Klein Tank en  
Ad de Ruiter*



Intern rapport; IR 2004-01

De Bilt, 2004

PO Box 201  
3730 AE De Bilt  
Wilhelminalaan 10  
<http://www.knmi.nl>  
Telephone +31 30 22 06 911  
Telefax +31 30 22 10 407

Auteur: Benschop, Henk  
Klein Tank, Albert  
Ruiter, Ad de

*De reeks Intern rapport is in juli 2000 gestart en geeft bij afsluiting de vorderingen rond een project of instrument weer.*

*De inhoud is primair bestemd voor KNMI-ers, maar de publicaties zijn verder openbaar.*

*Lezers van buiten het instituut dienen er echter wel rekening mee te houden dat het gebruikte jargon niet in alle gevallen voor buitenstaanders duidelijk zal zijn.*

Intern rapport; IR 2004-01



**KNMI-project "Visie Waarnemingen op Land Water  
Overgangen Nederland" (WOLWO NL)", eindrapport**

*Henk Benschop, Albert Klein Tank, Ad de Ruiter*

KNMI, De Bilt, 1 november 2002



## Voorwoord

In april 2001 werd door de Coördinatiegroep Nationale Waarnemingen een project gestart betreffende het "Waarnemen op Land-Water overgangen", met als doelstelling het voorbereiden van beleid omtrent dit specifieke waarneemvraagstuk. Dit project werd bekend als het "WOLWO" project.

Het nationale meteorologische meetnet omvat een aantal stations aan de Noordzeekust, maar ook stations aan het Markermeer, het IJsselmeer en de Waddenzee. Het oudste en meest bekende daarvan is Vlissingen, dat altijd heeft gediend als uitkijkpost voor naderend zwaar weer. Deze stations leveren waarnemingen aan diverse gebruikersgroepen met uiteenlopende en soms tegenstrijdige belangen. Het is dus noodzakelijk dit deel van het meetnet zodanig in te richten dat doelmatige en kwalitatief goede producten aan deze gebruikers geleverd kunnen worden.

Uit onderzoek is gebleken dat metingen pal op de overgang van land naar water sterk beïnvloed worden door lokale omstandigheden. Mede daardoor zijn ze vaak beperkt toepasbaar. De omgeving waarin gemeten wordt heeft tevens invloed op de kwaliteit van de waarnemingen. Meten in de buurt van de kust is met name lastiger vanwege snellere degradatie van de instrumentatie. Daarnaast is het inrichten van waarneemstations duur. Het streven naar doelmatigheid impliceert dus dat gekozen moet worden voor een beperkt aantal locaties. In dit kader is het zinvol om rekening te houden met de mogelijkheden die het hoge resolutie numerieke analyse- en weermodel (HIRLAM) daartoe biedt. Ook de onlangs ontwikkelde downscaling-methode voor wind uit HIRLAM, die omgevingsfactoren zo goed mogelijk in rekening brengt, biedt mogelijk nieuw inzicht. Het is dus noodzakelijk inzicht in de behoeften en de mogelijkheden te verkrijgen teneinde een helder beleid voor dit deel van het meetnet te formuleren.

Voor u ligt het rapport dat door de projectgroep is opgesteld op basis van een enquête onder vele specialisten. Het rapport bevat waardevolle informatie, waaronder een algemeen overzicht van de gebruikerswensen, en aanbevelingen voor verbetering van de huidige situatie. Uit deze resultaten blijkt dat onder de gebruikers een grote behoefte bestaat aan meer waarnemingen op meer waarneemlocaties teneinde de toepasbaarheid te vergroten. Dit lost echter het vraagstuk van de doelmatigheid niet op. Ook is nog niet duidelijk of de numerieke modellen en methoden daarmee beter gediend zijn. Een vervolgstudie onder supervisie van de cgNaWa zal één en ander moeten ophelderen.

Dr.L.M.Hafkenscheid, Hoofd Waarnemingen en Modellen  
Februari 2004



## Inhoud

<i>1. Inleiding</i>	7
<i>2. Doelstellingen van meteorologische waarnemingen op de overgangszone van landoppervlak en (zee-) water</i>	9
<i>3. Overzicht van het huidige waarneemnetwerk</i>	11
<i>4. Evaluatie van gebruikerseisen en beperkingen van de waarneemomstandigheden en -locaties</i>	15
<i>5. Conclusies en aanbevelingen</i>	21
<i>6. Dankwoord</i>	25
<i>Literatuur</i>	27





## 1. Inleiding

In dit rapport wordt de problematiek van meteorologische waarnemingen op en nabij de kustlijn van Nederland besproken. Het gaat hierbij om de volgende gebieden:

- de streek op en boven het wateroppervlak voor de kust, zeg een strook van ca. 5 à 10 km breed aan de zeezijde langs de Noordzee, alsmede de volledige "binnen"wateren Waddenzee, Markermeer en IJsselmeer, en de wateren in Zeeland en Zuid-Holland;
- de gehele kustlijn van Nederland, dwz langs de Noordzee en alle bovengenoemde binnenwateren;
- de strook land langs bedoelde kustlijn, ca. 2 à 5 km breedte {de breedte is mede afhankelijk van de accidentatie (duinen, dijken) en het landgebruik (steden, dorpen, bossen, agrarisch, industrie, havencomplexen, e.d.) aan de kust}.

In deze zone kunnen zich zeer specifieke weersfenomenen voordoen die bijzondere aandacht vereisen van de KNMI-meteorologen en -klimatologen. Opgemerkt moet worden, dat het hierbij niet alleen gaat om de weersfenomenen die in de desbetreffende zones optreden en aldaar een (min of meer) heftige uitwerking kunnen hebben met alle consequenties van dien, doch ook om de weerverschijnselen in de kustzone die (te zijkertijd) elders, dat wil zeggen verder op zee c.q. verder landinwaarts van (grote) invloed kunnen zijn.

Typische weerverschijnselen in dit verband zijn kustconvergentie, zeewindeffecten, venturi-effecten, nadering slecht weer (frontpassages, trogpassages, depressies, buien, mistadvectie, onweersstoringsen, enz.).

Real time of achteraf informatie is vereist om adequaat zicht te krijgen op de desbetreffende weerverschijnselen en zonodig daaruit meteorologische c.q. klimatologische conclusies te kunnen trekken. Belangrijke informatie kan worden verkregen met behulp van operationele atmosferische modellen en golfmodellen, door middel van modeluitvoer op roosterpunten op af nabij de betreffende zones. Daarnaast kan informatie worden verschaft door middel van het (continu) verrichten van meteorologische waarnemingen in de kustzones van Nederland, waarvoor een uitgebreid meetnet beschikbaar is, deels onder beheer van het KNMI. Deze waarnemingen zijn ook van belang voor de modeltuning en -verificatie. Het onderhavige rapport concentreert zich in de eerste plaats op de rol en het belang van de waarnemingen in het verband van de informatieverschaffing. Welke typen waarnemingen kunnen we zo al onderscheiden:

- a) waarnemingen in situ in de desbetreffende zones;
- b) waarnemingen op afstand, dat wil zeggen van buiten de kustzones (remote sensing, satellieten, bovenluchtwarnemingen, visuele waarnemingen op locaties elders, bijv. op Schiphol, enz.); Voorbeeld: de temp van De Bilt wordt gebruikt om inzage te krijgen in de bovenstroming en de mate van (in-)stabiliteit van de atmosfeer; deze informatie, feitelijk dus in het binnenland geregistreerd, is ook bruikbaar voor de kustzone, en kan o.m. gebruikt worden om (de kans op) zware windstoten te berekenen, ook aan de kust.

De waarneemstations in de kustzones van Nederland zijn een punt van zorg vanwege onder meer de soms dubieuze representativiteit van de meetwaarden ten opzichte van omgeving (binnenland, zee, kustlijn), alsmede het lastige kwaliteitsbehoud door de invloed van zout

en zand op de instrumenten en de daarmee samenhangende hoge eisen aan beheer en onderhoud. Daarnaast maken de optredende grote gradiënten van de weervariabelen in het kustgebied, bijvoorbeeld temperatuur, wind, vochtigheid, enz., het (soms) zeer lastig representatieve waarnemingen te doen. Een directe vergelijking van meetwaarden met modeluitvoer op nabije roosterpunten is daardoor uiterst problematisch.

De KNMI-Coördinatiegroep Nationale Waarnemingen (CgNaWa) is tot de conclusie gekomen dat de bovenaangeduide problematiek zo specifiek is dat het KNMI een visie dient te ontwikkelen met betrekking tot de waarneemstrategie in de directe nabijheid van land-water overgangen. Deze visie is dan supplementair op het KNMI-beleid zoals dat ontwikkeld is ten aanzien van de waarnemingen voor synoptische meteorologie en klimatologie in het algemeen (ref.: het SWANET-rapport, inclusief MT-stellingname daaromtrent, ref. 7; en het tzt te verschijnen KWANET-rapport, ref. 3 1).

Ten behoeve hiervan is in opdracht van Hoofd Waarnemingen en Modellen een project "visie Waarnemingen Land-Water Overgangen Nederland (WOLWO NL) gestart." (ref. 1 5 t.m. 1 7).

Het onderhavige rapport bevat de bevindingen en aanbevelingen van het in het kader van WOLWO ingestelde projectteam. Het team heeft zich bij de formulering van een en ander laten leiden en inspireren door een zo groot mogelijke expertise binnen het KNMI terzake van de onderhavige problematiek. De inwinning van expertise werd gerealiseerd middels een enquête waarin alle betrokken sectoren/ afdelingen met een vragenlijst zijn benaderd. De respons was deels in de vorm van beantwoording van de enquêtevragen, deels als verwijzing naar literatuur, en kon als groot en representatief worden gekwalificeerd. De vermelde referenties zijn opgenomen in de literatuurlijst bij het rapport. Sommige documenten worden gerefereerd in de tekst, andere moeten worden gezien als achtergrondinformatie. De reacties in de enquête vormen het materiaal voor de kern van het rapport ijb de hoofdstukken betreffende evaluatie en aanbevelingen.

In het vervolg van dit rapport wordt eerst ingegaan op de doelstellingen van meteorologische waarnemingen ten behoeve van het verkrijgen van informatie omtrent de weersverschijnselen in of bij de kustzones (hoofdstuk 2). Voorts komen de types waarnemingen c.q. metingen aan de orde welke beschikbaar zijn om die informatie te vergaren. Hierbij wordt ook kort ingegaan op een aantal specifieke modellen en applicaties welke mede een rol spelen in dit informatieproces (hoofdstuk 3). Vervolgens worden al deze methodes uitgebreid geëvalueerd, waarbij de vraag wordt besproken of een en ander (nog) adequaat is, of dat er beperkingen, of hiaten zijn (hoofdstuk 4). Hierna worden conclusies getrokken en is een aantal aanbevelingen geformuleerd (hoofdstuk 5).

## 2. Doelstellingen van meteorologische waarnemingen op de overgangszone van landoppervlak en (zee-) water

De informatiebehoefte is geconcentreerd op de volgende hoofdverschijnselen:

- a) het atmosferisch gedrag aan of direct boven het oppervlak in de kustzone: de te verkrijgen informatie hieromtrent is van belang voor scheepvaartverkeer, heliverkeer, toerisme (strandbezoekers), wegverkeer, beveiliging van dijken en duinen, waarschuwing voor tuinbouw en landbouw direct aan de kust (Westland!). Het betreft informatie voor "real time" gebruik en/of voor achterafanalyses (o.m. incidentonderzoek e.d.);
- b) de grootschalige weersituatie, dat wil zeggen (mede) de atmosferisch verschijnselen in een groter gebied (horizontaal en verticaal). De informatie is van belang voor nowcasting in het ruime achterland achter de kuststrook, inclusief waarschuwing voor gevaarlijk weer: ook belangrijk voor het luchtverkeer, met name voor diverse luchthavens op relatief korte afstand van de kustzone: Rotterdam LH, Valkenburg, Schiphol, De Kooy, Leeuwarden, Lelystad, Woensdrecht.

De waarnemingen c.q. metingen in bovengenoemde kaders hebben verschillende functies. Een aantal daarvan is algemeen van toepassing. Daarnaast hebben waarnemingen/ metingen in of nabij de kustzone een aantal meer specifiek functionele doelstellingen. De volgende algemene en specifieke doelstellingen worden hieronder beschreven.

- De waarnemingen/ metingen dienen (real time) te kunnen worden gebruikt bij de nowcasting van het weer in het kader van de nationale (en internationale) waarschuwingfunctie van het KNMI. De waarneemgegevens vervullen in het bijzonder een cruciale rol in het kader van de overheidstaak van het KNMI ten aanzien van het waarschuwen voor gevaarlijke weersverschijnselen (bijv. bij weeralarmsituaties). Stationswaarnemingen hebben daarbij tot doel representatieve waarden van weervariabelen te genereren in het bijzonder ten behoeve van de maritieme sector (scheepvaart), het verkeer op land en het publiek aan de kust, op het water en langs de dijken. Goede informatie over de kustregio is in dit verband extra belangrijk aangezien veel weersomslagen vanuit het westen ons land bereiken. De bewakingsfunctie speelt met name een rol in het kader van de Wind- en Stormwaarschuwingdienst WSWD, waarin het KNMI een door de overheid vastgelegde kerntaak heeft. Ten behoeve van deze functie is de kustzone in 10 districten verdeeld (5 voor de buitenwateren, 5 voor de binnenwateren) (ref. 13).
- De data van waarnemingen en metingen zijn onmisbaar in de tuning (data assimilatie) en verificatie van (hoge resolutie) weermodellen, zoals HiRLAM, X-HiRLAM, golfmodellen / wateropzetberekeningen en verspreidingsmodellen voor gevaarlijke stoffen., alsmede voor specifieke methodes zoals downscaling. Hierbij is het noodzakelijk dat de waarden representatief zijn voor, of herleid kunnen worden naar, modelwaarden op nabije roosterpunten.
- De data van waarnemingen en metingen kunnen (later) van cruciaal belang zijn bij (ad hoc) reconstructie en analyse van weerincidenten in het verleden, bijvoorbeeld scheepsrampen, stormschades of andere calamiteiten. Het gaat daarbij om de op waarneemstation gemeten of geregistreerde waarden van weervariabelen die herleid kunnen worden naar de locaties waarvoor de reconstructie wordt gemaakt. Dit is meestal niet op of bij

het waarnemstation. De betreffende data dient derhalve goed gevalideerd en gearchi-veerd te worden.

- De waarnemgegevens worden gebruikt bij het opstellen van klimatologische referenties en bij monitoring van het klimaat of studie van klimaatvariabiliteit. De waarnemingen worden hierbij geaggregeerd tot klimatologische overzichten, frequentietabellen, tijdreeksen etc.. Teneinde de klimatologische representativiteit te garanderen is homogeniteit en continuïteit in de meetreeks essentieel. Breuken kunnen ontstaan door verplaatsing van stations.
- Afspraken zijn er, soms contractueel vastgelegd, voor levering van waarnemdata aan andere diensten van V&W (o.a. RIKZ, Dir. Noordzee, RIZA, Directie Zeeland) en derden. Ook hier gaat het om waarden van weervariabelen die representatief zijn voor locaties waar de bedoelde diensten of derden in geïnteresseerd zijn.
- Er zijn internationale verplichtingen met betrekking tot het beschikbaar stellen van gegevens en andere informatie inzake meteorologische en klimatologische waarnemingen, bijv. in het kader van WMO, ICAO, klimatologische normalen (CLINO), internationale waarnemnetwerken (RBSN, RBCN, GCOS, etc. (ref. 30).

### 3. Overzicht van het huidige waarneemnetwerk

De informatie om zicht te krijgen op de bovenbeschreven specifieke weerverschijnselen teneinde de adequate meteorologische en klimatologische conclusies te kunnen trekken, kan worden verschaft door de volgende waarneembronnen:

- Instrumentele waarnemingen "in situ" in de desbetreffende zones (boven zee- of landoppervlak). Het gaat om metingen die geschieden met behulp van instrumenten/ sensoren op één bepaalde locatie. Feitelijk wordt dan de fysieke (atmosferische) toestand beschreven ter plekke van de instrumenten. We hebben daarnaast (gedetailleerde) informatie omtrent de omgeving nodig om deze metingen te kunnen "vertalen" naar min of meer grote schaal.
- Menselijke zintuiglijke waarnemingen in de betreffende zones, zoals de registraties met de hand, met de ogen of met het gehoor. De waarnemingen met oog resp. oor worden visuele waarnemingen resp. auditieve waarnemingen genoemd. Visuele en auditieve waarnemingen kunnen de situatie op afstand beschrijven, zoals het naderen van (onweers-) buien, advection van mist e.d. Korthedshalve worden alle zintuiglijke waarnemingen in het vervolg van dit rapport "Visuele waarnemingen" genoemd. Bij het vervangen van deze waarnemingen door sensoren is het handhaven van het criterium "registratie van verschijnselen op afstand" zeer belangrijk!
- Waarnemingen "op afstand" van buiten de kustzones, zoals registratie met behulp van remote sensing technieken (buienradar, bliksemdetectie, windprofilers), satellietbeelden, bovenluchtwarnemingen die herleidbaar zijn naar de kustzone, alsmede "in situ" waarnemingen op locaties (net) buiten de kustzone die herleidbaar zijn naar het kustgebied.

Naast het netwerk van bovenbeschreven waarneemmethodes kan goede informatie verkregen worden met behulp van uitvoer van modellen op roosterpunten op of nabij de betreffende zones en modelapplicaties. Voorbeelden: atmosferische modellen (ECMWF, HiRLAM, XHiRLAM), golfmodellen, gasverspreidingsmodellen (ten behoeve van calamiteitenmeteorologie), allerlei speciale applicaties: downscaling, stabiliteitsindices, windstootalgoritme, e.d. De modellen worden overigens weer gevoed en/of geverifieerd met waarnemingen. Voorts kan geografische informatie, zoals met betrekking tot vegetatie, geaccidenteerdheid terrein, bebouwing, e.d. een belangrijke aanvullende bron zijn.

Het KNMI beschikt momenteel over het volgende waarneemnetwerk om de doelstellingen, zoals in hoofdstuk 2 geformuleerd, te kunnen realiseren:

#### **a) Waarnemingen in situ aan het aard- c.q. wateroppervlak**

Een overzicht van de stations waar deze waarnemingen plaatsvinden, wordt gegeven in respectievelijk figuur 1 (plattegrond Nederland en een deel van de Noordzee) en tabel 1 (met per station de meet- c.q. waarneemvariabelen). De tabel beperkt zich tot de stations in de kustzones. Het gaat bij deze kustzones om de gebieden op zee en land volgens de in hoofdstuk 1 aangeduide gebieden. Een station als Valkenburg (06210), dat hemelsbreed niet ver van de kustlijn ligt, valt hier dus toch buiten vanwege de brede duinenrij, de daar

gesitueerde bossen, alsmede allerlei gebouwen op en ten westen van de luchthaven. De informatie is gebaseerd op het SWANET-rapport, ref.7. Opgemerkt wordt dat de in de plattegrond vermelde stations met code 513 t.m. 516 de zogeheten mistpost stations van Schiphol betreffen. Deze stations hebben (nog) geen officiële (WMO-) status en zijn derhalve ook niet in de lijst opgenomen. Het belang is puur gericht op het luchtvaartverkeer. Eén van die 4 stations, Muiden (code 514) is dichtbij het Markermeer gelegen en zou met aanpassing als kuststation kunnen fungeren. In het vervolg van dit rapport wordt hierop teruggekomen.

### ***b) Waarnemingen in situ op hoogte***

Op 2 plaatsen in Nederland verricht het KNMI meteorologische metingen op hoogte: Door middel van radiosondemetingen met behulp van ballonoplatingen (tot 1 november 2002 in Valkenburg, daarna weer in De Bilt). De verkregen informatie is van belang voor onder meer het bepalen van de stabiliteit van de atmosfeer, en hieruit de kans op windstoten, onweer e.d. De gegevens zijn herleidbaar naar het kustgebied, zeker bij oplatingen vanaf station Valkenburg.

Door middel van continue metingen van talloze weervariabelen op de KNMI-meetmast te Cabauw. De metingen vinden op diverse niveaus plaats tot 200 m hoogte. De data geeft inzicht in het verticale profiel in de grenslaag van de atmosfeer en is, in bepaalde omstandigheden, ook bruikbaar voor en herleidbaar naar het kustgebied. Implementatie van de Cabauw-gegevens in het operationele proces is een punt van aandacht.

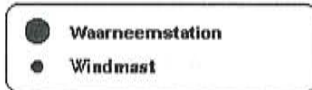
### ***c) Waarnemingen op afstand met behulp van remote sensing methodes***

Operationele methodes in dit verband zijn de neerslagradarsystemen in De Bilt en Den Helder. De uitvoer geeft direct inzicht in de actuele neerslagsituatie nabij de kustlijn. Tevens is de methode potentieel bruikbaar voor winddetectie. Voorts beschikt het KNMI over een aantal palen voor detectie van bliksemontladingen (Safir-systeem). De gegevens hieruit zijn geschikt om onweer in de kuststreek vast te stellen en zicht te krijgen op de intensiteit ervan. In ontwikkeling voor operationele toepassing zijn de windprofilers, die zeer geschikt kunnen zijn voor het meten van het verticale windprofiel.

### ***d) Waarnemingen met satellieten (Meteosat, NOAA)***

In toenemende mate spelen satellietwaarnemingen een rol in het operationele proces bij het vaststellen van de (actuele) weersituatie. Niet alleen gaat het hierbij om het beschouwen van wolken en de ontwikkeling daarvan, maar ook zijn methodes ontwikkeld voor operationele toepassing ten behoeve van het detecteren van het golfspectrum (scatterometers) en hieruit zicht te krijgen op de windsituatie boven het zeeoppervlak, alsmede methodes voor het bepalen van de zeewatertemperatuur in de bovenste lagen. Het behoeft geen betoog dat genoemde methodes zeer waardevolle informatie kunnen verschaffen omtrent de (weer-) situatie aan de kust.

# Nationale meteorologische meetnet 2001




## Stations in de kustzone, situatie april 2002

		districtsindeling WSWD									meet-c.q. waarneemvariabelen														
		kustwateren					binnenwateren																		
Stationsnaam	St-nr.	Vlissingen	Hoek v. Holland	IJmuiden	Texel	Rottum	Zierikzee	Marken	IJsselmeer	Harlingen	Delfzijl	Temperatuur (1,5m)	Temperatuur (0,1m)	Atmosferische druk	Vochtigheid	Wind (snelheid)	Wind (richting)	Neerslaghoeveelheid	Neerslagduur	Straling (globale)	Zicht	Bodemtemperatuur Weather(present, past), toestand grond	Wolken en bedekkings- graad	Zeewatertemperatuur	Zeegolven, deining
IJmond	06209			x																					
IJmuiden	06225			xx									X								X		X	X	
Texelhors	06229				x																				
De Kooy *	06235				xx					xx															
Vlieland	06242				xx																				
Wijdenes	06248														X	X									
Berkhout *	06249									xx															
Terschelling	06250				xx																X		X	X	
Hoorn Terschelling *	06251				xx					xx											T		T	T	
Meetpost Noordwijk	06254	xx	xx																						
Wijk aan Zee *	06257			xx																					
Stavoren	06267									xx				T									T	T	
Houtribsluizen	06268									xx	xx										X		X	X	
Lelystad *	06269									xx															
Stavoren Haven	06271									x						X	X								
Lauwersoog	06277										xx														
Huibertsgat	06285					x																			
Cadzand	06308	x																							
Vlissingen	06310	xx					xx																		
Hoofdplaat	06311						x																		
Oosterschelde	06312	x																							
Vlakte van de Raan	06313	x																							
Hansweert	06315						x																		
Schaar	06316	x																							
LE Goeree	06320		xx																						
Euro platform	06321		xx																						
Wilhelminadorp *	06323							xx																	
Stavenisse	06324						x																		
Hoek van Holland	06330		xx																		X		X	X	
Tholen	06331						x																		

\* landstations

xx	waarneemstation
x	alleen wind

	automatisch
	visueel

X	verdwijnt cf SWANET
X	verdwijnt cf SWANET
	autom./automaat wordt toegevoegd
T	automaat wordt toegevoegd cf SWANET

TABEL 1



## **4. Evaluatie van gebruikerseisen en beperkingen van de waarnemomstandigheden en -locaties**

De specificaties van de gebruikerseisen/ -wensen en de evaluatie hiervan zijn mede gebaseerd op de resultaten van de enquête. Achtereenvolgens komen aan de orde de vereiste meetdichtheid per variabele (par. 4.1), de kwaliteit en representativiteit van de waarnemingen onder invloed van standaardisatie van meetstations (par. 4.2), de beperkingen aan de meetlocaties en de metingen (par. 4.3), mate van houdbaarheid van representativiteit bij verplaatsing naar het binnenland (par. 4.4), operationele bruikbaarheid van andere typen waarnemingen dan "in situ" (par. 4.5), vergelijking van waarnemingen met modeluitvoer (par. 4.6), en de bruikbaarheid van modeluitvoer als alternatieve waarneming (par. 4.7).

### ***4.1 Vereiste meetdichtheid per relevante weervariabele (wind, temperatuur, vochtigheid, neerslag, druk, zicht, etc.) in de kustzones en strategische meetlocaties; één en ander getoetst aan de bestaande stations***

Het huidige meetnet in de kustzone is mede gegrond op een KNMI-besluit van meer dan 30 jaar geleden (ref. 3.2), waarin bepaald is dat ieder waarschuwingsdistrict in de kustzone over tenminste 2 windmeetstations dient te beschikken. Een 2e station per zone werd noodzakelijk geacht om te garanderen dat er een backup-meting voorhanden is in het geval het andere windstation in dat district zou uitvallen. De situatie van nu is echter niet meer vergelijkbaar met die van toendertijd. Thans beschikken we over veel alternatieve informatiebronnen, zoals satelliet en remote sensing waarnemingen, en hoge resolutiemodellen. Desondanks wordt het belangrijk geacht om toch per waarschuwingsdistrict over tenminste 1 bron van representatieve windwaarnemingen te kunnen beschikken.

Voorts is in de loop der tijden een aantal waarneemstations in de kuststreek gesitueerd vanwege het belang voor synoptische waarnemingen voor scheepvaart (met name bij havens en zeeingangen), c.q. voor de luchtvaart (burgerluchthavens en een aantal militaire bases). Helaas moet geconstateerd worden dat diverse waarneemstations, zoals Valkenburg, De Kooy en Lelystad LH, weliswaar qua fysieke afstand dichtbij de kustlijn zijn gelegen, maar dat deze stations vanwege de aard van het gebied tussen station en kust (bebouwing, accidentatie, begroeiing) ten onrechte als kuststations worden beschouwd. Feitelijk zijn het landstations.

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- De meetdichtheid in en rond de provincie Zeeland (kust en binnenwateren) is groot, maar slecht verdeeld. Tamelijk veel stations bevinden zich in het zuidelijk gedeelte van de provincie, betrekkelijk weinig aan de noordzijde. Verder is verplaatsing van het "slechte" station Vlissingen naar een meer representatieve locatie in de buurt vereist. Eventuele verplaatsing zou echter met zorg moeten geschieden omdat de homogeniteit van de langjarige klimatologische reeks van dit station niet wezenlijk aangetast mag worden.

- De Noordzeekust langs Noord- en Zuid-Holland en de Waddeneilanden kent vrij veel windmetingen (let ook op Texelhors en IJmond), maar er is een gat halverwege IJmuiden/ IJmond en Den Helder/ Texelhors. Ook het uiterste noordoosten van Nederland is minimaal bedeed met windmetingen. Er is aldaar feitelijk alleen het (ver) buitengaats gelegen Huibertgat.
- In de gehele kustzone langs de Noordzee is de informatie-inwinning met betrekking tot de andere weervariabelen (dan wind) onvoldoende tot zeer onvoldoende. Met name is deze uitspraak van toepassing op het noorden. De stations Terschelling Hoorn en Vlieland zijn daarenboven ook niet ideaal gesitueerd ten opzichte van de Noordzee. Het meetterrein in Vlieland ligt bijvoorbeeld verscholen in het duingebied tussen barakken van de defensie (NB de windmast Vlieland staat op kilometers afstand op een zandplaat in zee). In de gehele regio is meer info over de andere parameters (dan wind) vereist.
- Niet alle operationele KNMI-windmetingen op en rond het IJsselmeer/ Markermeer zijn voldoende representatief voor het wateroppervlak. De stations Berkhout en Lelystad LH zijn te ver van het water gelegen om representativiteit te kunnen garanderen. Dit geldt ook voor windmast Wijdenes, hoewel dit station pal aan het water is gesitueerd. Echter, bij wind met richting in de noordsector is sprake van een hoge beschutting als gevolg van de grote ruwheid in die sector. De representativiteit van de aldaar gemeten windsnelheid met windrichting in die sector is voor de windsituatie op het water onvoldoende. Vanwege het belang voor een veilig scheepvaartverkeer op IJsselmeer en Markermeer wordt voorgesteld om windmetingen halverwege de Afsluitdijk en op de dijk Lelystad - Enkhuizen te starten. Een situering op die locaties garandeert representativiteit voor een groot wateroppervlak. Windmetingen op de Afsluitdijk zijn tevens representatief en bruikbaar voor het Waddengebied.

#### ***4.2 Consequenties standaardisatie van de inrichting van waarneemstations voor de kwaliteit en representativiteit van stationswaarnemingen in de kustzones***

De gewenste meetdichtheid en de strategische locaties zullen per variabele verschillen. Parameters als windsnelheid, neerslag, zicht en straling behoeven een veel grotere meetdichtheid dan bijvoorbeeld luchtdruk en temperatuur. De omgevingseisen met betrekking tot bijvoorbeeld de windmetingen zijn (geheel) anders dan de eisen die aan de directe omgeving van metingen van andere variabelen, bijvoorbeeld de temperatuurmetingen worden gesteld. Standaardisatie van meetstations, dwz zoveel mogelijk metingen op een klein oppervlak laten plaatsvinden, is uit infrastructureel en pragmatisch oogpunt begrijpelijk, maar mag geen doel op zich worden. Het hoofduitgangspunt moet zijn de waarde en representativiteit van de metingen en waarnemingen voor de doelstellingen, zoals deze in hoofdstuk 2 zijn geformuleerd. Het beëindigen van de windmetingen aan de kust op de locaties Lelystad Houtrib, Wijdenes en Terschelling 250 in verband met de "nabijheid" van respectievelijk de "standaard" meetstations Lelystad Luchthaven, Berkhout en Terschelling Hoorn doet aan genoemd uitgangspunt afbreuk.

#### **4.3 Beperkingen met betrekking tot de meetlocaties en de metingen in de kustzone**

De waarneemstations in de kustzones van Nederland zijn een punt van zorg, omdat uit onderzoek en ervaringen is gebleken dat met name de metingen pal op de land/zee overgang (bijvoorbeeld op een havenpier, het strand, een dijklichaam of een duin) sterk beïnvloed (kunnen) worden door lokale omstandigheden. Bovendien is de terreinruwheid bij deze meetstations richtingsafhankelijk, met als gevolg onzekerheid bij de interpretatie van de meetwaarden (met name van de wind, maar zeker ook van temperatuur en vochtigheid). De grote ruimtelijke gradiënten zorgen er tevens voor dat de meetwaarden van een station vaak niet representatief zijn voor aangrenzende gebieden, althans minder representatief dan vaak wordt gedacht of waar van wordt uitgegaan. Een directe vergelijking met een model roosterpunt gaat dan ook vaak mank. Daarnaast kan de kwaliteit van waarnemingen ernstig in het geding komen in een omgeving die een degraderende invloed heeft op de gebruikte techniek. Waarneeminstrumenten, die pal aan of in het water staan behoeven zeer regelmatig onderhoud bijv. ten gevolge van de invloed van zout en zand. Tenslotte zijn waarnemingen boven wateroppervlak infrastructureel lastig t.a.v. het vinden van een geschikte locatie, bezoeken van die locatie voor inspecties en het transport van data.

#### **4.4 (Ver)plaatsing van waarneemstations naar (vervangende) locaties verder van de kust (dus meer naar het binnenland of verder in zee) als gewenste c.q. haalbare optie**

Ten einde de weersituatie aan de kust en op zee zo goed mogelijk te kunnen beschouwen is het vooralsnog noodzakelijk de instrumentele metingen in het kustzonegebied en bij voorkeur op de kustlijn zelf te laten plaatsvinden en deze niet, ter vervanging, te verplaatsen naar het binnenland. De reden hiervan is dat de hoge resolutie weermodellen en downscaling methodes, ondanks een toenemende verfijning in rooster, nog niet in voldoende mate in staat zijn de "vertaling" naar het kustgebied te maken. Binnen het KNMI is dit een punt van aandacht en intensief onderzoek, waarbij vooral detailinformatie inzake het landschap, alsmede kennis omtrent de wisselwerking tussen typen bodem en de atmosfeer een belangrijke rol spelen. Ook instrumentele waarnemingen "op afstand" (remote sensing) zijn nog niet voldoende gepreciseerd om de gewenste informatie op de kustlijn te kunnen geven. Voorts impliceert verplaatsing naar het binnenland de creatie van een nieuw station met een in principe duidelijk ander klimatologisch regime. Vanuit het standpunt van klimatologie is dit onacceptabel omdat er dan 2 onvergelykbare tijdreeksen aan elkaar geknoopt worden.

Verplaatsing van stations in de kustzone naar vervangende locaties in het binnenland is ongewenst indien sprake is van waarnemingen zicht, present weather en wolken. Genoemd kunnen worden de stations, Vlissingen, Hoek van Holland, IJmuiden, Vlieland, Terschelling en Lelystad/Houtrib. Het gaat hierbij om typen waarnemingen die visueel plaatsvinden en die van groot operationeel belang zijn in het verband van de waarschuwings- en bewakingsfunctie van het KNMI. In de eerste plaats geldt deze functie de berichtgeving aan

de scheepvaart, maar deze is ook van toepassing voor de luchtvaart en al het (weg-) verkeer in de kuststrook en direct daarachter.

Het probleem is dat zeer binnenkort op bijna alle bovengenoemde stations (Klu-station Vlieland is uitzondering) de visuele waarnemingen worden gestopt. Voortzetting van waarnemingen met betrekking tot de betreffende parameters is gewenst, doch dat zal voortaan met behulp van instrumenten moeten geschieden. Dit stelt hoge eisen aan de interpretatie van de meting. Immers, de visuele waarnemingen beogen een beschrijving te geven van de desbetreffende weervariabelen in een groot gebied. Voorbeelden:

- bij de bepaling van de bedekkingsgraad van de wolken wordt het gehele hemelgewelf boven de waarnemingsplek beschouwd;
- het vanuit een observatiepunt waargenomen zicht betreft niet de optische luchtdichtheid op het nabije meetterrein, maar de vaststelling tot hoe ver objecten zichtbaar zijn vanaf die plek, dus soms wel tot 10-tallen kilometers afstand.

Instrumentele metingen op de onderscheiden variabelen betreffen evenwel niet meer dan één bepaald geografisch punt. Om de gemeten waarde te kunnen herleiden naar een (veel) groter gebied (boven land of zee) is een andere aanpak bij de verdere interpretatie vereist dan bij visuele waarnemingen.

Het bovenstaande impliceert dat teneinde uit de metingen een zo groot mogelijk rendement te kunnen halen voor het opstellen van weersverwachtingen en klimatologie een zeer goed uitgekende waarneemlocatie vereist is. Dit geldt in sterke mate voor de kustzone vanwege de heterogeniteit van dit gebied. Bij verplaatsing van de locaties naar het binnenland "verdwijnt het zicht" op het te beschouwen (kust-)gebied.

Een station op zee op korte afstand van de kustlijn is ideaal omdat aldaar metingen gedaan kunnen worden die niet gehinderd worden door grote, richtingafhankelijke omgevingsruwheid. Dat garandeert een ruime mate van representativiteit van de waarnemingen voor de kustzone (op zee). Nadelen zijn de vestigingsproblemen, de infrastructuur en de bereikbaarheid voor o.m. onderhoud en inspectie.

Indien echter al een dergelijk station bestaat, dient dit koste wat kost behouden te blijven. Derhalve wordt de eis tot behoud van MP Noordwijk als meteostation hierbij ten sterkste benadrukt. Een extra argument hierbij is de waarde van deze locatie ten behoeve van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de wisselwerking tussen atmosfeer en zeeoppervlak vice versa.

#### ***4.5 Mate van bruikbaarheid van andere typen waarnemingen dan "in situ"***

De huidige operationele waarneemmethodieken "op afstand" (doppler radar, satellietbeelden, windprofilers, e.d.) geven nog onvoldoende nauwkeurige detailinformatie over de weersituatie in de kustzone. Dit geldt ook voor radiosondemetingen in De Bilt, waarvan de representativiteit voor de kustzone niet 100% zal zijn. Derhalve blijven de "insitu" waarnemingen in dit gebied vooralsnog vereist. Bovengenoemde waarneemtechnieken zullen echter in toenemende mate een belangrijke en onmisbare rol gaan spelen in de detailinformatievoorziening voor nowcasting en waarschuwing, voor tuning en verificatie van modellen, alsmede ook voor achteraf analyses van weersituaties (ref. 4, 23 en 27). Veel onderzoek en ontwikkeling is echter nog vereist voordat genoemde waarneemmethoden mis-

schien de metingen en waarnemingen aan het aard- c.q. zeeoppervlak zouden kunnen vervangen en de data uit genoemde methodes mede benut kan worden voor klimatologische doeleinden (opbouw tijdreeks, data archivering tbv eventueel latere incidentanalyses). De traditionele waarnemingen blijven vooralsnog vereist. Conclusie: in de kustzone zullen de andere typen waarnemingen voorlopig als een waardevolle, maar aanvullende informatiebron fungeren.

#### ***4.6 Eisen aan representativiteit van waarnemingen voor de directe vergelijking met atmosferische en maritieme modellen***

Vergelijking van waarnemingen met modellen (tuning, verificatie) vereist in principe een sterke mate van correspondentie tussen de situatie op en rond de plek waar de meting plaatsvindt (de stationssituatie) en het punt waarvoor de berekening wordt gedaan (de modelsituatie), zoals de zelfde hoogte boven het aard-, c.q. zeeoppervlak, een vergelijkbare omgeving qua ruwheid en type landschap. Zo niet dan worden appels en peren vergeleken. Dit "gevaar" is groot indien waarnemingen in de kustzone vergeleken worden met de modelberekeningen op een nabij roosterpunt. Dat roosterpunt heeft namelijk het predikaat "zeelocatie", met bijbehorende ruwheid etc., of "landpunt" met bijbehorend ruwheid en landschapsinformatie. Afgeraden moet worden de waarneemdata van kuststations te gebruiken in modellen, behoudens in zeer specifieke (nog niet operationele) modules waarin het betreffende roosterpunt een "echte" kustlocatie is (vgl. module land-waterovergang van Makin c.s en de downscalingmodules). (ref. 25 en 26).

Om dezelfde reden, namelijk een gebrek aan correspondentie tussen te vergelijken (geografische)situaties dient afgeraden te worden om de mate van correctheid van weersverwachtingen te toetsen en te verifiëren enkel aan de hand van (kust)waarnemingen. Bijvoorbeeld op de vraag of een weeralarm terecht is uitgebracht bevestigend antwoorden omdat 1 kuststation even aan de desbetreffende criteria heeft voldaan. Of stellen dat er midden op het IJsselmeer geen zware storm is geweest omdat geen van de stations langs het IJsselmeer een dergelijke windsnelheid gemeten heeft.

#### ***4.7 Afdekken van behoefte aan meteorologische gegevens met informatie die niet direct afkomstig is van stationswaarnemingen, maar bijv. van model analyses***

Waarnemingen blijven nodig om de modellen te kunnen voeden met data en om de modeluitvoer te kunnen verifiëren. Men kan niet gaan bezuinigen op meetstations in de veronderstelling dat de modelanalyses dan nog "vervangende" informatie zullen kunnen geven. Dit geldt in nog sterkere mate voor de beschrijving van de situatie in de kustzones vanwege de heterogeniteit van het landschap aldaar en onvergelijkbaarheid van een modelroosterpunt met een locatie aan de kust (bijv. haveningang). Optimalisatie van zeer hoge resolutie modellen (ref. 1 en 2) is mogelijk dankzij een lokaal dicht meetnet (Zeeland) en extra detailgegevens over het landschap (bebouwing, begroeiing, accidentatie, meren, rivie-

ren, kanalen, enz.) bijvoorbeeld door gebruik te maken van GIS-bestanden (ref.22). Een dergelijk model kan dan na grondige verificatie aldaar elders operationeel worden ingezet (Waddengebied, IJsselmeer, Markermeer) zonder dat daar een vergelijkbare meetnetdichtheid als in Zeeland vereist is. De totale huidige configuratie van het meetnet staat op dit moment echter geen hiaten toe in de veronderstelling dat modeluitvoer als alternatief kan fungeren. Met de huidige generatie van hoge resolutie modellen en downscaling technieken valt wel al heel veel nuttige en waardevolle informatie te verkrijgen omtrent bijvoorbeeld het windveld op het IJsselmeer en andere kustwateren. De daarmee te halen detailinformatie is lang niet altijd door middel van waarnemingen te bepalen.

## 5. Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Aanpassing meetnet insitu waarnemingen

Bij ongewijzigd beleid van het KNMI moet verondersteld worden dat de toekomstige configuratie van het waarneemnetwerk in principe gebaseerd zal zijn op de aanbevelingen in het SWANET-rapport (ref. 7). Wellicht dat vanuit het KWANET-project (ref. 31) nog wijzigingsvoorstellen met betrekking tot het meetnet zullen komen, maar dat is nu nog onduidelijk (het project is nog maar nauwelijks van start gegaan). Uit de voorafgaande evaluatie blijkt dat het in SWANET voorgestelde meetnet onvoldoende tegemoet komt aan de specifieke eisen die gesteld worden aan een optimale verdeling, representativiteit en kwaliteit van de waarnemingen in het kustgebied. Om die reden is aanpassing van de configuratie in dit gebied gewenst.

De volgende concrete aanbevelingen passen hierbij:

- a) Het vestigen van een 10 meter windmast in het IJsselmeer, halverwege de dijk Lelystad - Enkhuizen. Zodra een en ander operationeel is in het KNMI-proces (eind 2003?), kan station Wijdenes worden opgeheven, met inachtneming van de voorgeschreven tijd parallelmetingen conform protocol.
- b) Het vestigen van een 10 meter windmast halverwege de Afsluitdijk, welke aldus een representatieve functie heeft ten opzichte van IJsselmeer en Waddenzee.
- c) KNMI-mistpoststation Muiden verheffen tot standaard AWS met alle procedurele en beheersmatige consequenties van dien.
- d) Het in de operationele berichtgeving verwerken van de herleiding van de windsnelheidsmetingen van Vlissingen naar 10 meterniveau (zowel ten opzichte van zeeoppervlak als ten opzicht van vlak landoppervlak). Een en ander met behulp van windrichtingafhankelijke beschuttingsfactoren. Overwogen dient zelfs te worden om Vlissingen te verplaatsen naar een locatie in de buurt met een geringere omgevingsruwheid. De verplaatsing zal moeten geschieden met inachtneming van de voorgeschreven tijd parallelmetingen conform protocol.
- e) MPNoordwijk verheffen tot KNMI-station, inclusief visuele waarnemingen en vestiging op dit platform van een 100 (honderd) meter hoge meetmast.
- f) Vlieland in overleg met de Kon.Luchtmacht upgraden tot een compleet waarneemstation, dus inclusief neerslag-en stralingsmetingen. Indien (onverhoopt) de visuele waarnemingen op Vlieland komen te vervallen, dienen op het station sensoren voor metingen PWS, wolken en zicht te worden geplaatst.
- g) De kuststations IJmuiden, Hoek van Holland en Lelystad Houtrib dienen alsnog voorzien te worden van sensoren voor metingen PWS, wolken en zicht ter vervanging van de gestopte visuele waarnemingen.

### **5.2 Samenwerking met instanties die over een eigen meetnet beschikken; het (real time) benutten van informatie/ data van de betreffende meetnetten**

Diverse instanties zoals RWS, RIZA, Zege, ECN, RIKZ, energiebedrijven en centrales beschikken over een eigen meetnet c.q. meetlocaties voor het verrichten van meteorologische waarnemingen, zoals de windmeetpalen van RWS bij het IJsselmeer en in de regio Zeeland. Deze metingen voldoen weliswaar niet allemaal aan de (strengere) KNMI-criteria, maar zijn vaak toch wel bruikbaar voor sommige KNMI-doeleinden. Daarnaast kunnen metingen van buitenlandse stations waardevolle informatie opleveren. Voorgesteld wordt om in dit verband nieuwe overleg- en samenwerkingsstructuren te creëren c.q. bestaande structuren uit te breiden of te verdiepen teneinde te realiseren dat het KNMI ook (real time) over de data van genoemde externe meetnetten kan beschikken. Onderdeel van de structuur dient te zijn de garantie met betrekking tot (actueel) inzicht in gebruikte instrumenten en instrumentspecificaties, alsmede in de meetomstandigheden (omgevingsruwheid!). KNMI-normen ten aanzien van standaardisatie van het meetterrein, de apparatuur, de meetfrequentie e.d. worden hierbij niet rigide geprojecteerd op die andere instanties.

De volgende concrete aanbevelingen worden gedaan:

- a) De RWS-windmetingen op de Afsluitdijk (bij Kornwerderzand) en op de pier bij het sluiscomplex Lelystad Houtrib als secundaire informatiebron toevoegen aan het KNMI-net.
- b) Implementatie in het KNMI-net van het ECN-windmeetstation aan de kust bij Petten.

### **5.3 Het optimaal benutten en implementeren in het operationele proces van andere waarneemmethodes**

Het werk in het KNMI aan waarneemmethodes op afstand, zoals met behulp van radar en windprofilers, en aan satellietwaarnemingen (vergelijk winddetectie met behulp van scatterometer technieken en detectie van zeewatertemperatuur) is van zeer hoog wetenschappelijk niveau. Presentaties en publicaties in dit verband gaan vooral via de wetenschappelijke kanalen (internationale conferenties en wetenschappelijke tijdschriften). Deze waarneemtechnieken dienen in toenemende mate geïmplementeerd te worden in de operationele processen. Deze betreffen niet alleen de opstelling van de weersverwachting, doch ook de latere reconstructies van weersituaties in de kustzone.

De volgende concrete aanbeveling wordt gedaan:

Het werk aan waarneemmethodes op afstand en satellietwaarnemingen uit de sfeer van exclusief wetenschappelijk onderzoek halen en meer richten op het operationele gebeuren. Dit vereist korte werkstructuren en interactieforums tussen de onderscheiden afdelingen. Wellicht is het AMOR-begeuren een geschikt forum voor een verdere optimalisatie van de samenwerking.



#### **5.4 Het verder ontwikkelen en preciseren van HR modellen en downscaling technieken**

Rekenmodellen zoals downscaling modules, hoge resolutie Hirlam, modellering atmosfeer boven land-waterovergangen, herleidingmethodes met betrekking tot de windsnelheid, e.d., kunnen in de toekomst nog betere tools in handen geven voor een adequate informatieverstrekking inzake de specifieke weerfenomenen. Dit geldt mede voor het toepassen van geavanceerde Geografische Informatie Systemen (GIS). Wellicht wordt te zijner tijd een uitdunning van het meetnet, ook in de kustzones dan optioneel. In de komende jaren kunnen de bestaande operationele modellen en toepassingen echter nog niet als alternatief voor het waarneemnet fungeren. In sterke mate geldt dit voor de monitoring van het klimaat en het analyseren van weerincidenten. Verder blijven waarnemingen essentieel voor het voeden/ tunen/ verifiëren/ verder ontwikkelen van de modellen, waarbij zorgvuldig moet worden nagegaan welke de voor het specifieke model meest geschikte waarnemingen en meetlocaties zijn. Uiteraard zijn de modellen zeer goed bruikbaar voor waardevolle detailinformatie. Waarnemingen zijn niet altijd "heilig"!

De volgende concrete aanbevelingen worden gedaan:

- a) De downscalingmethodes die ontwikkeld zijn in het Zeeuwse gebied operationeel implementeren in andere grote binnenwateren van Nederland: IJsselmeer, Markermeer, Waddenzee.
- b) Het operationeel beschikbaarstellen van GIS-informatie ten behoeve van zowel de meteoroloog als voor de klimatoloog. Deze laatste kan de informatie benutten bij het reconstrueren van incidenten en in het kader van het optimaliseren van de klimaatreeks.

#### **5.5 Infrastructurele en financiële consequenties zijn bij een aangepaste meetnetconfiguratie in vergelijkingen met de situatie nu**

Een nieuwe configuratie zal een aangepaste infrastructuur ten gevolge hebben ivm verplaatsing naar andere (wellicht meer afgelegen) locaties (meer en langere bekabeling; andere energiebronnen, bijv. zonnecollectoren; telemetrie van data, enz.). Het gevolg van een en ander is dat de investeringskosten aanzienlijk zullen zijn. Ook de exploitatiekosten (onderhoud, beheer, inspectie, enz.) zullen als gevolg van genoemde aanpassing toenemen in vergelijking met de huidige situatie. Tegenover deze (nu nog niet goed kwantificeerbare) lasten staan als baten:

- kennisvermeerdering;
- betere weersverwachtingen;
- betere garanties voor een "veilige" maatschappij.

Kostenefficiency is mogelijk door samenwerking met andere belanghebbenden: RWS (RI-ZA, RIKZ, Dir.Zeeland, Dir. Noordzee), RIVM, ECN, KLu, KM. Dit zogenoemde "meeliften" wordt tot nu toe onvoldoende benut.

## Stations in de kustzone, voorstel WOLWO

Stationsnaam	St-nr.	meet-c.q. waarneemvariabelen														
		Temperatuur (1,5m)	Temperatuur (0,1m)	Atmosferische druk	Vochtigheid	Wind (snelheid)	Wind (richting)	Neerslaghoeveelheid	Neerslagduur	Straling (globale)	Zicht	Bodemtemperatuur	Weather(present, past), toestand grond	Wolken en bedekkings- graad	Zeewatertemperatuur	Zeegolven, deining
IJmond	06209															
IJmuiden	06225		tw								tw	tw	tw			
Texelhors	06229															
De Kooy *	06235															
Vlieland	06242							Tw	tw	tw	tw	tw	tw			
Berkhout *	06249															
Hoorn Terschelling *	06251															
Meetpost Noordwijk	06254							Tw	tw	tw	tw	tw	tw			
Wijk aan Zee *	06257															
Stavoren	06267															
Lelystad *	06269															
Lauwersoog	06277															
Huibertsgat	06285															
Cadzand	06308															
Vlissingen	06310															
Hoofdplaat	06311															
Oosterschelde	06312															
Vlakte van de Raan	06313															
Hansweert	06315															
Schaar	06316															
LE Goeree	06320															
Euro platform	06321															
Wilhelminadorp *	06323															
Stavenisse	06324															
Hoek van Holland	06330										tw	tw	tw			
Tholen	06331															
Houtribsluizen	06268					tw	tw				tw	tw	tw			
Petten						tw	tw									
Houtribdijk						tw	tw									
Muiden		tw	tw	tw	tw	tw	tw	Tw	tw	tw	tw	tw	tw			
Afsluitdijk						tw	tw									

\* landstations  
TABEL 2

 visueel  
 automatisch

Voorstel WOLWO:  
tw automaat dient te worden toegevoegd

## 6. Dankwoord

Een groot aantal KNMI-medewerkers heeft bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport. Het projectteam WOLWO, bestaande uit Albert Klein Tank (WM, projectleider), Ad de Ruiter (WA) en Henk Benschop (WM) is erg dankbaar voor die inbreng en heeft getracht alle opmerkingen een zo goed mogelijke plaats in de rapportage te geven. In het bijzonder gaat de dank uit naar onderstaande KNMI-ers die (soms zeer uitgebreid) hebben gereageerd op de vragenlijst met 8 vragen die hun in het kader van de enquête was toegezonden (er was ca. 75% respons):

- Jeanette Onvlee, Sander Tijm, Albert Jacobs, Wladimir Makin (WM/RM);
- Ad Stoffelen, Iwan Holleman, Evert Bouws, Herman Wessels, Frans van de Wel, Jitze van der Meulen (WM/RW);
- Job Verkaik, Janet Wijngaard (WM/KD);
- Mijndert van Berchum, Wil van Dijk (WM/OD);
- Kees Dekker, Jan Hemink, Ruud Ivens, Frans Debie (WA);
- Wim Monna, Fred Bosveld, Henk Klein Baltink, Cor Jacobs, Adri Buishand, Theo Brandsma (KS);
- Wiel Wauben (MI).

De vrijwel onverkorte reacties zijn (zonder bronvermelding) te vinden op intranetsite <http://info.knmi.nl/~benschop/>



## Literatuur

1. Windprognoses op kleine ruimtelijke schalen; rapportage project Nautilus, auteur: Albert Jacobs, november 2000;
2. Evaluatie van windanalyses en windprognoses op kleine ruimtelijke schalen, auteur: Albert Jacobs, december 2001;
3. Rapportage Westerschelde project; Albert Jacobs, april 1999;
4. Doppler Radar, documentatie Iwan Holleman: <http://info.knmi.nl/~holleman/>
5. Klimaat-onderzoek Westland tbv kustuitbreiding, W.H.Slob, KNMI-publicatie nr.175, 1989;
6. P.C.T.van der Hoeven, KNMI-publicatie nr.169, 1986;
7. SWANET-rapport; juni 2001;
8. Rapport van Cannemeijer en Stalenhoef over Advection Fog over Amsterdam Schiphol uit 1977,
9. Rapport Raad voor de Transportveiligheid, 13 november 2001, inzake onderzoek naar een tiental scheepsongevallen op het IJsselmeer en Markermeer;
10. Behoeftestelling Windwaarnemingen Kustzones; Ruud Ivens, oktober 1999;
11. Windwaarnemingen IJsselmeer; Ruud Ivens, september 2000;
12. Parallelmetingen van wind op Wijdenes- Berkhout en Stavoren Haven-Stavoren AWS, Job Verkaik, september 2001;
13. Nieuwe districtsindeling wind- en stormwaarschuwingen, info op internet KNMI, december 2001;
14. Waarnemingen aan de kust, Jeanette Onvlee, oktober 1998;
15. Projectopdracht WOLWO, april 2001;
16. Concept-projectplan WOLWO, met commentaar Jitze vd Meulen, juli 2001;
17. Projectplan WOLWO, november 2001;
18. Windsnelheidsmetingen op zeestations en kuststations: herleiding waarden windsnelheid naar 10 meter niveau; KNMI-TR 188, Henk Benschop, 1996;
19. Analyse wenselijkheid overname RIVM-windmeetlocaties door KNMI; KNMI-TR 187, Henk Benschop, 1996;
20. Keuze van te meten elementen in het voorgestelde netwerk van synoptische en klimatologische landstations; Adri Buishand, november 1987;
21. AMOR-lezing Frans Debie, windsituatie 17 mei 2001, powerpoint presentatie op intranet KNMI; mei 2000;
22. GIS-documentatie bij Frans vd Wel, o.a. actueel Hoogtebestand Nederland (AHN): <http://kartoweb.itc.nl/kt/kt-online/kt2000/nr3/bijlage.htm>;
23. Verslag ASWAN: Hoeveel windprofilers zijn nodig zijn om mesoschaal windveld goed te kunnen analyseren op een resolutie van 0.1 graad; Sander Tijm; mei 2000;
24. Verslag BoWaNL; Visie op het waarnemingenennetwerk van de bovenlucht boven Nederland; Sander Tijm; eindrapport CgNaWa-project (concept KNMI-TR); september 2001;
25. Kudryavtsev, V.N. and Makin, V.K.: 1996, 'Transformation of wind in the coastal zone', WR-96-04, De Bilt, 57 pp.

26. Kudryavtsev, V.N., Makin, V.K., Klein Tank, A.M.G. and Verkaik, J.W.: 2000, 'A model of wind transformation over water-land surfaces', Scientific report; WR-2000 01, KNMI, De Bilt, 30 p.
27. The KNMI boundary layer windprofiler/RASS, Henk Klein Baltink, augustus 1998: <http://bgwd59.knmi.nl/~baltink>
28. Final report of the Joint WCRP/SCOR Working Group on air-sea fluxes. Intercomparison and validation of ocean-atmosphere energy flux fields., WCRP-112, WMO/TD-No. 1036 (2000);
29. Generation of synthetic climatologies for unobserved locations using predictor observations: the impact of predictor site distance; P.M. Sheffield & W.P. Hopwood; Met. Office UK; Forecasting Research Technical Report no. 366; september 2001;
30. WMO-documents: Requirements with respect to the international network on meteorological and climatological observations;
31. Klimatologisch Waarneemnet Nederland 2002, project KwaNet NL 2002, project-opdracht;
32. Dienstvoorschriften weerdienst, update 15 november 1985;
33. Kwaliteitscriteria AVW, H.R.A. Wessels, KNMI Intern Rapport IR 2002-02, De Bilt, 2002;

## Eerder gepubliceerde titels in de reeks *Intern Rapport*:

- 2000-01 Inventarisatie nowcasting-technieken voor gevaarlijk weer : eindrapport / *G.T. Geertsema, A. Maas, H.R.A. Wessels, H. Benschop, B. Blaauboer en C.J. Kok*
- 2000-02 COST-76 : aims, achievements and future / *W.A. Monna*
- 2000-03 Verslag van een studiereis naar de National Weather Service van de USA, juni 2000 / *A.W. Donker*
- 2000-04 Definitiestudie vervanging IBDS : eindrapport / *Sylvia Barlag, Hans Roozkrans, Richard Rothe, Jan Bijma, Jan Jans en Frans Debie*
- 2000-05 Rapportage voorstudie herinrichting Cabauw / *Projectgroep Voorstudie Herinrichting Cabauw*
- 2001-01 Neerslagonderzoek / *Foeke Kuik*
- 2001-02 Estimation of the maximum velocity of convective wind gusts / *Iwan Holleman*
- 2001-03 Synoptisch Waarneemnet Nederland 2000 (SWaNet NL 2000) / *J.P. van der Meulen*
- 2001-04 Eindrapport AutoTrend "Automatische generatie TREND 'S'" / *Albert Jacobs*
- 2002-01 Sensitivity of the MAECHAM4 model to imposed ozone distributions / *Anne Grete Straume, Elisa Manzini and Peter Siegmund*
- 2002-02 Kwaliteitscriteria AVW / *H.R.A. Wessels*
- 2002-03 SAFIR beeldproduct voor real-time gebruik / *Iwan Holleman*
- 2003-01 LITE4ADM : on the use of LITE data for the Atmospheric Dynamics Mission Aeolus / *G.J. Marseille, A. Stoffelen en A. van Lammeren*
- 2003-02 Mistdetectie met satellietbeelden / *Peter Baas*
- 2003-03 Gecombineerde weergave van AMDAR en METAR / *O. van der Velde, I. Holleman, J. van der Meulen en S. Barlag*
- 2003-04 Three events of strong deep moist convection in The Netherlands / *P. Groenemeijer*
- 2003-05 KNMI HFDS data format specification, v. 3.5 / *H. Roozkrans and I. Holleman*
- 2003-06 Neerslaganalyse uit radar- en stationswaarnemingen / *I. Holleman*
- 2003-07 Synthetic water vapour images from the HIRLAM model using a radiative transfer model / *M.H. Voogt*
- 2003-08 Temperature advection derived from Doppler radar wind profiles / *Susanne Jonker*
- 2004-01 KNMI-project "Visie Waarnemingen op Land Water Overgangen Nederland (WOLWO NL) : eindrapport / *Henk Benschop, Albert Klein Tank en Ad de Ruiter*







