



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Evaluatie van de Nederlandse waarneemstations

Bevindingen en aanbevelingen om te komen tot een referentie waarnemingennetwerk:
Actie 1 uit de waarnemingenstrategie KNMI 2015 – 2024

De Bilt, 2016 | Technisch rapport; TR-357



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Evaluatie van de Nederlandse waarneemstations

***Bevindingen en aanbevelingen om te komen tot een referentie
waarnemingennetwerk:***

Actie 1 uit de waarnemingenstrategie KNMI 2015 – 2024

29 maart 2016



Inhoud

Managementsamenvatting	4
1. Inleiding.....	7
1.1 Motivatie	7
1.2 Doel en tijdshorizon.....	8
1.3 Begrenzing	8
2. Het NL waarneemnetwerk.....	9
2.1 Het te evalueren gedeelte van het netwerk.....	9
2.2 Uitgangspunten en activiteiten.....	11
3. Gebruikerseisen.....	12
3.1 Inteme en externe gebruikers	12
3.2 Producten	13
3.3 Communicatie, publieke waarde en perceptie van de waarneemstations.....	14
3.3.1 Aanbeveling.....	14
3.4 Gebruikswensen gearticuleerd in de klantenbijeenkomst.....	14
4. De Rolling Review of Requirements.....	16
4.1 Korte beschrijving van de techniek.....	16
4.2 Bevindingen	16
4.3 Aanbevelingen.....	17
5. Kwaliteit van de locaties van waarneemstations.....	18
5.1 Introductie tot de kwaliteitsevaluatie.....	18
5.2 Aanbevelingen.....	18
6. Cabauw – De Bilt.....	18
6.1 De verticale dimensie.....	18
6.1.1 Aanbevelingen	19
6.2 Testsite voor meetmethodes.....	19
7. Het ceilometernetwerk.....	20
7.1 Active remote sensing van de verticale kolom.....	20
7.2 Aanbevelingen	21



8.	Windmasten en mistposten.....	21
8.1	Extra metingen.....	21
8.2	Aanbeveling.....	21
9.	Nieuwe investeringen: Aanbeveling voor een of meerdere mobiele platformen.....	22
10.	Discussie, conclusies, beslispunten en aanbevelingen.....	22
10.1	Discussie.....	22
10.2	Conclusies.....	22
10.3	Beslispunten.....	23
10.4	Aanbevelingen.....	30
	Appendix 1. Het waarneemnetwerk van Nederland.....	32
	Appendix 2. De klantenvragenlijst.....	41
	Appendix 3. Samenvatting klantenwensenbijeenkomst.....	42
	Over klanten:.....	42
	Over klantenwensen:.....	42
	Over de reputatie van het KNMI als kwaliteitsinstituut:.....	43
	Overige:.....	43
	Appendix 4. De Rolling Review of Requirements.....	44
	Introductie.....	44
	Uitgangspunten.....	44
	Uitwerking van de RRR voor Nederland.....	45
	Appendix 5. Siting classificatie.....	48
	TOR Actie 1 Waarnemingenstrategie.....	50
	Referenties.....	52

Managementsamenvatting

De waarnemingenstrategie 2015 – 2024 (KNMI WR 233, september 2015, <http://bibliotheek.knmi.nl/knmi/pubmetnummer/knmi/pub233.pdf>) heeft als visie voor het KNMI om ‘alle waarnemingen te integreren tot producten die op de beste manier de toestand van de atmosfeer weergeven op elke plaats en op elke tijd [huidige en verleden] in drie dimensies.’ Om deze visievorm te geven zijn in WR-233 een aantal posities en acties vastgelegd. De posities [P1 – P3] in WR-233 komen er op neer dat veranderingen in het waarnemingen-netwerk volgens vastgestelde procedures moet verlopen waarbij behoud van hoogwaardige kwaliteit van de metingen voorop staat. Actie 1 uit de waarnemingenstrategie: ‘Het huidige netwerk dient te worden beoordeeld volgens de formele [WMO] procedures RRR en [de daaruit voortvloeiende KNMI-handleiding, PVM] met inactneming van communicatie en potentiële impacts’, heeft tot doel om het referentiemetnetwerk ten behoeve van de meteorologische dienstverlening van het KNMI aan de Nederlandse samenleving vast te leggen. In dit rapport wordt deze Actie 1 uitgewerkt: Het afgesproken beleid zoals gearticuleerd in de waarnemingenstrategie impliceert de prioritering van een aantal beslissingen voor de bepaling van het referentienetwerk.

Bij het inrichten van het netwerk moet worden gestreefd naar vernieuwing en kostenbesparing. Echter, de implementatie daarvan kost tijd. De essentie van deze rapportage kan daarom worden samengevat onder het volgende motto:

‘Laat het huidige netwerk intact totdat alternatieve waarnemingen en meetmethodes die het netwerk kunnen aanvullen dan wel gedeeltelijk vervangen, zich operationeel bewezen hebben met behoud en / of verbetering van de huidige kwaliteit van de metingen’.

Het meetnetwerk is van gezamenlijk belang, het KNMI is hiervoor verantwoordelijk en dient als ‘geweten’ zich conservatief op te stellen daar waar het gaat om het te wijzigen. Hiervoor zijn een aantal redenen:

- 1) Het meetnetwerk moet voldoen aan internationaal vastgestelde specificaties voor nauwkeurigheid en ruimtelijke resolutie. Tot dit rapport is nooit vastgesteld of hieraan is voldaan. De evaluatie in deze rapportage geeft echter aan dat het huidige meetnetwerk maar ten dele voldoet aan deze specificaties. Elke mutatie zal er daarom op gericht moeten zijn om zich meer aan de internationale eisen te conformeren, hetgeen alleen via vastgestelde procedures kan plaatsvinden.
- 2) Er zijn vele gebruikers van het meetnetwerk: Gebruikerseisen verschillen vaak per stations en soms vaak per parameter, zodat er sprake is van verregaande vervlechting van waarneembehoeften. Zo’n ontvlechting blijkt niet altijd mogelijk te zijn.
- 3) Er zijn vele onzichtbare gebruikers: Dit zijn afnemers / stakeholders van andere gebruikers die wèl bij het KNMI bekend zijn. Deze gebruikers worden weliswaar vaak pas zichtbaar op het moment van calamiteiten, netwerkmutaties maar zijn desalniettemin even belangrijk voor de dienstverlening.

- 4) Het meetnet draagt, op grond van internationale verplichtingen, bij aan het WMO Integrated Global Observing System met stations, die deel uitmaken van het Regional Basic Synoptic Network en het Regional Basic Climate Network. Ons meetnet speelt een groot belang bij de meteo- en klimaatdiensten van onze buurlanden Duitsland, België en Groot Brittannië.

Voor het bepalen van een referentienetwerk dient het KNMI aan te geven welke stations essentieel zijn voor haar dienstverlening en welke niet. Dit is belangrijk omdat een significant deel van de infrastructuur betaald wordt door derden, zodat bij onverwachte beleidsveranderingen door die derden het KNMI een strategie heeft deze veranderingen op te vangen [financieel, communicatief].

De 'Terms of Reference' geeft aan dat bij de evaluatie ook de stations moeten worden meegenomen waarvan in 2014 om financiële redenen is besloten deze te sluiten: Wilhelminadorp, Nieuw Beerta, Lauwersoog, Arcen en Texelhors. Deze sluitingen zijn niet volledig gerealiseerd in afwachting van de resultaten van deze actie. In deze evaluatie is gebruik gemaakt van een set moderne en objectieve technieken om het netwerk van kwaliteitscriteria te voorzien, evenals een analyse van gebruikerswensen. De belangrijkste conclusies in dit rapport zijn:

1. Het huidige waarnemnetwerk is uitermate kostenefficiënt. Het KNMI profiteert namelijk van het feit dat een groot deel van de infrastructuur die essentieel is voor de meteorologische dienstverlening naar de samenleving, betaald wordt door derden. Kortom: in NL zitten we qua waarnemingeninfrastructuur al voor een dubbeltje op de eerste rang. Daarnaast is sprake van geïntegreerde functionaliteit. Dat wil zeggen dat de waarnemstations zijn ingericht ten behoeve van zowel synoptische meteorologie, klimatologie en luchtvaart meteorologie en geschikt voor plaatsing op civiele en militaire vliegvelden. Dit is uniek in Europa.
2. Gebruikerseisen, de regionalisering in de nieuwe KNMI - waarschuwingssystematiek en de toenemende behoefte aan hoge resolutie meteorologische informatie van de samenleving geven aan dat het onverstandig is om op dit moment het huidige netwerk te reduceren.
3. Het huidige waarnemnetwerk voldoet slechts ten dele aan specifieke en objectieve kwaliteitscriteria die internationaal zijn opgesteld voor het gebruik van het waarnemnetwerk. Met name voor hoge-resolutie weersvoorspelling en nowcasting doeleinden is de ruimtelijke resolutie van het netwerk onvoldoende.
4. Aanvullend kan vastgesteld worden dat er goede mogelijkheden zijn om op termijn wel aan deze kwaliteitsnormen te voldoen door gebruik te maken van aanvullende / alternatieve hoge-resolutie waarnemingen aan de grond en door middel van satellietwaarnemingen. Deze dienen ontwikkeld te worden in R&D, geëvalueerd te worden op nauwkeurigheid, en bij goedkeuring voor gebruik in de operationele keten te worden opgenomen.
5. Bij bewezen operationele kwaliteit van alternatieve meetmethodes om aan de kwaliteitscriteria te voldoen is het op termijn van 5 tot 10 jaar wellicht mogelijk om instrumentatie op de huidige waarnemstations terug te brengen of waarnemstations te sluiten. Echter, totdat aangetoond is dat operationele informatie uit andere bronnen is afgedekt, dient de huidige waarneminfrastructuur te worden behouden.
6. Een aantal stations liggen op 'de verkeerde plek'. Dat wil zeggen: ze zijn niet representatief voor de naaste omgeving en zeker niet voor de regio. Ze leveren meteorologische data van onvoldoende kwaliteit. Optimalisatie of verplaatsen van deze stations dient te worden onderzocht.
7. Efficiëntiewinst is te behalen door de grote aantallen windpalen die gefinancierd zijn door derden te evalueren op geschiktheid voor KNMI-dienstverlening. Door samenwerking met de verschillende

betalende instanties kan beleid voor de KNMI-dienstverlening op het gebied van wind verder uitgewerkt worden.

Aan het einde van de nota zijn beslispunten en aanbevelingen geformuleerd.

Beslispunten zijn voor directe behandeling door het MT en/of DR. Dit verschaft gebruikers zekerheid over het niveau van dienstverlening. Beslispunten hebben voornamelijk betrekking op het terugdraaien van eerder voorgestelde bezuinigingen op het meetnetwerk.

Samenvattend zijn de kosten bij het positief reageren op de beslispunten in sectie 10 van deze nota als volgt:

Item	Eenmalig (K€)	Jaarlijks (K€)
Enmalige en jaarlijkse materiële kosten voor <u>terugdraaien van gerealiseerde afstoting, reducties en sluitingen</u>	4	11
Jaarlijkse materiële kosten van <u>niet uitgevoerde bezuinigingsmaatregelen</u> m.b.t. afstoten van stations		15.3
Jaarlijkse materiële kosten van <u>niet uitgevoerde bezuinigingsmaatregel</u> m.b.t. het beëindigen van de additionele radiosonde		40
Een toename van <u>jaarlijkse afschrijfkosten</u> van 10 K€ ten behoeve van de aanschaf van vier extra ceilometers		10
<u>Een eenmalige investering</u> met betrekking tot de verplaatsing van station Arcen	88	
<u>Een toename in het P-budget</u> van 0.4 FTE ten behoeve van de uitvoer van bovengenoemde maatregelen		40
Totaal [jaarlijks, zonder de kosten van niet uitgevoerde bezuinigingen meegerekend, zonder P-budget]		21
Totaal [jaarlijks, met de kosten van niet uitgevoerde bezuinigingen meegerekend, zonder P-budget]		76.3
Totaal [eenmalig]	92	

Het KNMI vertegenwoordigt een kwaliteitskeurmerk naar de Nederlandse samenleving voor meteorologische waarnemingen en de daaruit afgeleide producten. Het grootste risico bij het niet uitvoeren van de beslispunten is dat het vertrouwen in het KNMI als kwaliteitsinstituut blijvende schade wordt berokkend. Daarnaast zal de kwaliteit van de waarnemingen aan de randen van Nederland afnemen en zal de perceptie kunnen gaan overheersen dat het KNMI deze regio's verwaarloost.

Verder is de analyse in deze nota belangrijk voor alle sectoren van het KNMI omdat een groot deel van de KNMI-dienstverlening is gebaseerd op hoogwaardige data-producten.

De benoemde aanbevelingen behoeven verder onderzoek, met inschatting van financiën. Aanbevelingen zijn er op gericht om alternatieve vormen van waarnemingen geschikt te maken voor de operationele

dienstverlening, waardoor op termijn een deel van de instrumenten op de stations overbodig wordt, of waardoor enige stations kunnen worden gesloten.

In de Appendices worden specifieke onderdelen van deze nota verder in detail uitgewerkt.

Op 2 februari 2016 / 9 februari 2016 is deze nota door het MT / DT geaccordeerd.

1. Inleiding

1.1 Motivatie

In het voorjaar van 2015 is de waarnemingenstrategie vastgesteld voor de periode 2015 – 2024 (zie R6, <http://bibliotheek.knmi.nl/knmi/pubmetnummer/knmi/pub233.pdf>). Daarin is aangegeven in welke richtingen waarnemingen en waarneemsystemen ten behoeve van weersverwachtingen en klimaat zich in de loop van de volgende decennia zich gaan ontwikkelen.

Twee kernrichtingen zijn hierin gedefinieerd:

- 1) De transitie naar een observatienetwerk bestaande uit een aantal grondstations aangevuld met gegevens uit andere bronnen.
- 2) De ontwikkeling van hoge-resolutie 2D- en 3D-dataproducten uit de integratie van verschillende typen metingen en atmosferische modelanalyses.

Om deze ontwikkeling vorm te geven zijn een aantal acties voorgesteld.

De eerste actie uit de waarnemingenstrategie is als volgt geformuleerd: *'The current network configuration shall be evaluated using the formal procedures of RRR (Rolling Review Requirements) and PVM (Procedure voor Verplaatsing Meetinfrastructuur), communication protocols and consideration of impacts'*.

De actie is er voornamelijk op gericht om de kwaliteit van het Nederlandse waarneemnetwerk vast te stellen en waar noodzakelijk veranderingen voor te stellen om deze kwaliteit te waarborgen voor de toekomst. Hierbij doet zich een probleem voor wat karakteristiek is voor de situatie in Nederland: Waar in het buitenland vaak sprake is van afzonderlijk, gescheiden netwerken (synoptisch, klimaat, luchtvaart, luchtkwaliteit, agrometeo), elk met eigen gebruikers, specificaties en financiering, is er in Nederland traditioneel een sterke vervlechting geweest van belangen bij het inrichten van het waarneemnetwerk. Het huidige waarneemnetwerk dient niet alleen te voldoen aan specifieke behoeftes voor klimaat- en weertoepassingen, maar ook aan specifieke behoeftes van Rijkswaterstaat, Luchtvaart, Defensie en de offshore industrie. Deze organisaties betalen het KNMI om instrumentatie en leverantie van data te handhaven. Deze vervlechting is grotendeels bepaald door de beperkte [geografische] ruimte om waarneemnetwerken met divergerende belangen in de richtingen: colocatie van netwerken is kostenefficiënt.

Met name het aspect van kostenefficiëntie wordt vaak onderschat: Uit nadere beschouwing van de stations waar het KNMI meteorologische waarnemingen uitvoert met gewaarborgde kwaliteit blijkt dat de infrastructuur op de helft van die stations wordt betaald door derden, een volstrekt unieke situatie in Europa, waarmee Nederland uitermate goedkoop aan zijn (inter)nationale klimaat- en weerwaarneemverplichtingen voldoet.

Deze vaststelling toont echter ook een kwetsbaarheid: Als een externe partij om wat voor reden dan ook besluit om de financiering van een station stop te zetten, dan is het belangrijk dat het KNMI een duidelijke strategie heeft om met de dan ontstane situatie om te gaan. Het KNMI dient aan te geven welke stations essentieel zijn voor haar eigen meteorologische en klimatologische dienstverlening en welke niet. Bij mutaties op initiatief door derden zal voor deze essentiële stations het KNMI ook de volledige financiële verantwoordelijkheid moeten gaan dragen. Verder dient de [voorheen] betalende partij de impact te begrijpen op de dienstverlening als gevolg van de door hen voorgestelde mutaties.

De noodzaak tot een strategie in het vaststellen van het netwerk is deels gedreven door de voortschrijdende technologische ontwikkelingen op het gebied van meteorologische waarnemingen. Deze nieuwe databronnen zijn op dit moment vaak nog onbewezen [zoals vele Big Data applicaties], maar hiervan kan worden aangenomen dat zij op termijn kwalitatief hoog genoeg zijn om inzetbaar te worden bij de meteorologische dienstverlening door het KNMI. Pas na aangetoond nut kan een heroverweging plaatsvinden van de inrichting van het meetnet.

1.2 Doel en tijdshorizon

Doel is:

“Het vastleggen van de stations in Nederland welke ‘voor de komende tijd’ als behorende tot het referentie waarneemnetwerk van Nederland kunnen worden beschouwd met het oog op de meteorologische en klimatologische dienstverlening en dataverstrekking.”

Omdat de toepassing van nieuwe waarneemmethodes volop in ontwikkeling is, is ‘de komende tijd’ een flexibel begrip. Een volledige evaluatie van het netwerk is in de korte tijd die gegeven is voor deze nota niet mogelijk. Daarom worden hier twee tijdshorizonnen gebruikt.

Horizon 1: Allereerst is het doel om het waarneemnetwerk vast te stellen voor de komende vijf jaar. Dit biedt zekerheid aan de betalende en niet-betalende gebruikers. Echter, middels een aantal activiteiten wordt invulling gegeven aan de noodzaak om nieuwe waarneemvormen in de dienstverlening te incorporeren.

Horizon 2: De conclusies van de activiteiten onder tijdshorizon 1 zijn hoogstwaarschijnlijk aanleiding om na die vijf jaar het waarneemnetwerk te wijzigen. *Daarom zal gedurende de looptijd van deze vijf jaar de strategie voor de periode daarna verder moeten worden vormgegeven.* Hiervoor dienen kwaliteitseisen en –procedures gebruikt te worden die vergelijkbaar zijn met die welke in deze nota beschreven zullen worden. Voor deze tweede horizon welke zich uitstrekt tot 2024 zullen daarom alleen aanbevelingen volgen in deze nota.

1.3 Begrenzing

De projectgroep definieert hier het volgende principe:

Voor de referentiemetingen is het KNMI zelf verantwoordelijk, ook als het onderhavige station al door een andere partij wordt gefinancierd [offshore, Defensie, Luchtvaart]. Voor alle andere producten probeert het KNMI samen te werken met andere partijen, waarbij tegen kostprijs producten geleverd wordt.

Dit principe dient om helderheid te geven over de reikwijdte van de verantwoordelijkheid van het KNMI ten aanzien van waarneemiinfrastructuur.

Met het ‘referentienetwerk’ wordt bedoeld alle stations waarvan het oordeel is dat deze essentieel zijn om de dienstverlening op het gebied van weer en klimaat aan de Nederlandse samenleving in stand te houden. Het

referentienetwerk zal dus de stations omvatten welke in rapporten in het verleden gekenmerkt werden als ‘synoptische stations’, en ‘klassieke klimaatstations’. Deze laatste twee benamingen vinden hun oorsprong in de verschillende historische overwegingen die geleid hebben tot het huidige netwerk en welke zijn samengevat in een aantal rapporten [R19, R20, R21, R22, R23, R24].

Deze overwegingen alsmede de verschillende eisen van de WMO die gesteld worden aan klimaat- en weerstations hebben geleid tot verschillen in inrichting van deze stations. In de loop van laatste decennium zijn de verschillen in uitrusting tussen de stations kleiner geworden vanwege de automatisering van de registratie van de waarnemingen en de automatisering van visuele waarnemingen met behulp van wolkenhoogtemeters en de Present Weather Sensoren [PWSs]. Ofschoon er altijd voorkeur is geweest voor volledige standaardisatie van het meetnet is op grond van efficiëntie gekeken naar de noodzaak tot beperking van de uitrusting op een aantal stations die niet deels door derden zijn gefinancierd. Deze verschillen worden toegelicht in sectie 2.1.

De ‘Terms of Reference’ [zie einde van deze nota] geeft aan dat bij de evaluatie ook de stations moeten worden meegenomen waarvoor in 2014 om financiële redenen besloten is om deze te sluiten: Wilhelminadorp, Nieuw Beerta, Lauwersoog, Arcen en Texelhors. De sluitingen zijn niet volledig gerealiseerd in afwachting van de resultaten van deze actie. Als er in de nota melding wordt gemaakt van ‘stations die op de nominatie staan om gesloten te worden’ dan betreft het bovengenoemde stations.

Het verschil met bovengenoemde rapportages is dat de voorliggende evaluatie en rapportage rechtstreeks voortvloeit uit een vastgestelde KNMI-strategie en een tevens vastgestelde waarnemingenstrategie die daarvan is afgeleid. Verder is gebruik gemaakt van nieuwe objectieve technieken om het netwerk van kwaliteitscriteria en -scores te voorzien.

Naast overwegingen die uitsluitend betrekking hebben tot de waarneeminfrastructuur welke essentieel onderdeel is van de KNMI-bedrijfsvoering, zijn er mogelijkheden waarbij de samenwerking met andere partijen tot een zinvolle verbreding kan leiden van de waarneemproducten die aan de samenleving wordt aangeboden. Hiervan wordt er een aantal genoemd.

2. Het NL waarneemnetwerk

2.1 Het te evalueren gedeelte van het netwerk

Het volledige waarneemsysteem van Nederland is beschreven in Appendix 1 van de ‘Observations Strategy KNMI, 2015 – 2024’ [mei 2015, met uitzondering van het vrijwillige neerslag waarneemnetwerk]. Voor deze nota wordt echter een selectie van het volledige waarneemsysteem geëvalueerd. Deze selectie bestaat uit de volgende vier onderdelen:

AWs: Het NL waarneemnetwerk [in het strategiedocument ‘Meteorological Network’ genaamd], is hier onderdeel van, en bestaat uit Automatische Waarneem Stations [AWs] verspreid over land en het continentale plat van Nederland. Op land bevinden deze stations zich op luchthavens van de burgerluchtvaart of het ministerie van Defensie, of op andere plaatsen gekozen door het KNMI om een gebalanceerde geografische verdeling van stations te verkrijgen. Op zee bevinden de stations zich op offshore installaties. De stations op land zijn gefinancierd door het KNMI, de luchtvaart, en defensie. Op het continentale plat worden de stations gefinancierd door de offshore industrie en RWS. De mijnbouwwet verplicht de offshore industrie om meteorologische metingen te verrichten op het continentale plat met gewaarborgde kwaliteit en deze aan

het KNMI te leveren. Geen van deze platformen is permanent. Echter, bij sluiting van een platform waarvan het KNMI metingen betreft zal het KNMI in de 'naaste omgeving' een nieuw platform moeten kiezen om metingen te laten continueren. Ofschoon gestreefd is naar standaardisatie in uitrusting zijn er verschillen per station, welke in Tabel 1b [zie Appendix 1] zijn opgenomen. Vrijwel alle stations zijn ingericht met instrumenten voor het meten van temperatuur, luchtvochtigheid, windrichting en -snelheid. Daarnaast zijn er een aantal stations waarop ook luchtdruk, straling aan de grond [alleen boven land], neerslag, bewolking en zicht wordt gemeten. Op een beperkt aantal van de stations boven land is tevens voorzien in metingen voor sneeuwhoogte en bodemtemperatuur. Op grond van een efficiëntie - overweging is naar aanleiding van [R17] besloten om bij de recente nieuwe aanschaf van ceilometers [bedekkingsgraad en wolkenbasishoogte] deze uitrusting te beperken tot de luchthavens, station EII, station Voorschoten en de additionele door KNMI gefinancierde stations te weten Vlissingen en Cabauw. Wolkenmetingen op stations De Bilt, Herwijnen, Hoozeveen, Stavoren en Twente zouden hiermee komen te vervallen. De klimaatreeks bedekkingsgraad te De Bilt die dateert sinds 1849 zou met dit besluit op een andere plek [Cabauw] worden voortgezet. Echter, de ceilometer [wolkenmeter] op Cabauw is niet operationeel waardoor de meting van bedekkingsgraad daar niet gegarandeerd kan worden. Daarom is het belangrijk om naast Cabauw ook op De Bilt een wolkenmeter te plaatsen en zo de klimaatreeks van wolkenwaarnemingen op De Bilt te continueren. Hierover wordt een beslispunt opgenomen in dit document.

Cabauw – De Bilt: Ofschoon de onderlinge afstand 22 km is, worden deze stations tezamen geëvalueerd op het gebied van remote sensing en in situ waarnemingen.

Vrijwillige neerslagwaarnemers: Dit is een netwerk van 325 vrijwilligers die dagelijks neerslaghoeveelheid en sneeuwhoogte meten. Dit netwerk bestaat al meer dan een eeuw en levert data met de hoge ruimtelijke resolutie die noodzakelijk is voor het leveren van een hoogwaardig neerslagproduct.

Daarnaast zijn er een aantal additionele stations welke in samenwerking met andere partijen in deze nota worden onderhouden te weten:

Windmasten en mistposten: Op de windmasten wordt alleen wind gemeten. Hier is sprake van een hybride situatie. Enerzijds zijn er masten die gefinancierd worden door het KNMI. Anderzijds zijn er masten die worden gefinancierd door RWS, of het Havenbedrijf Rotterdam. Er zijn vier mistposten in een straal van 25 km rond Schiphol, die worden gefinancierd door de luchtvaart. Er wordt daar zicht en bewolking gemeten. Naast de parameter 'zicht' worden er metingen verricht van, temperatuur, luchtvochtigheid, globale straling en windrichting en -snelheid. De grote aantallen windpalen [dus ook die van de mistposten] leiden tot een significante verdichting van het netwerk in windobservaties in het westen van het land en in de kustgebieden. Deze verdichting registreert in belangrijke mate de zee-landovergang in een gebied met hoge bevolkingsdichtheid en industriële activiteit. Afgezien van een klein aantal windmasten die uitsluitend door het KNMI zelf worden gefinancierd zijn ook een aantal windmasten van deze derde partijen relevant voor de KNMI-dienstverlening. De projectgroep is van mening dat het belangrijk is om op termijn tot apart beleid te komen met betrekking tot deze windmasten, die niet de volledige functionaliteit hebben van een AWS. Hiermee wordt bedoeld dat in samenwerking met RWS en de havenbedrijven afspraken gemaakt zouden kunnen worden over de locatie en essentie van de windmasten. In sommige gevallen staan er bijvoorbeeld diverse palen naast elkaar met verschillende financiële stromen. Echter, de projectgroep was niet in staat binnen de tijd haar gegeven dit beleid verder vorm te geven; hierover wordt een aanbeveling gedaan.

Appendix 1 bevat een volledige en up-to-date overzicht van het netwerk van essentiële waarnemstations. Tabel 1a geeft een overzicht van de stations, eigenaren, status en data controles; Tabel 1b geeft een overzicht per station welke metingen er worden uitgevoerd. Tevens zijn de geografische coördinaten genoteerd.

2.2 Uitgangspunten en activiteiten

Voordat ingegaan wordt op locaties en kwaliteit van de waarnemstations is het belangrijk om een aantal uitgangspunten vast te stellen van waaruit deze actie zal worden uitgewerkt. Deze uitgangspunten volgen grotendeels uit de KNMI-strategie en de daarvan afgeleide KNMI-Waarnemingenstrategie 2015 – 2024 [R7]:

1. **Wettelijke kaders:** het KNMI is als agentschap van het ministerie van IenM [via de nieuwe wet taken Meteorologie en Seismologie] gedelegeerd om een meetnet te onderhouden voor het maken van een algemeen weerbericht en –waarschuwingen, en voor het voldoen aan internationale verplichting voor het doen van klimaat- en weermetingen. Beide zijn dus kerntaken [zie ook R7 voor verdere informatie].
2. **Risico reductie:** Centraal is het KNMI-thema van ‘Risico reductie’, welke het essentiële punt is in de vorig jaar ontwikkelde instituutsstrategie. Hierbij wordt extra aandacht gegeven aan de waarschuwingsrol van het KNMI in het bewaken van de geofysische veiligheid en de daaraan gekoppelde waarschuwingsystematiek welke per regio weerswaarschuwingen afgeeft en evalueert op kwaliteit.
3. **De wens van de klant:** ofwel vraagsturing. Gelet op vragen uit de maatschappij is er een toenemende behoefte aan hoge-resolutie weer- en klimaatinformatie. Deze informatie dient van hoogwaardige kwaliteit te zijn met een zo hoog mogelijke ruimtelijke resolutie en nauwkeurigheid, en elektronisch beschikbaar. De maatschappij is bereid om bij te dragen aan deze informatievoorziening via Big Data applicaties die aansluiten bij de traditionele metingen.
4. **Hoge resolutie en data-assimilatie:** De ontwikkeling van hoge-resolutie 2D- en 3D-dataproducten uit de integratie van verschillende typen metingen en atmosferische modelanalyses vergt een optimaal gebruik van waarnemingen van verschillende partijen met verschillende sensoren. Om de kwaliteit van deze metingen vast te stellen en data-assimilatie en modevaluatie mogelijk te maken is een referentienetwerk van hoge kwaliteit essentieel.
5. **Goede meet- en klimaatreeksen:** Het ‘weer van de toekomst’ kan alleen goed gesimuleerd en geduid worden op basis van excellente metingen in het verleden. Continuïteit van hoge-kwaliteit metingen is hierbij een sleutelbegrip: Het KNMI loopt een groot risico om aan [wetenschappelijke] kapitaalvernietiging te doen bij interrupties en veranderingen in de klimaatreeksen welke niet goed zijn onderzocht en gedocumenteerd.
6. **Communicatie:** Het belang van goede communicatie met onze klanten en het algemene publiek kan moeilijk onderschat worden. Niet alleen klantenwensen maar ook publieke perceptie speelt een grote rol in de positionering van het KNMI in de samenleving. De perceptie van de maatschappij is dat het KNMI een kwaliteitsinstituut is, en deze perceptie dient gekoesterd te worden door helder en richtinggevend advies over waarnemingen en waarneeminfrastructuur en dito uitvoering van de waarneemtaak.

Naar aanleiding van deze uitgangspunten zijn een aantal activiteiten uitgevoerd om de kwaliteit van het waarnemnetwerk vast te stellen met daaraan gekoppeld aanbevelingen om het waarnemnetwerk toekomstbestendig te maken:

1. **Klantenbijeenkomst:** Deze activiteit heeft tot doel om naar aanleiding van een aantal specifieke vragen aan klantenvertegenwoordigers te onderzoeken wat de noden, wensen en kritiekpunten zijn van klanten ten aanzien van het waarneemnetwerk.
2. **De Rolling Review of Requirements [RRR]:** Deze activiteit heeft tot doel om aan te geven of het huidige waarneemnetwerk voldoet aan meetbehoeftes die noodzakelijk zijn voor weer- en klimaatdoeleinden. Deze criteria zijn vastgesteld door de WMO, en de methodologie van RRR is een belangrijke handleiding voor inrichting van internationale waarneemnetwerken.
3. **Siting:** De WMO heeft een siting classificatie methode opgesteld welke de gebruikers een handleiding geeft over de vraag in hoeverre de lokale omgevingscondities van het station de meteorologische metingen verstoort en in hoeverre dit de representativiteit beïnvloedt. Het KNMI heeft onlangs een evaluatie van alle stations gedaan en de resultaten hiervan zijn samengevat.
4. **Financiën:** Het is in het algemeen zeer lastig om precies aan te geven wat het waarneemnetwerk kost, omdat materiele kosten van diverse taken hier en daar met elkaar vervlochten zijn. Niettemin is hier voorgesteld om een paar algemene principes aan te houden bij het schatten van de kosten van het netwerk en van het financieren van de mutaties noodzakelijk voor het verbeteren / optimaliseren van het netwerk. Deze kosten zijn in kaart gebracht en in de besluitvorming meegenomen.

3. Gebruikerseisen

3.1 Interne en externe gebruikers

Interne gebruikers zijn groepen op het KNMI die regelmatig gebruik maken van de waarnemingen van het stationsnetwerk (actueel en verleden weer), zoals de Weerkamer voor het leveren van weerinformatie aan het algemene publiek en voor Nowcasting. Van even groot belang is de groep die gebruik maakt van waarnemingen ten behoeve van de klimaatdienstverlening. Hieronder vallen: (a) het maken van klimatologie (Klimaatatlas, statistieken over neerslagextremen, of normalenboeken en maand- en jaaroverzichten van het weer in Nederland, etc.), (b) het reconstrueren van regionaal verleden weer voor m.n. neerslag, wind en temperatuur (homogeniteitanalyse), (c) het berekenen van correcties voor radardata, (d) het opstellen van klimaatrapportages als de Toestand van het klimaat in Nederland, (e) het opstellen van expertises voor de overheid in geval van schade (bijv. door storm, sneeuw of wateroverlast), (f) het simuleren van reeksen van neerslag en temperatuur t.b.v. het bepalen van de ontwerphoogtes van dijken in Nederland, (g) het maken van assessments van klimaatverandering in Nederland, (h) het maken van klimaatscenario's t.b.v. de inrichting van Nederland, (i) het geven van publieksvoorlichting, (j) het publiceren van weer- en klimaatkaarten op de KNMI website.

Externe gebruikers zijn alle andere partijen, die naast de interne KNMI dienstverlening gebruik maken van waarneemdata (via contract of via de publieke kanalen). Onder de externe gebruikers bevinden zich groepen die als 'partners' te boek staan en waarmee vaste en financieel beklonken afspraken bestaan. De financiële afspraken bestaan er vaak uit dat de partner de infrastructuur betaalt en dat het KNMI het gewenste eindproduct levert en de kwaliteit daarvan bewaakt. Onder de partners / gebruikers bevinden zich bijvoorbeeld Rijkswaterstaat, Defensie, luchtvaart, waterschappen, het Havenbedrijf Rotterdam en de 'offshore' industrie (NOGEPa). Ook zijn er gebruikers waarmee het KNMI geen leverings- of kwaliteitsafspraken heeft, bijvoorbeeld partijen die gebruik maken van open data en partijen die KNMI-data krijgen geleverd via de commerciële partijen. De ervaring leert dat sommige van die gebruikers pas zichtbaar worden bij bijzondere gebeurtenissen [voorzien en onvoorzien, sluiting van stations, calamiteiten etc.].

3.2 Producten

Veel producten worden gebruikt door zowel interne als externe gebruikers. Aangezien vrijwel alle interne producten onder het open data regime vallen is in het gebruik van vrijwel alle producten een groei voorzien. In combinatie met de huidige trend van dataficatie (Big Data, hoge-resolutie, meer hergebruik) neemt de waarde van KNMI-producten toe en neemt de noodzaak van het in standhouden en innoveren van het waarnemingsnetwerk toe.

In de volgende paragrafen worden meest in het oog springende producten, waarden en gebruikers verder uitgewerkt:

- **Klimatologische dienstverlening:** Het verzamelen, leveren en beheren van klimaatreeksen is een kerntaak van het KNMI. Klimaatreeksen worden waardevoller naarmate ze langer zijn. De waarnemstations die op de nominatie staan om gesloten te worden zijn nu 22-25 jaar oud en beginnen net bruikbare informatie te leveren.
- **Gebruik van geïnterpoleerde kaarten (geografie):** Kwaliteit van deze kaarten (ruimtelijke patronen en absolute afwijkingen) is afhankelijk van het totale aantal en de ligging van de stations [R1,R7,R8,R9,R10,R11,R12,R13]. Producten voor intern gebruik zijn: 10-minuten weergegevens op de website, dagelijkse klimaatkaarten op de KNMI website, de Klimaatatlas, en KNMI14 scenario's. Externe gebruikers zijn het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI, RWS/Deltares), de Landelijke Commissie Waterbeheersing (LCW, RWS/Deltares), WUR/Alterra (Klimaat-effectatlas), UU (PhD-onderzoek), ITC (MSc- en PhD-onderzoek), Naturalis (Bijensterfte-onderzoek), Deltaprogramma (KNMI-14), RIVM (Q-koorts, stikstofdepositie), provincies (Klimaatatlas), Waterschappen (WSRL, klimaat-effectatlas) en HAS hogeschool (Klimaatatlas).
- **Verdamping:** Samen met Rijkswaterstaat is een impactanalyse gemaakt met betrekking tot het geïnterpoleerde Makkink-verdampingsproduct. KNMI meet verdamping niet rechtstreeks, maar herleidt dit uit andere waarnemingen van de AWSs. Het product voldoet niet meer aan de eisen indien Nieuwe Beerta en Wilhelminadorp gesloten zouden worden [Arcen en Lauwersoog zijn niet onderzocht aangezien toentertijd externe financiering voorzien was, zie ook R14].
- **Assimilatie [in NWP]:** Bestaande interpolatiemethodieken bieden potentie voor assimilatie van modelgegevens en satellietgegevens en gebruik van opkomende Big Data bronnen. Technieken moeten zich eerst bewijzen voordat een traditionele meting van een waarnemstation kan komen te vervallen, te denken valt aan een tijdshorizon van 5 jaar voor het terugbrengen van instrumentatie (bijvoorbeeld straling en bedekkingsgraad) en 10 jaar voor uitdunning van het aantal waarnemstations. In het HARMONIE model worden de waarnemingen van het KNMI geassimileerd die het via het GTS mondiaal deelt [3D Var assimilatie].
- **Producten voor waarschuwingssystematiek:** De Herijking Waarschuwingssystematiek [R15] constateert een trend naar meer lokale waarschuwingen, door verdergaande regionalisering. Waarnemingen uit de waarnemstations met een regionale functie zijn hiervoor randvoorwaarden en essentieel voor de evaluatie.
- **Bodemtemperatuurmetingen:** Wilhelminadorp en Nieuw Beerta zijn twee van de vier stations waar sinds lange tijd de bodemtemperatuur wordt gemeten op een vijftal dieptes. Deze informatie is belangrijk voor o.a. agrometeorologie, VU, Gasunie, ECMWF en de Weerkamer [R16]. Op 13/04/2014 heeft het MT besloten dit type metingen op minimaal 4 locaties te garanderen met evt. relocatie van de waarneming bij sluiten van een station.
- **Validatie dagsommen radarneerslagproducten:** Neerslagmetingen op waarnemstations (AWS) worden gebruikt voor validatie van neerslagproducten. Deze validatie is essentieel voor de

neerslagproducten, die middels de neerslagradars worden geleverd. Ook initiatieven als de Nationale Regenradar (<http://nationeleregenradar.nl/>) onderschrijven de noodzaak van een dicht waarneemnetwerk.

- **Hoge-resolutie neerslagproducten uit het vrijwilligersnetwerk:** Op basis van het vrijwilligersnetwerk (momenteel ca. 300 dagelijkse waarnemingen) worden sinds 1910 hoge-resolutie waarnemingen (15 km resolutie) van dagelijkse neerslag gedaan en kaarten gemaakt. Deze kaarten worden gebruikt in validatie van de neerslagradar en klimaatonderzoek (klimaatreeks, Klimaatatlas, dagelijkse interpolaties (LCW, NHI, KNMI website, etc.). Samenwerking met andere partijen (Waterschappen) en eventuele integratie van netwerken is essentieel. Voor validatie van de nieuwe hoge resolutie numerieke modellen is er een behoefte aan neerslagwaarnemingen met resolutie die hoger is dan een dag [het liefst uurlijkse of nog betere tijdsresolutie]. Deze kunnen in principe geleverd worden door gevalideerde radarneerslagproducten.
- **Data van aanvullende stations in Duitsland en België:** Aanvullend voor stations in de grensregio's is een actie gestart om de samenwerking met Duitsland en België bestendig vast te leggen. Deze actie is gewenst maar nog niet afgerond. De actuele stand van zaken is dat a) 10 minuut data van 17 KMI stations real time beschikbaar zijn op het KNMI, echter vooral basis parameters terwijl meteorologen vragen om PW/zicht/wolken waarnemingen; b) DWD heeft uurlijkse BUFRRs van synop stations uit de grensstreek verhoogd naar 30min tijdsresolutie. Er zijn real time 10min data aanwezig maar die worden slechts 1 maal per 30 min beschikbaar gesteld. Deze data dient in de operationele keten te worden opgenomen. Dit wordt als aanbeveling opgenomen.

3.3 Communicatie, publieke waarde en perceptie van de waarneemstations

Op regionaal niveau hebben waarneemstations vaak een publieke en subjectieve gevoelswaarde. Denk aan het volgende

- "De Bilt",
- de warmste plek van Nederland (Arcen),
- Lauwersoog als een van de representatieve "Waddenstations",
- de zonnigste plek van Nederland (De Kooij),
- de koudste plek van Nederland (Eil),
- het 'hebben' van een station in de provincie.

Het is dus van groot belang om de communicatie met lokale instanties op een goed peil te houden, want het sluiten van stations leidt tot negatieve publiciteit.

3.3.1 Aanbeveling

Aanbevolen wordt per specifieke mutatie een uitgewerkt communicatieplan te maken waarmee betrokken instanties kunnen worden geïnformeerd.

3.4 Gebruikswensen gearticuleerd in de klantenbijeenkomst

Gebruikers (klanten) worden bediend door relatiemanagers die de taak hebben om de ogen en oren van deze klant te zijn. Het begrip relatiemanager is hier ruim opgevat. Hieronder vallen niet alleen de strategische business managers en accountmanagers, maar ook projectmedewerkers met de taak om contacten te onderhouden met specifieke klanten. Deze relatiemanagers werden uitgenodigd voor een gesprek waarin zij

de wensen van hun klanten nader toelichtten. Als voorbereiding werd hen gevraagd om na te denken over een 12-tal vragen die betrekking hebben op de klantenwensen, en deze vervolgens in het gesprek [of schriftelijk] toe te lichten. De vragen die gesteld werden zijn weergegeven in Appendix 2 en een samenvatting van de bijeenkomst is weergegeven in appendix 3.

- **Luchtvaart:** Gebruikerswensen en -eisen zijn gearticuleerd op het gebied van verbeteringen in zicht, wind en bewolkingsinformatie. Bij het tweede [wind] wordt door de luchtvaart bekeken of deze lacune met een wind lidar kan worden gevuld. Bij het laatste [bewolking] kan een oplossing zijn om satellietdata van bedekkingsgraad te integreren met de grondwaarnemingen; hiervoor is overigens al een actie gedefinieerd in de waarnemingsstrategie.
- **IJsselmeer:** Er is significante dataschaarste op het IJsselmeer en Markermeer; uitsluitend windpaal Houtribdijk is beschikbaar. Een of meer bestaande vaste windmeetpalen op het IJsselmeer worden als waardevol gezien, waarbij de mogelijkheid om [een van] deze in te richten als AWS moet worden onderzocht.
- **2^{de} Maasvlakte:** Er is dataschaarste in dit gebied. Een heliport is gebouwd en lokale meteo - informatie daar is noodzakelijk. Dit kan bereikt worden door een samenwerkingsverband met Havenbedrijf Rotterdam.
- **De kuststreek:** Er is vraag naar windinformatie precies op de kust. Deze wordt onder meer door het Havenbedrijf gebruikt om drempelwaardes voor wind snelheid te bepalen. Verbeteringen kunnen niet alleen bereikt worden door verbeterde modellen waarbij de meetstations als validatiemateriaal gebruikt worden maar ook door extra metingen zelf omdat juist op de kust interpolatie uit andere stations relatief onbetrouwbaar is. Satellietdata bieden geen soelaas.
- **Urbane meteorologie:** Er zijn momenteel ten minste drie ideeën om stedelijk informatie over 'weer' te verkrijgen: a) 'expert opinion' om aan te geven in hoeverre de meteorologie in de stadskern veranderd is ten aanzien van de omgeving, b) Extra metingen in de stad, bijvoorbeeld via WoW. Dit kan worden uitgebreid door bijvoorbeeld de intensivering op dit gebied via het 'Dragons Den' project wat probeert het urbanisatie-effect middels mobiele T-sensoren in kaart te brengen, of via een mobiel platform, of c) Satellietmetingen van oppervlakte temperatuur, of het gebruik van hoge-resolutiemodellen zoals HARMONIE.
- **Hoek van Holland:** De windpaal Station Noorderpier is verplaatst naar het Lage licht; echter de wind informatie op het Lage licht is van ongedefinieerde kwaliteit, en de vraag is of het niet beter is om Noorderpier weer in gebruik te nemen.
- **Neerslagwaarnemingen met zeer hoge resolutie:** Het belang van zeer hoge-resolutie neerslagmetingen wordt maar ten dele opgevangen door de nieuwe radar. Deze kan op termijn weliswaar neerslagsoorten [op verschillende hoogtes] onderscheiden maar blijft voor kalibratie en validatie afhankelijk van goede metingen aan de grond. Deze lokale behoefte kan ten dele opgevangen worden door intensivering van samenwerkingsverbanden met waterschappen waarvoor in een eerder stadium een project is gedefinieerd maar dat onvoldoende uitvoer heeft. Het Waterschap Scheldestroom heeft aangegeven dat zij bereid zijn om financiële bijdrages te leveren. Verder moet samenwerking met België (Vlaamse deelregering) gestimuleerd worden.
- **Sensorpool:** De sensorpool is de collectie sensoren van waaruit de verschillende meetnetstations worden opgebouwd. Deze sensoren worden periodiek gecontroleerd, geijkt en waar nodig gerepareerd en aangevuld. Om de lange-termijn beschikbaarheid van sensoren te kunnen garanderen is wel meer capaciteit nodig. Als materieel uitvalt moet daar direct een oplossing voor zijn.

4. De Rolling Review of Requirements

4.1 Korte beschrijving van de techniek

Gap Analysis: De Rolling Review of Requirements [<http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/GOS-RRR.html>, hier afgekort tot RRR] is een permanent proces om aanwezige waarneemcapaciteit te vergelijken met gebruikerseisen om zodoende gaten in de bestaande infrastructuur vast te stellen, de zogenaamde ‘Gap Analysis’. Dit proces is ingesteld door de World Meteorological Organization [WMO] met als doel om de lidstaten een gids te geven om op een zodanige manier hun waarnemingen uit te voeren ten behoeve van weer en klimaat dat ze ook bruikbaar zijn. De waarnemingen betreffen een groot aantal geofysische parameters, zoals luchtdruk, temperatuur, vocht [en vele andere] in verschillende toepassingsgebieden. Hiervan zijn er 12 gedefinieerd [zoals Klimaat, Numerieke Weersverwachting, Oceaan, Landbouw, etc.].

Onzekerheden en ruimtelijke resoluties: Voor elk van de parameters, in elk toepassingsgebied, zijn onzekerheidsmarges en ruimtelijke resoluties vastgesteld waaraan de waarneeminfrastructuur moet voldoen om de waarnemingen van voldoende kwaliteit uit te voeren. De RRR eisen zijn per definitie ‘technology free’. Dat betekent dat het niet uitmaakt dat waarneemdata zijn verkregen via in situ waarnemingen of met remote sensing. Het laat zich dus niet uit over meetmethodes of instrumenten. Voor nauwkeurigheid en ruimtelijke resoluties zijn drie verschillende soorten eisen gedefinieerd namelijk de ‘threshold’ [minimum], ‘goal’ [het ideaal, waarna geen verdere ontwikkeling nodig is], en ‘breakthrough’ [een optimum vanuit een cost-benefit analyse]. De RRR is ‘rolling’, wat wil zeggen dat dit proces permanente verfijning en review ondergaat. In Appendix 4 wordt ingegaan op de details van de manier waarop de RRR is uitgevoerd voor het waarneemnetwerk.

Het accent bij deze review ligt op de waarneemstations boven land. Hieronder volgen de bevindingen.

4.2 Bevindingen

Samenvattend:

- 1) **Onzekerheidsmarges:** De onzekerheidsmarge van alle gemeten parameters is gelet op de KNMI situatie [R24] gelijk aan of kleiner dan de gerapporteerde ‘breakthrough’ nauwkeurigheidseis door de WMO RRR in alle gebruikte aandachtsgebieden. Hieruit volgt direct dat in alle aandachtsgebieden aan de nauwkeurigheidseisen is voldaan.
- 2) **Waarneemdichtheid klimaattoepassingen:** Voor het aandachtsgebied Climate – AOPC is voldaan aan de eisen voor ruimtelijke waarneemdichtheid omdat de NL-stationsdichtheid [gemiddelde onderlinge afstand is 30 km] in alle aandachtsgebieden hoger is dan de RRR-eis.
- 3) **Waarneemdichtheid weertoepassingen:** Voor de aandachtsgebieden HR-NWP en Nowcasting/VHRF wordt niet voldaan aan de eis voor ruimtelijke dichtheid. Bij deze twee aandachtsgebieden is het noodzakelijk om meteorologische schalen fijnmazig te modelleren, en dus zijn er ook fijnmazige metingen nodig die deze verwachtingen kunnen voeden. Hierbij wordt opgemerkt dat de behoefte aan fijnmazigheid in principe kan worden opgevangen door satellietmetingen en andere Big Data applicaties. Echter, deze zijn voor vele parameters [nog] onnauwkeurig en daarom niet direct bruikbaar. Hieronder [4.3] wordt op dit aspect ingegaan.
- 4) **De algemene RRR-eis:** Vanwege conclusie 3 voldoen de NL waarneemstations niet aan de gevraagde RRR eisen.
- 5) **De randen van Nederland:** Aangezien de berekende stationsdichtheid de stations Wilhelminadorp, Arcen, Nieuw Beerta welke op de nominatie staan om opgeheven te worden meenemen, volgt hieruit

dat deze opheffing de reeds bestaande discrepantie tussen waarneemais en waarneemrealisatie al nadelig heeft beïnvloed. Deze bevinding is tevens belangrijk omdat de praktijk uitwijst dat het juist aan de randen van Nederland lastig is om aan hoge-kwaliteitseisen te voldoen: interpolaties tussen stations 'leunen' daar op gegevens uit het NL - binnengebied en zijn daarom onnauwkeurig. Deze onnauwkeurigheid geldt ook voor modelinterpolaties. Gebruik van buitenlandse stations bij interpolaties is tot op heden lastig gebleken vanwege de beperkte beschikbaarheid daarvan.

4.3 Aanbevelingen

Het is onrealistisch om de bestaande 30 km stationsdichtheid te verfijnen tot 2 - 5 km om aan de RRR-eisen voor HW-NWP en Nowcasting-VSRF te voldoen omdat de baten niet opwegen tegen de kosten. Er bestaan echter goede mogelijkheden om andere data bronnen te gebruiken om aan de RRR te voldoen. Hiervoor zijn acties geformuleerd in de Observations Strategy KNMI 2015 – 2024, en de bevindingen in dit rapport ondersteunen de daar voorgestelde acties op dit terrein.

Hieronder worden een aantal acties uitgewerkt:

- **Voor bewolking en straling aan de grond:** In het vervolgnOS project (2013) [R17] en vervolgstudies [R13] is aangetoond dat satellietdata een zeer goede aanvulling kunnen zijn op de traditionele metingen op de waarneemstations. Met behulp van deze metingen kunnen NL-dekkende producten van bedekkingsgraad en instraling aan de grond verkregen worden. Echter, tot op heden zijn deze producten niet in de operationele keten opgenomen, noch het effect op afgeleide producten beschouwd [bijv. zonnenschijnduur]. Hiervoor wordt een actie geformuleerd. Uitvoer hiervan houdt tevens in dat op termijn stralings- en bewolkingsinstrumenten op een beperkt deel van de stations kan worden afgestoten.
- **Voor temperatuur, luchtdruk en luchtvochtigheid:** Satellietdata van grootheden vlak aan de grond [maar niet op de grond] zijn inherent onnauwkeurig, en kunnen voor geen van deze grootheden gebruikt worden. Voor deze grootheden is het een optie om gebruik te maken van Big Data applicaties. WoW is hiervan een voorbeeld. Een essentieel onderdeel van WoW applicaties is de evaluatie van de nauwkeurigheid van de binnenkomende informatie, en dus de bruikbaarheid voor de operationele keten.
- **Voor neerslag:** Voor hoge-resolutie neerslagproducten wordt op dit moment nog gebruik gemaakt van het vrijwilligersnetwerk. Echter, de populatie vrijwilligers vergrijsst en dunt uit. Hier is wellicht een goede mogelijkheid gebruik te maken van waterschappen die op verschillende plaatsen in NL de neerslag in de polders meten. Een project [3N] om deze neerslag data te gebruiken naast de KNMI – gegevens is gedefinieerd. Echter, de uitvoering van dit project stagneert omdat het KNMI zijn positie hierover niet voldoende duidelijk maakt. Hier kan echter ook gebruik gemaakt worden van neerslag uit WoW stations.
- **Voor wind:** RWS beheert een aantal windpalen waarbij gebruikt gemaakt wordt van de sensorpool van het KNMI. Echter ijktermijnen zijn onder controle van het RWS. Daarnaast heeft het KNMI een aantal eigen windpalen in beheer. Op sommige locaties staan RWS en KNMI palen naast elkaar. Deze situatie is onbevredigend voor beide partijen, en aanbevolen wordt om de locaties alsmede de controle en ijking hiervan te optimaliseren. Hierbij bestaat de kans dat meetpalen met duplicatie kunnen vervallen.
- **Aanvullende data uit België en Duitsland:** Er zijn contacten geweest met KMI en DWD die geleid hebben tot uitwisseling van data met die landen. Deze dienen echter nog wel in de operationele

keten te worden opgenomen. Op korte termijn wordt in EUMETNET voorstellen besproken tot uitwisseling van hoge-resolutie data.

5. Kwaliteit van de locaties van waarneemstations

5.1 Introductie tot de kwaliteitsevaluatie

Naast de fundamentele rol van de RRR in de evaluatie van waarneemsystemen is er een tweede procedure welke er op gericht is om aan te geven of een station op 'de goede plaats' ligt. Hiermee wordt bedoeld of de meetlocatie representatief is voor de omgeving. De zogenaamde 'WMO classification of stations' is opgezet door de WMO Commission on Instruments and Methods of Observation [CI-MO] en bepaalt van meetstations de kwaliteit per parameter. Kwaliteitsklassen per variabele variëren van 1 tot 5. Verder wordt deze classificatie iedere 5 jaar uitgevoerd [en is voor NL in 2015 uitgevoerd]. WMO heeft deze actie afgerond en een actie is gestart om deze procedure een ISO standaard te maken, die om de 5 jaar wordt herzien.

5.2 Aanbevelingen

Appendix 5 bevat een tabel met de 35 stations voor welke vier classificaties zijn uitgevoerd, te weten voor a) temperatuur en luchtvochtigheid, b) neerslagklasse, c) wind omgeving, en d) globale en diffuse irradiantie. Best geplaatste station is Terschelling, en slechtst geplaatst is Vlissingen.

Dus Vlissingen is in principe kandidaat voor verplaatsing. Vlissingen is tevens een ongedefinieerd "kuststation" is en niet representatief voor binnendijks Zeeland. Door wegvallen van Wilhelminadorp wordt Vlissingen bepalend en is er geen "eilandmeting" meer. Verder zijn er een aantal stations waarbij op basis van de totaal score en op basis van de maximum score in een bepaalde parameter moet overwogen worden of ze niet beter verplaatst kunnen worden. Hierbij denkt de projectgroep aan Hoek v Holland, Hupsel, Lauwersoog en Twente. De evaluatie toont verder aan dat niet alle Defensiestations goed geplaatst zijn, en verdere beoordeling van deze stations in samenspraak met Defensie is zeer gewenst.

6. Cabauw – De Bilt

Ofschoon Cabauw en de Bilt op een afstand van 22 km van elkaar liggen worden ze voor deze nota als één station gezien. De voornaamste reden is dat dit gecombineerde station de enige plek in NL is waar systematisch door in situ metingen verticale profielen worden verkregen van temperatuur, luchtvochtigheid, wind, bewolking en aerosolen. Voor de meeste applicaties die de verticale structuur van de atmosfeer boven 1 km hoogte bestuderen is deze horizontale afstand te verwaarlozen klein. Verder worden beide sites gebruikt voor het testen van nieuwe apparatuur.

6.1 De verticale dimensie

- **Remote sensing Cabauw:** Remote sensing windprofielen worden routinematig gebruikt als evaluatie voor numerieke modellen. De wind profiler is tevens onderdeel van het EUMETNET E-PROFILE hub en metingen worden op routinebasis geassimileerd in het ECMWF model. Daarnaast worden wolken- en aerosolprofielen verkregen, welke gebruikt worden als validatie voor satellietmetingen. Gedurende de uitbarsting van vulkanen op IJsland in 2010 en 2011 was Cabauw een van de weinige meetstations in Europa die in staat was om hoogte van de vulkaan te kwantificeren. Als bron van informatie gedurende calamiteiten zoals deze is het permanent monitoren van aerosol [vulkanen] cruciaal.

- **Radiosonde De Bilt, weerapplicaties:** Ondanks het feit dat EUCOS 2 radiosonde oplatingen per dag voorschrijft. is bij de bezuinigingen van 2013 besloten om de radiosonde - oplatingen te reduceren naar 1 per dag [’s nachts om 00:00Z], dit ondanks het regelmatige gebruik van de radiosonde data door de Weerkamer. Daarnaast is erop geanticipeerd dat ook de laatste sonde zal worden wegbezuinigd [zie financiën in Appendix 6]. Als reden wordt opgegeven dat op termijn van 2 jaar AMDAR deze taken kan overnemen. Echter dit is om een aantal redenen niet realistisch:1) Ofschoon AMDAR metingen van temperatuur en recent ook van luchtvochtigheid van goede kwaliteit zijn, zijn er in Europa momenteel slechts negen vliegtuigen uitgerust om de luchtvochtigheid te meten. Dit is veel te weinig om Europa en met name Nederland van voldoende vochtprofielen te voorzien, 2) ‘s Nachts om 00:00 UTC zijn er weinig vliegtuigen die deze profielen kunnen uitvoeren.
- **Radiosonde De Bilt, klimaatapplicaties:** De Bilt – Cabauw zijn sinds 2008 onderdeel van de zog. GRUAN stations welke hoogwaardige klimaatgegevens leveren op het gebied van temperatuur, vocht, wolken en straling. Certificering als een volwaardig GRUAN station staat of valt met de kwaliteit van radiosondes. Cabauw is een gecertificeerd GRUAN station [uitgevoerd door GRUAN hoofdkwartier Lindenberg].
- **Bewolking De Bilt, klimaatapplicaties:** Sinds 1849 worden metingen verricht van bedekkingsgraad op het KNMI. Met de aanschaf van nieuwe ceilometers is besloten om deze niet meer te De Bilt te plaatsen maar te Cabauw. Echter, de meting van bedekkingsgraad te Cabauw is niet continue omdat de ceilometermetingen daar op ieder moment voor research doeleinden gewijzigd kunnen worden [en ook in het verleden gewijzigd zijn]. Daarom is het belangrijk om ook te De Bilt een nieuwe ceilometer te plaatsen zodat de tijdreeks van bewolking aan de daar bestaande kwaliteitsnormen onderworpen is en de klimaattijdreeks wordt gecontinueerd.

6.1.1 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt

- Om de enige radiosonde oplating te continueren. Als deze vervalst, vervalst ook de deelname aan GRUAN van Cabauw – De Bilt. Verder wordt niet meer voldaan aan de EUCOS verplichting om radiosondes op te laten. Radiosonde data wordt ook veelvuldig gebruikt in de Weerkamer en als referentie bij de wekelijkse oplating van O₃ / NO₂ sondes.
- om voor de verticale profielmetingen van wind en wolken [te weten de wind profiler, en de wolkenradar] duurzaam gelden beschikbaar te stellen voor vervanging van de instrumenten.
- om ook in De Bilt een nieuwe ceilometer te plaatsen zodat de tijdreeks van wolkenbedekkingsgraad daar wordt gecontinueerd.

6.2 Testsite voor meetmethodes

Zowel het testwaarneemveld te De Bilt als Cabauw worden gebruikt voor het testen van nieuwe waarneemtechnieken. Beide locaties hebben hun voordelen en complementeren elkaar. In De Bilt is vooral sprake van het testen van instrumenten voor in situ waarnemingen aan de grond, met als primaire doel het doen van kwaliteitsevaluatie voor het nationale meetnet (bijvoorbeeld disdrometers, zichtmeters, neerslagsensoren). In Cabauw bestaat de mogelijkheid om de synergie van instrumenten te gebruiken om niet alleen een goed evaluatie te doen van nieuwe instrumenten, maar ook om de te meten parameter in relatie tot de andere parameters te bestuderen. Hieronder vallen de relatie tussen zicht, stabiliteit en straling, en de evaluatie van verschillende manieren om bewolking te meten. Dergelijke studies zijn gebruikelijk om atmosferische processen te begrijpen, maar zijn ook belangrijk voor de te meten parameter zelf. Hiermee

wordt dus het begrijpen van de meting gefaciliteerd, een aspect van KNMI-taken waaraan het algemene publiek grote waarde hecht.

7. Het ceilometernetwerk

7.1 Active remote sensing van de verticale kolom

In 2014 is een Europese aanbesteding gedaan om het KNMI - ceilometernetwerk te vervangen. Hierbij is besloten om een minimum aantal ceilometers aan te schaffen in anticipatie op een beslissing over precieze aantallen. Dit minimum aantal is gebaseerd geweest op indrukken uit [R17]. Er is met die aanschaf dus geen uitspraak gedaan over de aantallen ceilometers die in werkelijkheid nodig zijn. Het minimum aantal voorziet in vervanging van de ceilometers op stations die noodzakelijk zijn om te voldoen aan de luchtvaartseisen, met daarnaast twee ceilometers op klimaatstations die niet zijn afgedekt door luchtvaartseisen, te weten Vlissingen en Cabauw. Bij de minimum aanschaf zouden de ceilometers te Stavoren, Hoogeveen en Twenthe komen te vervallen hetgeen een 'gat' oplevert in het noordoosten van het land. Verder is parallel aan deze aanbesteding middels een DT-besluit besloten om de ceilometermetingen te Terschelling, Westdorpe en Wilhelminadorp hoe dan ook te beëindigen. In het kader van een algemene evaluatie van het netwerk en zijn gebruikers is het zinvol om de aanbesteding van ceilometers nogmaals te bekijken.

Het KNMI-ceilometernetwerk wordt ingericht met Lufft CHM15k ceilometers die de huidige LD40 instrumenten vervangen. Nader onderzoek naar gebruikers levert het volgende op:

- **Luchtvaart:** Op elke luchthaven en op de mistposten wordt een nieuwe ceilometer opgesteld om te voldoen aan de eisen voor meteorologische dienstverlening ten behoeve van de luchtvaart. Daarnaast is ook besloten om een ceilometer te plaatsen op station Ell omdat ook dit station [geen luchthaven] essentieel bleek te zijn om de wolkencondities in de aanvliegeroute naar Beek te beoordelen. Verdere navraag bij betrokkenen levert op dat dit in principe ook geldt voor Stavoren (aanvliegroutes voor Eelde en Schiphol), Hoogeveen [aanvliegroute voor Eelde] en in iets mindere mate voor Twenthe [aanvliegroute voor Eelde].
- **HR-NWP:** Wolkenbasisinformatie van het internationale netwerk van ceilometers wordt geassimileerd in het HARMONIE-model om tot een betere voorspelling van wolkenbasis en wolkendikte te komen. Betrokkenen wisten niet van de beslissing om het huidige netwerk te reduceren in het noordoosten van het land en gaven aan veel waarde te hechten aan de ceilometermetingen in Hoogeveen, Stavoren en Twenthe.
- **Klimaat:** Voor klimaat zijn [continuering van] lange tijdreeksen van bewolking belangrijk. Dit is in principe afgedekt door metingen op De Kooy, Vlissingen, Eelde, Beek, en in het centrum van het land. Nadere analyse van de situatie voor het centrum Cabauw – De Bilt geeft aan dat de ceilometer te Cabauw voor researchdoeleinden wordt gebruikt en niet aan de KNMI-kwaliteitseisen voor klimatologische waarnemingen voldoet. Dit houdt in dat de tijdreeks van 167 jaar van wolkenwaarnemingen in De Bilt ook daadwerkelijk te De Bilt dient te worden gecontinueerd [zie ook sectie 6.1].
- **Vulkanas:** De nieuwe CHM15k instrumenten kunnen stoflagen op grote hoogte detecteren. Door colocatie van dit instrument met de te Cabauw aanwezige UV-lidar met polarisatie kan eenduidig de aanwezigheid van as onderscheiden worden van andere stofsoorten. Deze schattingen worden vervolgens gebruikt om waarnemingen van het ceilometernetwerk globaal te ijken. Het KNMI neemt deel aan een tender voor het European Emergency Response Centre [EERC] waarbij de geïntegreerde

assessment van vulkaanuitbarstingen middels waarnemingen van seismometers, satellieten en remote sensing worden ingebracht. Het ceilometernetwerk met ijkpunt Cabauw is hier onderdeel van.

7.2 Aanbevelingen

- Plaatsing van een extra ceilometer te De Bilt [zie ook aanbeveling onder 6.1]
- Plaatsing van extra ceilometers te Stavoren, Hoogeveen en Twenthe.

Aangezien metingen van wolken in de regio Zeeland – zuid redelijk is afgedekt door de ceilometer te Vlissingen kunnen de ceilometers in Westdorpe en Wilhelminadorp permanent komen te vervallen. Dit geldt ook voor Terschelling waar nabijgeleden boorplatformen de lacune in wolkenmetingen kunnen opvangen.

Verder kan op de langere termijn bekeken worden of ook op het AWS van Cabauw permanent een ceilometer geplaatst kan worden die, in tegenstelling tot het huidige [research] instrument, wel aan de klimatologische kwaliteitseisen voldoet. In dat geval kan een PVM - procedure opgestart worden om de wolkenmeetreeks van De Bilt [167 jaar lengte] permanent naar Cabauw over te hevelen en de te De Bilt aanwezige ceilometer te laten vervallen.

In de lijst van stationsmetingen in tabel 1b is uitsluitend de lijst metingen op het AWS waarneemterrein opgenomen. Er worden te Cabauw vele andere metingen verricht ten behoeve van atmosferisch en instrumenteel onderzoek maar deze variëren naar behoefte en zijn niet in de sensorpoel van het KNMI opgenomen.

8. Windmasten en mistposten

8.1 Extra metingen

Niet opgenomen in de tabellen van Appendix 1 is een lange lijst van extra locaties waar windsnelheid en – richting. Deze windmetingen worden uitsluitend verricht in de kustgebieden. KNMI is eigenaar van slechts een klein aantal van deze windmasten; de rest wordt via contracten en uitwisselingsverbanden onderhouden door RWS en de Havengebieden. Het KNMI heeft veel baat bij deze metingen. Zij zijn een belangrijke bron van informatie bij het begrijpen van wind bij de zee - land transitie en het waarnemen van en valideren van modeluitvoer van windextremen. Dit laatste speelt een belangrijke rol in de verfijning van de verwachting van windextremen tijdens stormen en de uitvoer van de waarschuwingssystematiek. Hier en daar staan windpalen van het KNMI en van derden naast elkaar, omdat deze door de desbetreffende instanties om verschillende redenen daar geplaatst zijn. Deze situatie kan aanzienlijk verbeterd worden door deze windmasten en hun plaatsing in samenhang met deze instanties te herzien. Echter dit houdt tevens in dat het KNMI zich zal moeten uitspreken over het belang [of gebrek daaraan] van deze meetmasten voor de KNMI-dienstverlening. Vanwege tijdgebrek kon de projectgroep dit niet nader uitwerken. Echter:

8.2 Aanbeveling

Aanbevolen wordt dat de combinatie van overige windmasten [dus niet welke al in beslispunt 1 als essentieel zijn vermeld] worden geëvalueerd op belang voor de KNMI-dienstverlening.

9. Nieuwe investeringen: Aanbeveling voor een of meerdere mobiele platformen

Het hoofdstuk 'Gebruikerseisen' [zie hoofdstuk 3] geeft aan dat er verschillende wensen zijn voor het verbeteren van de infrastructuur. Echter, het verdient aanbeveling om permanente mutaties van te voren te bestuderen. Hierbij kan gedacht worden aan het plaatsen van een station nabij de kust voor land-zee overgang (Vlissingen, Lauwersoog), in stedelijke gebieden, of op de Maasvlakte. Het is daarom wenselijk om het waarnemennetwerk uit te breiden met een of meerdere mobiel[e] station[s]. Een mobiel station levert een flexibiliteit op die toekomstige mutaties in het waarnemennetwerk faciliteren. Verder levert het de mogelijkheid om parallel metingen te doen bij metingen van derden, en voor de validatie van satelliet metingen en Big Data applicaties.

10. Discussie, conclusies, beslispunten en aanbevelingen

10.1 Discussie

Het waarnemennetwerk heeft vele gebruikers, zowel intern als extern. Het is belangrijk om in te spelen op nieuwe generatie waarneemtechnieken, die op termijn kwaliteitsinformatie kunnen verschaffen die aanvullend is op het waarnemennetwerk, en mogelijk een deel van deze infrastructuur kunnen vervangen. Gedurende deze evolutie is het echter van cruciaal belang dat de kwaliteit van metingen gehandhaafd blijft. De perceptie van kwaliteit naar de samenleving wordt maar één keer weggegooid. De samenleving verwacht hoge kwaliteit van het KNMI en rekent het KNMI hierop af. Dus behoud minimaal de huidige waarneeminfrastructuur totdat is aangetoond dat deze informatie uit andere bronnen is afgedekt.

De bevindingen en aanbevelingen van deze nota zijn erop gericht dat de kwaliteit van meteorologische dienstverlening op hoog niveau blijft maar dat tegelijkertijd het KNMI inspeelt op de veranderingen en ontwikkelingen in technologieën.

10.2 Conclusies

De belangrijkste conclusies zijn:

1. Het huidige waarnemennetwerk is uitermate kostenefficiënt. Het KNMI profiteert namelijk van het feit dat een groot deel van de infrastructuur die essentieel is voor de meteorologische dienstverlening naar de samenleving, betaald wordt door derden. Daarnaast is sprake van geïntegreerde functionaliteit. Dat wil zeggen dat de waarnemstations zijn ingericht ten behoeve van zowel synoptische meteorologie, klimatologie en luchtvaart meteorologie en geschikt voor plaatsing op civiele en militaire vliegvelden. Dit is uniek in Europa.
2. Gebruikerseisen, de regionalisering in de nieuwe KNMI - waarschuwingssystematiek en de toenemende behoefte aan hoge resolutie meteorologische informatie van de samenleving geven aan dat het onverstandig is om op dit moment het huidige netwerk te reduceren.
3. Het huidige waarnemennetwerk voldoet slechts ten dele aan specifieke en objectieve kwaliteitscriteria die internationaal zijn opgesteld voor het gebruik van het waarnemennetwerk. Met name voor hoge-resolutie weersvoorspelling en nowcasting doeleinden is de ruimtelijke resolutie van het netwerk onvoldoende.
4. Aanvullend kan vastgesteld worden dat er goede mogelijkheden zijn om op termijn wel aan deze kwaliteitsnormen te voldoen door gebruik te maken van aanvullende / alternatieve hoge-resolutie

waarnemingen aan de grond en door middel van satellietwaarnemingen. Deze dienen ontwikkeld te worden in R&D, geëvalueerd te worden op nauwkeurigheid, en bij goedkeuring voor gebruik in de operationele keten te worden opgenomen.

5. Bij bewezen operationele kwaliteit van alternatieve meetmethodes om aan de kwaliteitscriteria te voldoen is het op termijn van 5 tot 10 jaar wellicht mogelijk om instrumentatie op de huidige waarnemingsstations terug te brengen of waarnemingsstations te sluiten. Echter, totdat aangetoond is dat operationele informatie uit andere bronnen is afgedekt, dient de huidige waarnemingsinfrastructuur te worden behouden.
6. Een aantal stations liggen op 'de verkeerde plek'. Dat wil zeggen: ze zijn niet representatief voor de naaste omgeving en zeker niet voor de regio. Ze leveren meteorologische data van onvoldoende kwaliteit. Optimalisatie of verplaatsen van deze stations dient te worden onderzocht.
7. Efficiëntiewinst is te behalen door de grote aantallen windpalen die gefinancierd zijn door derden te evalueren op geschiktheid voor KNMI-dienstverlening. Door samenwerking met de verschillende betalende instanties kan beleid voor de KNMI-dienstverlening op het gebied van wind verder uitgewerkt worden.

Deze conclusies leiden tot een aantal beslispunten en aanbevelingen.

10.3 Beslispunten

De beslispunten hieronder genoemd zijn bedoeld voor directe actie door het MT en / of DR. Ze zijn erop gericht om op zeer korte termijn de kwaliteit van het netwerk te bestendigen en onze klanten de zekerheid te geven over de [regionale] dienstverlening.

Het grootste risico bij het niet uitvoeren van de beslispunten is dat het vertrouwen in het KNMI als kwaliteitsinstituut en kwaliteitskeurmerk naar de NL-samenleving blijvende schade wordt berokkend.

Beslispunt 1 - Alle Automatische Weer Stations (AWS, AWS-Aerodrome en Platform-AWS) welke in Appendix 1 zijn opgenomen worden als essentieel voor het referentienetwerk beschouwd. Als essentieel worden tevens beschouwd de windmasten Texelhors [zie ook beslispunt 7], IJmuiden, Houtribdijk en Hoek v Holland.

Rationele:

1. Juist aan de randen van Nederland is het essentieel om goed te meten omdat meetlacunes daar niet adequaat opgevangen kunnen worden door interpolaties en / of modeldata.
2. De maatschappij vraagt om meteorologische kwaliteitsinformatie met een hoge ruimtelijke resolutie (< 5 km).
3. De zojuist in gebruik genomen nieuwe waarschuwingssystematiek verdeelt Nederland in een aantal regio's. Weeralarmen zullen geëvalueerd moeten worden, en daarom is het van belang dat er in iedere regio in voldoende mate referentiemeetstations aanwezig zijn. Met name de precisie van de gekozen regio's waarvoor een waarschuwing wordt uitgegeven is hierbij relevant.
4. Het huidige netwerk [inclusief de stations Wilhelminadorp, Nieuw Beerta, Lauwersoog en Arcen] voldoet niet aan de door het KNMI ondersteunde RRR – eisen van ruimtelijke resolutie voor HR – NWP en Nowcasting. Echter, een voor de hand liggende conclusie dat andere hoge-resolutie data [satelliet en Big Data applicaties] deze lacune op korte termijn gaan opvangen is prematuur. Deze technieken zijn veelal onbewezen en/of inherent onnauwkeurig.

5. Het huidige netwerk zal echter wel in staat zijn om de transitie naar gebruik van nieuwe data bronnen te ondersteunen: Op termijn gaat het netwerk als referentie dienen voor activiteiten die erop gericht zijn om meteorologische informatie tussen de netwerkstations 'in te vullen'. Bestaande interpolatiemethodieken bieden potentie voor assimilatie van modelgegevens en satellietgegevens en gebruik van opkomende Big Data bronnen. Onderzoek hiernaar is gestart maar technieken moeten zich eerst ruimschoots bewijzen voordat een traditionele meting van een waarnemstation kan komen te vervallen, te denken valt aan een tijdshorizon van 5 jaar voor het terugbrengen van instrumentatie (bijvoorbeeld straling) en 10 jaar voor uitdunning van het aantal waarnemstations.

Impact financieel: a) Ter herinnering: het voorgestelde essentiële waarnemnetwerk bestaat uit stations die worden gefinancierd door het KNMI, Luchtvaart, en Defensie, b) In principe zijn de kosten van deze stations voor het KNMI, c) Echter, in geval van bestaande cofinanciering dient het KNMI bij mutaties op initiatief door derden ook voor deze essentiële stations de volledige financiële verantwoordelijkheid te gaan dragen. Dit is een belangrijk principe wat aanzienlijke gevolgen kan hebben wanneer partijen die stations co-financieren zich terugtrekken. Alle financiële implicaties worden hieronder beschreven, behalve die van station Ell. Het verwijderen van de ceilometer aldaar is niet uitgevoerd op advies van de meteorologische dienst. Deze dient opnieuw in het referentienetwerk te worden opgenomen. Jaarlijkse materiele kosten bedragen 3.3 K€.

Beslispunt 2 – Duurzaam continuering van waarnemstation Nieuw Beerta.

Rationele: De noodzaak voor metingen in het uiterste Noordoosten van Nederland en grensstreek, regionale waarschuwingfunctie, de grote impact op geïnterpoleerde producten (Klimaatatlas, NHI, LCW), belang voor validatie van toekomstige hoge-resolutieproducten om aan de RRR te voldoen, station Emden (DE) als vervanging is onbruikbaar. Continuering van bodemtemperatuurmetingen (voorkomen noodzakelijke verplaatsing). Het begrip 'duurzaam' is bijgevoegd in dit beslispunt, omdat voor Nieuw Beerta aparte besluitvorming is opgesteld: In het voorjaar 2014 is besloten om Nieuw Beerta 'vooralsnog' te continueren, in afwachting van verdere besluitvorming. Deze besluitvorming is er tot op heden niet geweest.

Impact financieel: De kosten voor instandhouding bedragen 4K€ per jaar. Het voorkomen van de verplaatsing van de bodemtemperatuursensoren levert eenmalig een kostenbesparing op.

Beslispunt 3 – Continuering van waarnemstation Lauwersoog.

Rationele: De noodzaak voor een meting in het uiterste Noorden van Nederland inclusief de Waddenzee, regionale waarschuwingfunctie, de grote impact op geïnterpoleerde producten (Klimaatatlas, NHI, LCW) en belang voor validatie van toekomstige hoge-resolutieproducten om aan de RRR te voldoen. Hierbij is afstemming noodzakelijk met RWS voor de plaatsing van de windmast.

Impact financieel: de kosten voor instandhouding bedragen 4K€ per jaar.

Besispunt 4 – Continueren c.q. verplaatsing van waarnemstation Arcen met in achtname Protocol Verandering Meetinfrastructuur, in de huidige configuratie.

Rationele: De noodzaak voor een meting in Noorden van Limburg, en grensstreek, regionale waarschuwingfunctie, de grote impact op geïnterpoleerde producten (Klimaatatlas, NHI, LCW) en belang voor validatie van toekomstige hoge-resolutieproducten om aan de RRR te voldoen. Verplaatsing omdat huidige locatie niet voldoet aan siting-eisen. Nog niet operationeel beschikbaar zijn van data van Duitse stations en kanttekeningen van gebruik buitenlandse stations als vervangend station.

Impact financieel: de kosten voor instandhouding bedragen 4K€ per jaar. De kosten voor verplaatsing met in achtname PVM (2 jaar parallel meten) bedragen 88 K€.

Besispunt 5 – Heropening van waarnemstation Wilhelminadorp, met een PWS zonder een ceilometer.

Rationele: De noodzaak voor metingen op een Zeeuws eiland (binnendijks); kuststation Vlissingen is niet representatief, *ook niet als kuststation*), regionale waarschuwingfunctie, de grote impact op geïnterpoleerde producten (Klimaatatlas, NHI, LCW) en belang voor validatie van toekomstige hoge-resolutieproducten om aan de RRR te voldoen. Continuering van bodemtemperatuurmetingen (voorkomen noodzakelijke verplaatsing).

Impact financieel: de kosten voor instandhouding bedragen 6.5K€ per jaar [2.5K€ extra vanwege de PWS]. Het voorkomen van de verplaatsing van de bodemtemperatuursensoren levert eenmalig een besparing op. Eenmalig: 2 K€.

Besispunt 6 – Terugplaatsen PWS naar Herwijnen.

Rationele: Terugbrengen naar uitrusting met PWS. Voor Herwijnen is de wolkenhoogtemeting niet essentieel.

Impact financieel: eenmalig 2.5 K€.

Besispunt 7 – Reactiveren van windpaal Texelhors.

Rationele: Texelhors ligt in een gebied waar windsnelheid moeilijk af te leiden valt uit andere windwaarnemingen. Na sluiting van dit station in 2014 wordt op die plek de wind geschat uit De Kooy. Echter, vanwege de ongunstige plaatsing van de windinstrumentatie aldaar is deze schatting onnauwkeurig en systematisch te laag hetgeen potentiële veiligheidsproblemen oplevert voor de [recreatieve] scheepvaart. Dit is duidelijk te zien in de geïnterpoleerde kaarten.

Impact financieel: De infrastructuur is aanwezig. Opnieuw in gebruik nemen is bijna kosteloos. De straalverbinding moet worden gereactiveerd en de windpaal data moet opnieuw worden opgenomen in Metnet. De kosten voor instandhouding bedragen 2 K€ per jaar. Eenmalig 2 K€.

Beslispunt 8 – Continuering additionele radiosonde oplating De Bilt.

Rationele: Noodzakelijk voor het in stand houden van de GRUAN site De Bilt – Cabauw; AMDAR vocht metingen zijn onvoldoende in aantallen; veelvuldig gebruik data door Weerkamer. EUCOS verplicht het KNMI tot het doen van 2 radiosondemetingen per dag, hetgeen het KNMI al tot één heeft gereduceerd.

Impact financieel: Voor de 2^{de} oplating [12:00Z] is de bezuiniging ingeboekt en gerealiseerd. Voor de 1^{ste} radiosonde is deze bezuiniging niet ingeboekt en niet gerealiseerd. Kosten bedragen jaarlijks 40 K€.

Beslispunt 9 – Plaats ook een nieuwe ceilometer op De Bilt AWS.

Rationele: Het betreft hier een aanpassing op het besluit om alleen te Cabauw een ceilometer te plaatsen met als doel om in het centrale gedeelte van Nederland de bedekkingsgraad te registreren. De klimaatmeetreeks van bedekkingsgraad te De Bilt heeft een lengte van 167 jaar, die via dit besluit zou worden verplaatst naar Cabauw. Cabauw heeft voor bewolking echter geen operationele status, omdat de nieuwe ceilometer aldaar niet voor de volle 100% ingezet zal worden om een klimaatreeks te maken; het zal namelijk ook worden gebruikt voor research doeleinden. Een langjarige garantie op ononderbroken tijdseries van hoge kwaliteit kan dus niet voor de Cabauw tijdreeks gegeven worden. Bij het besluit om een nieuwe ceilometer alleen te Cabauw te plaatsen maar niet te De Bilt is daar geen rekening mee gehouden. De Bilt heeft wel operationele status waardoor de meting aldaar wel aan permanente kwaliteitsnormen onderworpen is. In lijn met de waarnemingenstrategie om lange klimaatreeksen te continueren, is het daarom van essentieel belang om ook op De Bilt een ceilometer te plaatsen.

Impact financieel: 2.5K€ jaarlijkse afschrijving.

Beslispunt 10 – Plaats ceilometers te Stavoren, Hoogeveen, en Twenthe.

Rationele: Groot gat in NO – NL op het gebied van wolkenwaarnemingen. Onvoldoende informatie over wolkenbasis in aanvliegroutes op Schiphol en Groningen AP. Onvoldoende gegevens voor assimilatie van wolkenbasisinformatie in het HR-HARMONIE model.

Impact financieel: 7.5 K€, jaarlijkse afschrijving.

Beslispunt 11 – Vermeerdering P-Budget met 0.4 FTE ter waarde van 40 k€ bij de afdeling Operationele Waarnemingen.

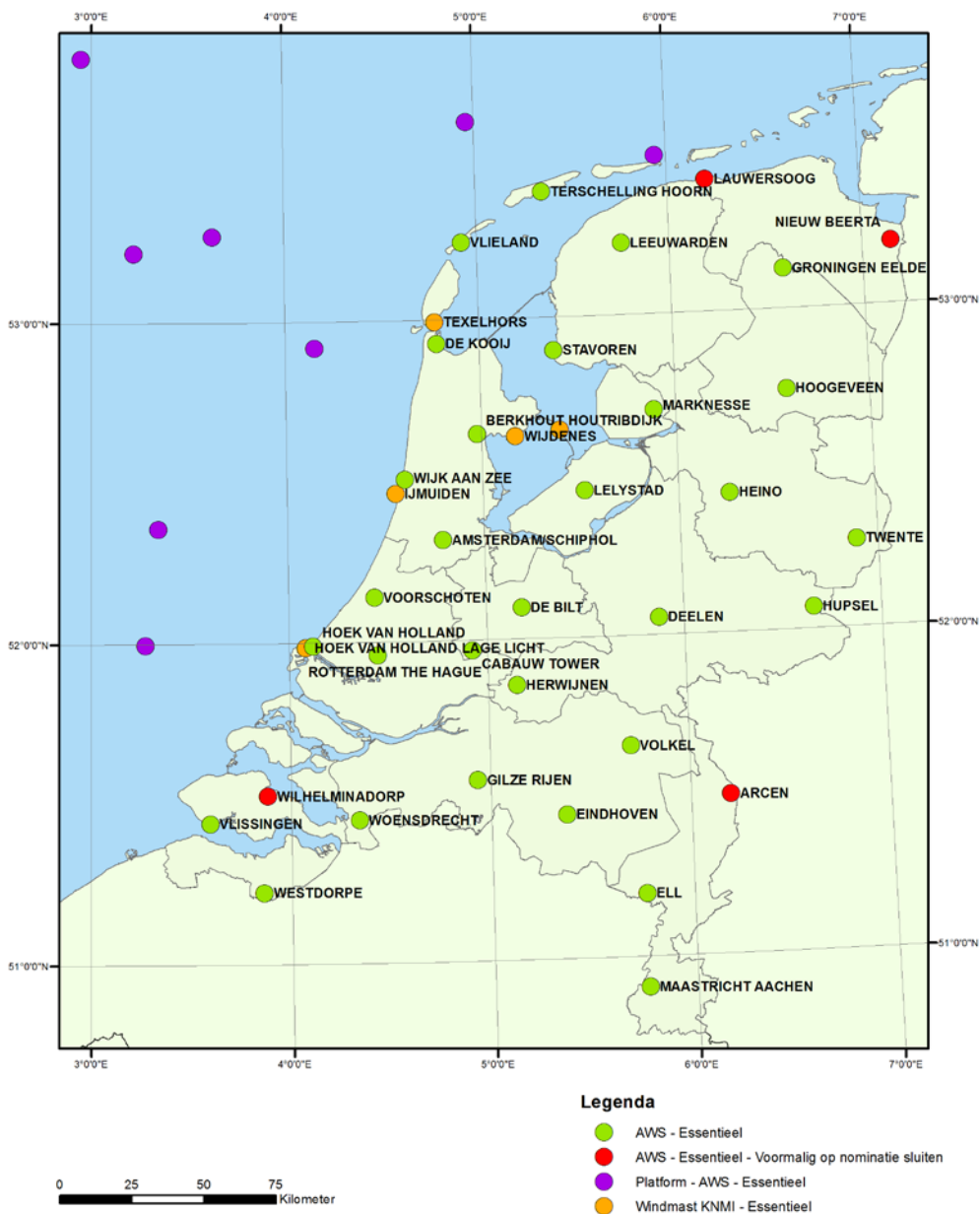
Rationele: Dit beslispunt is toegevoegd na overleg met H-Waarnemingen Operationeel. Bij instemming met beslispunten 1 – 10 betreft het hier de door hem geschatte noodzakelijke P-maatregel ter uitvoering van de acties die voortvloeien uit de beslispunten.

Op 2 februari 2016 / 9 februari 2016 is de nota door het MT / DT geaccordeerd en zijn alle beslispunten overgenomen.

Toevoegingen:

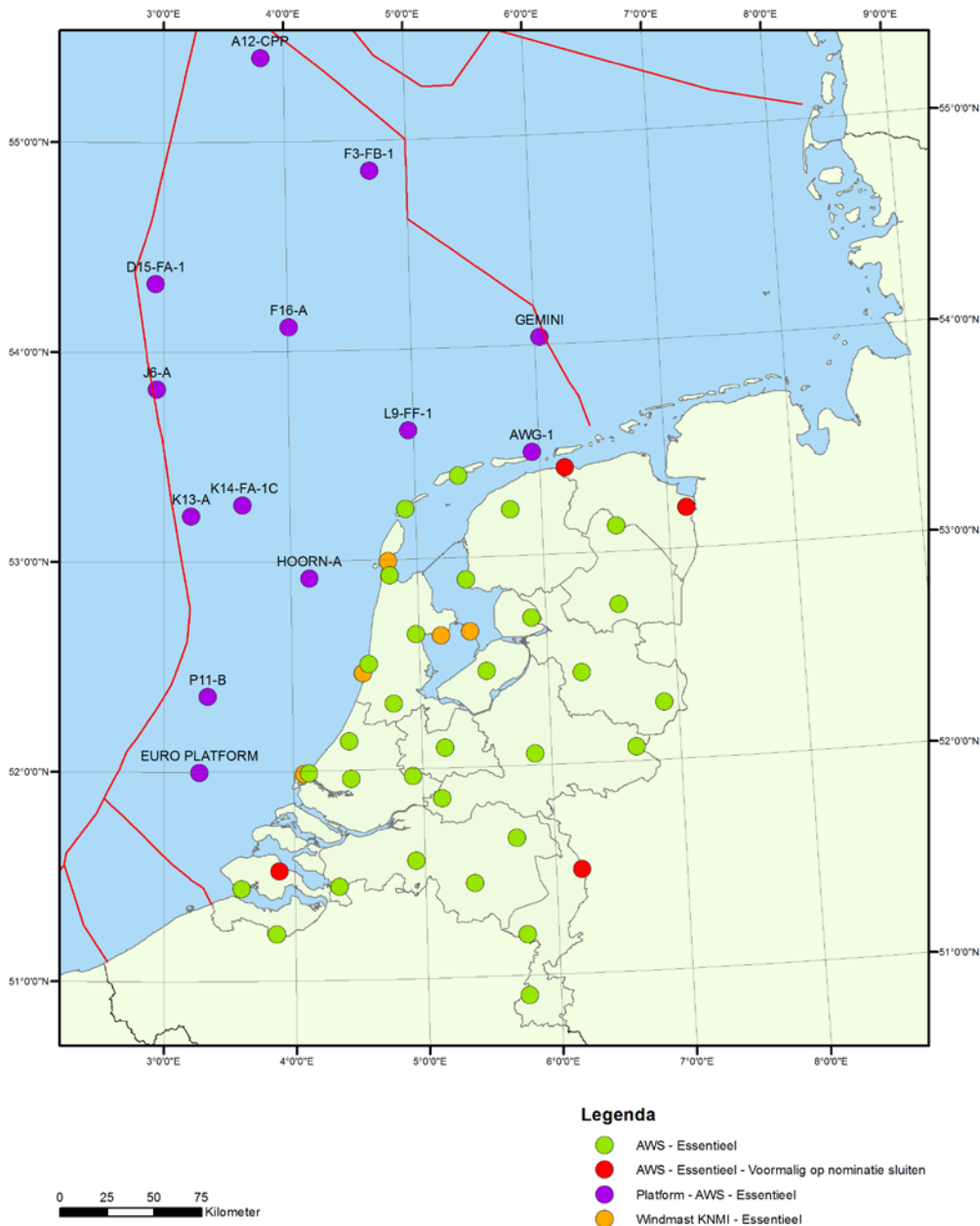
- 1) Figuren 1 en 2 geven de essentiële waarnemstations weer. Figuur 1 geeft alle stations weer boven land [in groen en rood], figuur 2 alle station op het continentale plat [in paars]. De stations in rood zijn AWSs die op de nominatie stonden om geschrapt te worden, maar die in deze nota als essentieel zijn bestempeld voor KNMI-dienstverlening en die na de beslissing van het DT wederom in het netwerk worden opgenomen. Verder worden de vier genoemde windmasten die als essentieel gezien worden voor de KNMI-dienstverlening weergegeven in geel-oranje. Daarnaast is een extra windmast als essentieel opgenomen, die hierboven niet is genoemd [maar wel in onderstaande tabel is opgenomen], namelijk windmast Wijdenes. Deze windmast dankt zijn een aparte essentiële status uitsluitend aan het feit dat het de straalverbinding regelt met de windmast Houtribdijk. Als Wijdenes zou worden opgeheven, dan zou ook windmast Houtribdijk niet meer functioneren. Mocht in de toekomst de straalverbinding met Houtribdijk op een andere manier geregeld kunnen worden, dan vervalt de essentiële status van Wijdenes, daar op het nabij gelegen station Berkhout de parameter wind naar tevredenheid gemeten wordt.
- 2) Zoals gezegd zijn er nog meer windmasten, die hier niet worden weergegeven omdat ze geen essentiële status hebben. Echter, hiervoor is het belangrijk dat er apart beleid wordt uitgestippeld.
- 3) Per besispunt moet een uitwerking komen waarin alle punten van aandacht in voorkomen te weten uitvoering, financiering en communicatie.
- 4) De drie essentiële stations van de BES-eilanden die wel in Appendix 1 worden genoemd zijn in deze kaartjes niet opgenomen.

Meteorologische waarnemstations van Nederland
 01/03/2016



Figuur 1: De waarnemstations die als essentieel dienen te worden beschouwd voor KNMI dienstverlening: de land situatie.

Meteorologische waarnemstations van Nederland - Platformen
01/03/2016



Figuur 2: De waarnemstations die als essentieel dienen te worden beschouwd voor KNMI dienstverlening: de situatie op het continentale plat van Nederland.

10.4 Aanbevelingen

Hieronder zijn een aantal aanbevelingen geformuleerd welke een wat langere termijn behoeven om voor te bereiden, en waar nadere informatie noodzakelijk is om tot een goede beslissing te komen. Verder dient er een financiële onderbouwing voor deze aanbevelingen te komen.

Aanbeveling 1 - Verplaats Vlissingen, Hoek van Holland, Hupsel , Lauwersoog en Twente naar een andere locatie met in achtneming van PVM. Verzoek defensie dit ook te doen voor Deelen en Vlieland.

Rationele: Site-evaluatie is een nog niet afgerond proces met een methode die nog niet is uitontwikkeld. Tevens kan de evaluatie per parameter wordt gedaan [dit is het advies van de WMO], of als geheel waarbij alle parameters worden beschouwd. Voor beide methodes bestaan goede argumenten. Niettemin is het zinvol om op grond van de classificatie een uitspraak te doen over een aantal stations die op een of meerdere parameters kwalitatief te wensen overlaten. Bovengenoemde stations zijn het minst representatief voor de omgeving. Gelet op de continuïteit van de klimaatreeksen te Vlissingen is het van het grootste belang om in deze hoek van Nederland een representatieve locatie te vinden waar deze klimaatreeks naar tevredenheid kan worden voortgezet. Wat betreft Lauwersoog is nog discussie gaande over de optie om dit geografisch als een 'land-' of 'Wadden-' station te zien. Ook een aantal stations op de militaire velden voldoen niet aan de criteria; verplaatsing kan wellicht worden overwogen via een verzoek aan defensie.

Aanbeveling 2 – In gebruik nemen van een [of meerdere] mobiel[e] waarnemstation[s].

Rationele: Klantenwensen geven aan dat er op verschillende plekken in Nederland behoefte is aan extra metingen. Hierbij denken we aan de kuststrook, havenregio's, verstedelijkte gebieden en de Maasvlakte. Een mobiel waarnemstation is in staat om preciezer vast te stellen waar de toenemende meetbehoeftes het best gerealiseerd kunnen worden. Voor een aantal stations wordt aanbevolen dat deze verplaatst worden. Ook hier geldt dat een mobiel station de mogelijkheid geeft om nieuwe locaties van te voren te evalueren voordat een diepte-investering gedaan wordt in zulke nieuwe locaties. Dit geldt met name voor Vlissingen, Hoek van Holland en Lauwersoog. De projectgroep was niet in staat om een precieze schatting te maken van een investering in een mobiel station. Voorlopige schatting is een eenmalige investering van €60.000, met jaarlijks onderhoud van €4.000.

Aanbeveling 3 - Waardeer een of meerdere windpalen in het IJsselmeer op zodat ook andere variabelen gemeten worden zoals temperatuur, luchtvochtigheid, luchtdruk en straling.

Rationele: Er is dataschaarste op het IJsselmeer. Het opvangen van deze lacune is gewenst met het oog op betere diagnose van windbelasting, zicht en stabiliteit. Stabiliteit is een controlerende factor in de bepaling van windsnelheden en zicht terwijl een opwaardering van reeds bestaande meetpalen laagdrempelig is.

Aanbeveling 4 – Neem satellietdata van irradiantie en bedekkingsgraad op in de operationele keten.

Rationele: In het project 'vervolgNOS' [R17] en vervolgstudies [R13] is vastgesteld dat deze producten van voldoende kwaliteit zijn om aan de RRR te voldoen.

Aanbeveling 5 – Geef prioriteit aan het project om neerslagwaarnemingen van waterschappen te gebruiken en te integreren met neerslagwaarnemingen van de waarnemstations en het vrijwilligersnetwerk.

Rationele: Sterke vergrijzing van vrijwilligers, uitdunning vrijwilligersnetwerk. Samenwerking met waterschappen levert goedkope extra neerslagwaarnemingen op. Echter er is wel noodzaak tot kwaliteitsbewaking om er voor te zorgen dat de waarnemingen aan de RRR gaan voldoen.

Aanbeveling 6 – Evalueer in samenspraak met RWS [en eventueel de Havenbedrijven] alle windmasten en hun plaatsing. Beoordeel deze masten op hun essentie voor KNMI-dienstverlening.

Rationele: Overlap en collocatie van windpalen. Verdichting van KNMI-netwerk van windmasten in kustgebieden zijn bij strategische plaatsing zeer nuttig voor waarschuwingssystematiek.

Aanbeveling 7 – Geef prioriteit aan het operationaliseren van Belgische en Duitse waarnemingen in de waarneemketen.

Rationele: Deze aanvullende data is van grote waarde om de meteorologische gegevens aan de randen van Nederland te verbeteren.

Aanbeveling 8 – Zorg voor een communicatieplan bij elke mutatie die in het netwerk wordt uitgevoerd.

Rationele: Afbreukrisico bij onvoldoende communicatie naar [potentiele] stakeholders.

Aanbeveling 9 – Te Cabauw, voor operationeel gebruik van de wolkenradar en wind profiler stel duurzaam en structureel gelden beschikbaar voor vervanging van deze instrumenten.

Rationele: De genoemde instrumenten zijn in feite operationeel en geven als enige een nauwkeurig beeld van de verticale structuur van deze parameters. Data van deze instrumenten wordt op routinebasis gebruikt in [inter]nationaal verband om numeriek weervoorspelmodellen te voeden [ECMWF] en processtudies van de wolken – aerosolen – straling - interactie te begeleiden.

Aanbeveling 10 – Integreer de wolkenhoogtemetingen te Cabauw in het operationele klimatologie. Onderzoek verplaatsing via PVM van de wolkenmeetreeks van De Bilt naar Cabauw. Stel structureel gelden beschikbaar voor de vervanging van de UV-lidar.

Rationele: Permanente plaatsing van nieuwe ceilometer in het netwerk bestendigt de link tussen metingen van aerosolen [ceilometer] en metingen van aerosolsamenstelling [UV-lidar], een belangrijke schakel in de waarschuwingssystematiek; Initiatie van operationele klimatologie van wolken te Cabauw opent de mogelijkheid om de wolkenwaarneemreeks te De Bilt permanent naar Cabauw te verplaatsen [met in achtneming van de juiste protocollen]. Dit kan op termijn een besparing op leveren in het ceilometernetwerk.

Appendix 1. Het waarneemnetwerk van Nederland

Tabel 1a: Overzicht waarneemlocaties in de sensorpool van het KNMI welke essentieel zijn voor de meteorologische dienstverlening. Deze tabel bevat tevens inventaris van inwinning, eigendom en onderhoud en klanten van de waarnemingen.

ID	Name	Type	Eigendom meeting	Beheer ijktermijnen	Data inwinning door	Onderhoud van sensoren	Eigendom locatie	Onderhoud en beheer locatie	Klant
06391	ARCEN AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06249	BERKHOUT AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06348	CABAUW TOWER AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI
06260	DE BILT AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI
06377	ELL AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06278	HEINO AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06356	HERWIJNEN AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06330	HOEK VAN HOLLAND AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06279	HOOGVEEN AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06283	HUPSEL AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06277	LAUWERSOOG AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06273	MARKNESSE AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06286	NIEUW BEERTA AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06267	STAVOREN AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06251	TERSCHELLING HOORN AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06290	TWENTE AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06310	VLISSINGEN AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06215	VOORSCHOTEN AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI

06319	WESTDORPE AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06257	WIJK AAN ZEE AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06323	WILHELMINADORP AWS	AWS	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	derden	KNMI	KNMI
06330B	HOEK VAN HOLLAND Lage Licht	Wind mast KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	RWS	RWS	KNMI
06258	HOUTRIBDIJK WP	Wind mast KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI
06225	IJMUIDEN WP	Wind mast KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	RWS	RWS	KNMI
06229	Texelhorst	Wind mast KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI
06248	WIJDENES WP	Wind mast KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI
06240	AMSTERDAM/SCHIPHOL AP	AWS/ Aerodrome	KNMI/ICAO	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	KNMI / Luchtvaart
06235	DE KOOIJ VK	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	RWS	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06275	DEELEN	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	KNMI	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06370	EINDHOVEN AP	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	KNMI	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06350	GILZE RIJEN	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	KNMI	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06280	GRONINGEN AP EELDE	AWS/ Aerodrome	Luchtvaart	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	KNMI / Luchtvaart
06270	LEEWARDEN	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	KNMI	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06269	LELYSTAD AP	AWS/ Aerodrome	Luchtvaart	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	KNMI / Luchtvaart
06380	MAASTRICHT AACHEN AP	AWS/ Aerodrome	Luchtvaart	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	KNMI / Luchtvaart



06344	ROTTERDAM THE HAGUE AP	AWS/ Aerodrome	Luchtvaart	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	KNMI / Luchtvaart
06242	VLIELAND	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	KNMI	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06375	VOLKEL	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	KNMI	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06340	WOENSDRECHT	AWS/ Aerodrome	Defensie	KNMI	KNMI	KNMI	Defensie	Defensie	KNMI / Luchtvaart / Defensie
06205	A12-CPP	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI/ Luchtvaart
06208	AWG-1	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06201	D15-FA-1	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06321	EURO PLATFORM	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	RWS	RWS	Platform	KNMI / Luchtvaart / Havenbedrijf Rotterdam
06206	F16-A	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06239	F3-FB-1	Platform/ AWS	Platform	Platform	RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06212	HOORN-A	Platform/ AWS	Platform	Platform	KNMI	RWS	RWS	Platform	KNMI / Luchtvaart
06211	J6-A	Platform/ AWS	Platform	Platform	KNMI	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06252	K13-A	Platform/ AWS	Platform	Platform	RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06204	K14-FA-1C	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06207	L9-FF-1	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06203	P11-B	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart
06214	Gemini Buitengaats/BG-OHVS2	Platform/ AWS	Platform	Platform	Platform /RWS	Platform	Platform	Platform	KNMI / Luchtvaart



78990	BONAIRE, FLAMINGO AIRPORT	BES eilanden	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	Luchtvaart
78873	ST. EUSTATIUS, F.D. ROOSEVELT AIRPORT	BES eilanden	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	Luchtvaart
78871	SABA, JUANCHO E. YRAUSQUIN AIRPORT	BES eilanden	KNMI	KNMI	KNMI	KNMI	Luchtvaart	Luchtvaart	Luchtvaart

Tabel 1b: Overzicht essentiële waarneemlocaties in de sensorpool van het KNMI.
 Waarneemgrootheden per locatie. Cabauw is tevens meetonderzoeksterrein. Het overzicht van metingen
 aldaar is onvolledig. De hier geïnventariseerde grootheden betreffen uitsluitend metingen die in de
 sensorpool van het KNMI zijn opgenomen.

ID	Name	Type	Pressure	Wind	Temperature	Humidity	Precipitation	Radiation	Radiation (ventilated)	Visibility	Clouds	PresentWeather	Snowdepth	Soiltemp	Y	X
06391	ARCEN AWS	AWS		W	T	U	R	Q							51,49730626	6,19610678
06249	BERKHOUT AWS	AWS		W	T	U	R	Q		Z		X			52,64269690	4,97875724
06348	CABAUW TOWER AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q	Q*	Z	C	X	H		51,96903112	4,92592170
06260	DE BILT AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X		S	52,09882180	5,17970586
06377	ELL AWS	AWS		W	T	U	R	Q		Z	C	X	H		51,19669990	5,76254472
06278	HEINO AWS	AWS		W	T	U	R	Q							52,43456176	6,25897703
06356	HERWIJNEN AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z		X	H		51,85759384	5,14539892
06330	HOEK VAN HOLLAND AWS	AWS	P		T	U	R	Q							51,99094192	4,12184977
06279	HOOGVEEN AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H		52,74905640	6,57297011
06283	HUPSEL AWS	AWS		W	T	U	R	Q							52,06753427	6,65672536
06277	LAUWERSOOG AWS	AWS		W	T	U	R	Q							53,41158110	6,19909945
06273	MARKNESSE AWS	AWS		W	T	U	R	Q		Z		X		S	52,70190239	5,88744617
06286	NIEUW BEERTA AWS	AWS		W	T	U	R	Q						S	53,19440957	7,14932206
06267	STAVOREN AWS	AWS		W	T	U	R	Q		Z	C	X	H		52,89664391	5,38347890
06251	TERSCHELLING HOORN AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z		X	H		53,39126595	5,34580109
06290	TWENTE AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H		52,27314817	6,89087451
06310	VLISSINGEN AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X			51,44133406	3,59582416



06215	VOORSCHOTEN AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X		52,13972222	4,43638889	
06319	WESTDORPE AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z		X	H	51,22475751	3,86096572	
06257	WIJK AAN ZEE AWS	AWS			T	U	R	Q						52,50533389	4,60293006	
06323	WILHELMINADORP AWS	AWS	P	W	T	U	R	Q		Z		X	H	S	51,52583000	3,88361000
06330B	HOEK VAN HOLLAND Lage Licht	Wind mast KNMI		W										51,98111000	4,08139000	
06258	HOUTRIBDIJK WP	Wind mast KNMI		W										52,64818731	5,40038813	
06225	IJMUIDEN WP	Wind mast KNMI		W										52,46224287	4,55490068	
06229	Texelhorst	Wind mast KNMI		W										52,99389000	4,77194000	
06248	WIJDENES WP	Wind mast KNMI		W										52,63243067	5,17347397	
06240	AMSTERDAM/SCHIPHOL AP	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	52,31540845	4,79022285	
06235	DE KOOIJ VK	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	52,92686501	4,78114532	
06275	DEELEN	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	52,05486178	5,87232255	
06370	EINDHOVEN AP	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X		51,44977246	5,37700393	
06350	GILZE RIJEN	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	51,56488902	4,93523863	
06280	GRONINGEN AP EELDE	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	53,12367621	6,58484700	
06270	LEEWARDEN	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	53,22300049	5,75157389	
06269	LELYSTAD AP	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	52,45727049	5,51963240	
06380	MAASTRICHT AACHEN AP	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	50,90525626	5,76178349	
06344	ROTTERDAM THE HAGUE AP	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H	51,96066736	4,44690051	
06242	VLIELAND	AWS/Aerodrome	P	W	T	U				Z	C	X		53,24002666	4,92079071	



06375	VOLKEL	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X	H		51,65852838	5,70659467
06340	WOENSRECHT	AWS/Aerodrome	P	W	T	U	R			Z	C	X			51,44774449	4,34201400
06205	A12-CPP	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			55,39916667	3,81027778
06208	AWG-1	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			53,49166667	5,94166667
06201	D15-FA-1	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			54,32566667	2,93575000
06321	EURO PLATFORM	Platform/AWS	P	W	T	U				Z		X			51,99795129	3,27493844
06206	F16-A	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			54,11666667	4,01222222
06239	F3-FB-1	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			54,85388889	4,69611111
06212	HOORN-A	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			52,91805556	4,15027778
06211	J6-A	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			53,82413056	2,94527778
06252	K13-A	Platform/AWS	P	W	T	U				Z					53,21750382	3,21851972
06204	K14-FA-1C	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			53,26944444	3,62777778
06207	L9-FF-1	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			53,61444444	4,96027778
06203	P11-B	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			52,36000000	3,34166667
06214	Gemini Buitengaats/BG-OHVS2	Platform/AWS	P	W	T	U				Z	C	X			54,03694000	6,04167000
78990	BONAIRE, FLAMINGO AIRPORT	BES eilanden	P	W	T	U	R	Q		Z	C	X			12,13000000	68,27583000
78873	ST. EUSTATIUS, F.D. ROOSEVELT AIRPORT	BES eilanden	P	W	T	U	R	Q							17,49556000	62,98278000
78871	SABA, JUANCHO E. YRAUSQUIN AIRPORT	BES eilanden	P	W	T	U	R	Q							17,64611000	63,22083000



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Appendix 2. De klantenvragenlijst

Vragen:

- 1) Binnen jullie aandachtsveld: wie zijn de specifieke klanten die jullie bedienen met waarnemingen van het KNMI of van producten die direct van deze waarnemingen zijn afgeleid?
- 2) Wat zijn de typische waarneemvragen van die klanten? Waar zitten ze mee?
- 3) Welke waarneming-gebonden producten nemen zij af, en met welke regelmaat?
- 4) Zijn die klanten tevreden met de waarnemingen? Moet het meer? Moet het minder? En in beide gevallen: met wat moet het meer, en / of minder?
- 5) Zijn er specifieke waarneming-gebonden producten waar veel vraag naar is, maar waar het KNMI [nog] niet in kan voorzien?
- 6) Zijn er volgens de klanten specifiek plekken i.e. NL regio's waar waarneembehoeften zijn, maar waar geen waarnemingen zijn? En welke zijn dat?
- 7) De verwachte kwaliteit van de waarnemingen (incl. performance en beschikbaarheid) lijkt een triviale zaak. Hoe groot is het vertrouwen daarin bij de klant?
- 8) Is er naast een referentienetwerk ook behoefte aan specifieke locatie gebonden waarnemingen (bijv. bij een haven), dan wel extra waarnemingen representatief voor specifieke gebieden / regio's (bijv. kust, duinen, steden, Gelderse rivieren)?
- 9) Is er interesse geconstateerd bij derden om zelf weerstations in te richten voor lokale toepassingen met advies van KNMI?
- 10) Een aantal variabelen wordt niet direct gemeten maar herleid uit andere gemeten variabelen, zoals zonneshijnduur, wolkendek en verdamping); reden: financiering. Verdient het aanmaken van dit soort producten meer aandacht en voldoen bestaande producten?
- 11) Is het nuttig om meer focus te richten op specifieke variabelen (ivm dichtheid meetnet), zoals wind en neerslag?
- 12) Hoe zien jullie de rol van waarnemingen m.b.t. "Geofysische veiligheid in het belang voor de nieuwe waarschuwingssystematiek en de focus op regionalisatie hierin?"

Appendix 3. Samenvatting klantenwensenbijeekomst

Over klanten:

- **De klant als geïnteresseerde in waarnemingen:** Hierbij is de interesse toegespitst op extreem weer, weeralarmen, de evaluatie van weeralarmen, aan juridische en klimatologische adviezen, en ten slotte als input of referentie van eigen diensten of modellen [bijvoorbeeld het Havenbedrijf Rotterdam].
- **De klant als geïnteresseerde in producten:** Klanten zijn soms niet geïnteresseerd in de waarneming per se, maar in de producten, i.e. de informatiecontent van een waarneming.
- **De onzichtbare klant:** Klanten worden soms pas bekend op het moment wanneer er iets ingrijpends gebeurt met stations, zoals bijvoorbeeld sluiting van een station. Dan blijkt dat lokale instanties een lokaal station gebruiken zonder dat het KNMI daar vanaf weet.
- **De klant achter de klant:** Voorbeeld is de luchtvaartsector. Achter die 'klant' schuilen stakeholders zoals afhandelmaatschappijen, vliegtuigmaatschappijen, search and rescue organisaties, piloten, Inspectie Leefomgeving en Transport en het internationale ICAO/WMO netwerk.

Over klantenwensen:

- **Luchtvaart:** Wensen zijn gearticuleerd op het gebied van verbeteringen in zicht, wind en bewolkingsinformatie. Bij het tweede [wind] wordt door de luchtvaart bekeken of deze lacune met een wind lidar kan worden gevuld. Bij dit laatste [bewolking] kan een oplossing zijn om satelliet data van bewolking te integreren met de grondwaarnemingen; hiervoor is overigens al een actie gedefinieerd in de waarnemingenstrategie.
- **IJsselmeer:** Er is significante dataschaarste op het IJsselmeer. Een of meer vaste meetpalen op het IJsselmeer worden als waardevol gezien, waarbij de mogelijkheid om [een van] deze in te richten als AWS moet worden onderzocht.
- **2^{de} Maasvlakte:** Er is dataschaarste op dat gebied. Een heliplat is gebouwd en lokale meteo - informatie daar wordt op prijs gesteld. Dit kan bereikt worden door een samenwerkingsverband met Havenbedrijf Rotterdam.
- **De kuststreek:** Er is vraag naar windinformatie precies op de kust, niet alleen voor klimaat maar ook voor HR-NWP, bijvoorbeeld op het gebied van drempelwaardes voor wind snelheid [Havengebied]. Verbeteringen kunnen niet alleen bereikt worden door verbeterde modellen waarbij de meetstations als validatiemateriaal gebruikt worden maar ook door extra metingen zelf omdat juist op de kust interpolatie uit ander stations relatief slecht is.
- **Urbane meteorologie:** Er zijn twee manieren om stedelijk informatie over 'weer' te verkrijgen: a) 'expert opinion' om aan te geven in hoeverre de meteorologie in de stadskern veranderd is ten aanzien van de omgeving, b) Extra metingen in de stad, bijvoorbeeld de intensivering op dit gebied via het Dragon's Den project wat probeert het urbanisatie effect middels mobiele T-sensoren in kaart te brengen.
- **Hoek van Holland:** Windmetingen op Noorderpier zijn verplaatst naar het Lage licht; echter de wind informatie op het Lage licht is van onbepaalde kwaliteit, en de vraag is of het niet beter is om deze laatste locatie weer in gebruik te nemen [met in acht neming van de beschikbaarheidseisen ten behoeve van RWS en de Maeslandkering].
- **Neerslagwaarnemingen op zeer hoge resolutie:** Het belang van zeer hoge-resolutie neerslagmetingen wordt maar ten dele opgevangen door de nieuwe radar. Deze kan op termijn neerslagsoorten [op verschillende hoogtes] onderscheiden. Radar data is echter zeer afhankelijk van

goed ijkmateriaal aan de grond. Deze lokale behoefte kan ten dele opgevangen worden door intensivering van samenwerkingsverbanden met waterschappen waarvoor in een eerder stadium een project is gedefinieerd maar onvoldoende uitvoer heeft. Het Waterschap Scheldestroom heeft aangegeven dat zij misschien bereid zijn om financiële of personele bijdrages te leveren om een AWS te [her]openen. Verder moet samenwerking met België gestimuleerd worden.

- **Sensorpool:** De sensorpool moet beter gemanaged worden met meer zicht op de lange-termijn. Als materieel uitvalt moet daar direct een oplossing voor zijn.

Over de reputatie van het KNMI als kwaliteitsinstituut:

- **KNMI als doorgeefluik:** Op moment dat de Weerkamer ontevreden is over producten, gaan zij zelf op zoek naar producten. Voorbeeld is het bliksemproduct. Gevaar is dat het KNMI niet meer in staat is om de kwaliteit hiervan te waarborgen. Hiermee staat indirect de reputatie van het KNMI als kwaliteitsleverancier en waarborg daarvan op het spel.
- **Geen weerinformatie op de BES eilanden:** Hier speelt dat op dit moment weer [verwachting] informatie door derden wordt geleverd.

Overige:

- **Vertrouwen:** In het algemeen is er vertrouwen in het KNMI als a) leverancier van data, b) als behoeder van de kwaliteit ervan en c) medium voor inhoudelijke kennis op het gebied van waarnemingen. Dit moeten we koesteren in de uitvoer van de waarnemingenstrategie.
- **Waarde voor klimaat:** Verder wordt verwezen naar de waarde van de meetstations voor de klimaatdiensten. De klimaatdiensten zijn daar vaak de belangrijkste afnemer van stations informatie, met het oog op algemene klimatologie, en op onderzoek.
- **TOW voor projecten:** Mensen waren nog niet allen op de hoogte van de instelling van de opvolger van het TOW. Belangrijk om dat wat meer naar buiten te communiceren.
- **Discussieplatform meetnet:** De optie om zo'n platform in te stellen werd geopperd om communicatie op dit terrein te verbeteren.

Appendix 4. De Rolling Review of Requirements

Introductie

De Rolling Review of Requirements [<http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/GOS-RRR.html>, hier afgekort tot RRR] is een permanent proces om aanwezige waarneemcapaciteit te vergelijken met gebruikerseisen om zodoende gaten in de bestaande infrastructuur vast te stellen, de zogenaamde 'Gap Analysis'. Dit proces is ingesteld door de World Meteorological Organization [WMO] met als doel om de lidstaten een gids te geven om op een zodanige manier hun waarnemingen uit te voeren ten behoeve van weer en klimaat dat ze ook bruikbaar zijn. De waarnemingen betreffen een groot aantal geofysische parameters, zoals luchtdruk, temperatuur, vocht [en vele andere] in verschillende toepassingsgebieden. Hiervan zijn er 12 gedefinieerd [zoals Klimaat, Numerieke Weersverwachting, Oceaan, Landbouw, etc.]. Voor elk van de parameters, in elk toepassingsgebied, zijn onzekerheidsmarges en ruimtelijke resoluties vastgesteld waaraan de waarneeminfrastructuur moet voldoen om de waarnemingen van voldoende kwaliteit uit te voeren. Hiervoor wordt de zogenaamde Observations Systems Capabilities And Requirements tool [OSCAR, <http://www.wmo-sat.info/oscar/>] gebruikt, welke door internationale teams van experts met leden uit onder andere de WMO Technische Commissies is vastgesteld. Deze tool bevat een gedifferentieerde tabel met lijsten van waarnemingen, aandachtsgebieden en onzekerheids- en ruimtelijke eisen waaraan de waarnemingen dienen te voldoen. De RRR eisen zijn per definitie 'technology free'. Dat betekent dat het niet uitmaakt dat waarneemdata zijn verkregen via in situ waarnemingen om met remote sensing. Het laat zich dus niet uit over meetmethodes of instrumenten. Echter, essentieel voor de gestelde RRR eisen is de optimalisatie van de prijs-prestatie verhouding. Voor nauwkeurigheid en ruimtelijke resoluties zijn drie verschillende soorten eisen gedefinieerd namelijk de 'threshold' [minimum], 'goal' [het ideaal, waarna geen verdere ontwikkeling nodig is], en 'breakthrough' [een optimum vanuit een cost-benefit analyse]. Ten slotte is per aandachtsgebied een 'Statement of Guidance, SoG' geschreven waarin de gebruiker de achtergrond kan vinden van de eisen zoals die per aandachtsgebied zijn geformuleerd. Verder wordt hier de stand-van-zaken, lacunes en de eventuele wenselijke uitbreidingen van het huidige waarneemsysteem weergegeven.

De RRR is 'rolling', wat wil zeggen dat dit proces permanente verfijning en review ondergaat.

Uitgangspunten

Aangezien het niet realistisch en nodig is om voor alle aandachtsgebieden, voor elke geofysische parameter en voor elke nauwkeurigheid de RRR uit te voeren zijn van te voren door de projectgroep een aantal uitgangspunten vastgesteld:

- a) De RRR wordt uitgevoerd voor drie aandachtsgebieden, namelijk Climate [Atmospheric Observation Panel for Climate, AOPC], High Resolution Numerical Weather Prediction [HR-NWP] en Nowcasting / Very Short Range Forecasting [Nowcasting / VSRF]. De reden is dat het Nederlandse waarneemsysteem zowel voor weer- als voor klimaattoepassingen gebruikt wordt en dus ook voor deze toepassingen moet worden geëvalueerd.
- b) De RRR is beperkt tot die geofysische parameters welke normaliter op een Automatic Weather Station [AWS] gemeten worden. De redenen zijn dat a) deze parameters officieel zijn vastgesteld door de WMO [R18], en b) is dat het onrealistisch is om te veronderstellen dat alle door OSCAR gedefinieerde parameters ooit op dergelijke stations gemeten zullen worden; deze omvatten namelijk veel meer dan de traditionele 'state' parameters bijvoorbeeld optische diepte, aerosol concentraties en samenstelling, en vele aspecten van de atmosferische chemische samenstelling.

- c) De gebruikte nauwkeurigheid is die van 'breakthrough'. De reden is praktisch van aard: Een kosten-batenanalyse is een effectieve manier om de functionaliteit van een waarnemennetwerk vast te stellen.

Met deze uitgangspunten kan de integrale OSCAR-tool gefilterd worden tot een beperkte set. Deze beperkte set is weergegeven in tabel 1.

Uitwerking van de RRR voor Nederland

Voor een beperkt aantal variabelen in tabel 1 is gekeken naar de vereiste versus de gemeten nauwkeurigheid, namelijk temperatuur [T surf], luchtdruk [p surf], specifieke vochtigheid [spec hum surf], neerwaarts gerichte kortgolvlige irradiantie [SW down surf], en wind snelheid [w surf horizontaal]. Het is niet nodig de analyse voor alle parameters uit te voeren zoals later in deze sectie duidelijk wordt.

Tijdens de RRR evaluatie werden de volgende punten geconstateerd:

- a) De Statements of Guidance [SoG] voor de aandachtsgebieden HR-NWP en Nowcasting/VSRF zijn uiterst summier opgeschreven zonder referenties waaruit een gebruiker kan afleiden hoe de desbetreffende expert aan zijn nauwkeurigheidseisen is gekomen. Verder is er geen SoG voor Climate – AOPC; hier wordt verwezen naar een aantal GCOS-documenten zonder verder specifieke referentie. Niettemin zijn de eisen alleszins realistisch van aard.
- b) Het is niet a priori duidelijk wat bedoeld wordt met de 'variabele'. OSCAR geeft aan dat dit een zogenaamde 'Class 2' variabele betreft. Dit houdt in dat de variabele in kwestie na detectie door de waarneminfrastructuur is bewerkt of herleid tot een grootte welke normaliter in het aandachtsgebied gemeten wordt. Dus luchtdruk wordt herleid tot zeeniveau, temperatuur wordt gemeten op 1.5 m hoogte, wind op 10 m hoogte etc. En eventueel worden korte middelingstijden gebruikt. Echter, deze beperkte aanwijzing laat ruimte voor interpretatie door de gebruiker, welke in principe door de WMO wordt geaccepteerd, als maar wel duidelijk is welke definitie door de gebruiker wordt gehanteerd. Voor HR-NWP en Nowcasting VSRF gebruikt de projectgroep 1-minuut gemiddelde temperatuur, en voor Climate AOPC de jaarlijkse gemiddelde temperatuur.
- c) De vereiste nauwkeurigheid moet vergeleken worden met de meetnauwkeurigheid van de metingen op de KNMI stations. Deze nauwkeurigheid is per parameter op het KNMI via kalibratieprocedures vastgesteld. Elke parameter wordt iedere 12 seconde geregistreerd. Bij tijdmiddeling over n waarnemingen wordt de nauwkeurigheid / onzekerheid dus met een factor $1 / \sqrt{n}$ verbeterd / teruggebracht. Tabel 2 geeft de meetonzekerheid per parameter weer [uit handboek Waarnemingen]. Echter, deze onzekerheden zijn in sommige gevallen 'onzeker' omdat het niet altijd duidelijk is in hoeverre deze onzekerheden ook in de praktijk gewaarborgd zijn. Verder wordt wat betreft straling een onderscheid gemaakt tussen zogenaamde 'A' en 'B' locaties met enigszins verschillende kwaliteitseisen.
- d) Aangezien voor elk aandachtsgebied de gebruikte parameter iets anders voorstelt, is het niet mogelijk om de globale gebruikerseisen te formuleren als een combinatie van opgegeven waarden uit verschillende aandachtsgebieden. Bijvoorbeeld: voor T surf zijn de te gebruiken eisen niet 0.15 K (afgeleid van Climate AOPC) en 5 km [afgeleid van HR-NWP]; ze moeten voor elk aandachtsgebied apart worden bekeken.
- e) Ofschoon per parameter er kleine verschillen zijn [omdat niet op alle stations alle parameters gemeten worden] geldt in het algemeen dat de gemiddelde minimale stationsafstand rond de 30 km ligt. Deze afstand heeft de projectgroep aangehouden bij de evaluatie van spatiale gebruikerseisen.

Tabel 1: De OSCAR tabel zoals gebruikt in de Nederlandse RRR analyse.

ID	Variable	Application Area	Layer(s)	Uncertainty Breakthrough		Hor.Res. Breakthrough	Coverage	Conf Lev
54	Acc. Prec. (over 24 h)	Clim-AOPC	Near Surf	1,3	mm	200 km	Glob	firm
334	Acc. Prec. (over 24 h)	HR NWP	Near Surf	2	mm	2 km	Glob	firm
67	P surf	Clim-AOPC	Near Surf	0,65	hPa	300 km	Glob land	reasonable
68	P surf	Clim-AOPC	Near Surf	0,65	hPa	300 km	Glob ocean	reasonable
335	P surf	HR NWP	Near Surf	0,6	hPa	5 km	Glob	firm
69	Spec hum surf	Clim-AOPC	Near Surf	1,3	%	50 km	Glob	speculative
337	Spec hum surf	HRes NWP	Near Surf	5	%	5 km	Glob	reasonable
70	T surf	Clim-AOPC	Near Surf	0,15	K	50 km	Glob	firm
338	T surf	HR NWP	Near Surf	0,8	K	5 km	Glob	firm
426	T surf	Nowc / VSRF	Near Surf	0,7	K	5 km	Glob	reasonable
81	Cloud Coverage (Cc)	Clim-AOPC	Total Col	15	%	100 km	Glob	firm
343	Cc	HR NWP	Trop Col	8	%	2 km	Glob	tentative
430	Cc	Nowc / VSRF	Low Trop	10	%	5 km	Glob	firm
703	Cc	Nowc / VSRF	Trop Col	10	%	5 km	Glob	reasonable
93	SW down surf	Clim-AOPC	Near Surf	6,5	W.m ⁻²	50 km	Glob	firm
701	SW down surf	Nowc / VSRF	Near Surf	10	W.m ⁻²	15 km	Glob	reasonable
104	Prec. Int. surf liq/sol	Clim-AOPC	Near Surf	0,3	mm/h	200 km	Glob	firm
368	Prec. Int. surf liq/sol	HR NWP	Near Surf	0,2	mm/h	2 km	Glob	reasonable
442	Prec. Int. surf liq/sol	Nowc / VSRF	Near Surf	0,3	mm/h	5 km	Glob	reasonable
105	Prec. Int. surf sol	Clim-AOPC	Near Surf	0,3	mm/h	200 km	Glob	firm
369	Prec. Int. surf sol	HR NWP	Near Surf	0,2	mm/h	2 km	Glob	tentative
443	Prec. Int. surf sol	Nowc / VSRF	Near Surf	0,3	mm/h	10 km	Glob	reasonable
683	Prec. Type surf	HR NWP	Near Surf	0		1.5 km	Glob	tentative
108	Snow cover	Clim-AOPC	Land surf	13	%	200 km	Glob land	firm
375	Snow cover	HR NWP	Land Surf	15	%	5 km	Glob land	reasonable
446	Snow cover	Nowc / VSRF	Land Surf	13	%	10 km	Glob land	reasonable
699	Snow depth	Nowc / VSRF	Land Surf	0,5	cm	10 km	Glob land	reasonable
698	Wind gust	Nowc / VSRF	Near Surf	1,7	m.s ⁻¹	5 km	Glob land	reasonable
389	W surface (hor)	HR NWP	Near Surf	1	m/s	5 km	Glob land	firm
390	W surface (hor)	HR NWP	Near Surf	1	m/s	5 km	Glob ocean	firm
455	W surface (hor)	Nowc / VSRF	Near Surf	1,4	m/s	5 km	Glob land	reasonable
456	W surface (hor)	Nowc / VSRF	Near Surf	1,4	m/s	10 km	Glob ocean	firm
123	W vector surf hor	Clim-AOPC	Near Surf	1	m/s	50 km	Glob ocean	firm
391	W vector surf hor	HR NWP	Near Surf	1,1	m/s	10 km	Glob land	firm
392	W vector surf hor	HR NWP	Near Surf	1,1	m/s	10 km	Glob ocean	firm
457	W vector surf hor	Nowc / VSRF	Near Surf	2	m/s	10 km	Glob land	firm
458	W vector surf hor	Nowc / VSRF	Near Surf	2	m/s	10 km	Glob ocean	firm

Tabel 2: De gespecificeerde meetonzekerheid per parameter op de NL – waarnemstations.

De eisen, die worden gesteld aan de te meten variabelen worden uitgedrukt in meetonzekerheid (zoals gedefinieerd door de internationale wetenschappelijke gemeenschap, met $k=2$, d.w.z. op basis van een 95% betrouwbaarheidsinterval). Ze liggen vast in het KNMI Handboek Waarnemingen (<http://projects.knmi.nl/hawa/>). De waarden in dit handboek komen overeen met de waarden, zoals die momenteel worden gehanteerd door de WMO, vastgelegd in WMO-No. 8 (CIMO Guide; WMO, 2014). Overigens hanteert de WMO (CIMO) ook waarden, die aangeven wat thans, gelet op de stand van de techniek haalbaar wordt geacht voor het meten in het veld (Achievable measurement uncertainty); deze waarden worden veelal gehanteerd bij het verdere gebruik van data.

Atmospheric pressure	0.1 hPa
Air temperature (at surface level)	0.1 °C (voor $-40^{\circ}\text{C} < t < +40^{\circ}\text{C}$), daarbuiten 0.3 °C
Humidity (dewpoint)	0.1 °C (of 1%RH)
Wind speed (at surface level)	0.5 m/s (FF < 5 m/s), 10% (FF > 5 m/s)
Wind direction (at surface level)	5°
Meteorological Optical Range (Visibility)	50 m (MOR < 600 m) 10% (600 m < MOR < 1500 m) 20% (MOR > 1500 m)
Amount of Precipitation (daily)	0.1 mm (P < 5 mm) 2 % (P > 5 mm)
Soil temperature	0.1 K
Cloud amount	1/8
Height of cloud base	10 m (CB < 100 m) 10% (CB > 100 m)
Evaporation	0.1 mm (EVAP < 5 mm) 2% (EVAP > 5 mm)
Globalestraling	2% achievable, 5% daily, 8% hourly
Zonneschijnduur (daily)	0.1 h
Depth of snow	1 cm (SD < 20 cm) 5% (SD > 20 cm)

Appendix 5. Siting classificatie

Classificatie is uitgevoerd voor de parameters luchttemperatuur en luchtvochtigheid, neerslagklasse, wind omgeving, en globale en diffuse straling. Voor een totaal van 35 stations kon op basis van classificatie een score worden opgesteld. De WMO beveelt aan om de classificatie alleen per parameter te doen, en deze niet te middelen over alle parameters. En mocht toch gekozen worden voor een algemene classificatie dan is de aanbeveling om de hoogste score van alle parameters aan te houden. Niettemin is het zinvol om ook de gemiddelde score te berekenen omdat dit een maat geeft voor de globale siting van het station. In de tabel hieronder is er daarom voor gekozen om beide scores te tabuleren.

WMO SITING CLASSIFICATION FOR SURFACE OBSERVING STATIONS ON LAND

COUNTRY: THE NETHERLANDS

VERSION: 2015_0325_BGG

WMO-ID	Name station	Air Temperature and Humidity Class	Precipitation Class	Surface wind Environment	Global and Diffuse Radiation	max	average
						score	score
06210	VALKENBURG AWS	1	1	2	1	2	1.25
06215	VOORSCHOTEN AWS	1	1	2	1	2	1.25
06235	DE KOOIJ VK *	1	1	2	4?	4	2
06240	AMSTERDAM/SCHIPHOL AP	1	1	2	1	2	1.25
06242	VLIELAND	4	1	1	n.a.	4	2
06249	BERKHOUT AWS	2	1	1-2	1	2	1.38
06251	TERSCHELLING HOORN AWS	1	1	1	1	1	1
06257	WIJK AAN ZEE AWS	4-5	1	n.a.	1	4-5	2.17
06260	DE BILT AWS	3-4	1	2-3	1	3.5	2
06267	STAVOREN AWS	2	1	2	1	2	1.5
06269	LELYSTAD AP	1	1	2	2	2	1.5
06270	LEEWARDEN *	1-2	1	3	1	3	1.63
06273	MARKNESSE AWS	3-4	1	2	2-3	3.5	2.25
06275	DEELEN *	3-4	2-3	4	4	4	3.5
06277	LAUWERSOOG AWS	3-4	1-2	2	4	3.5	2.75
06278	HEINO AWS	1	1	3	3	3	2
06279	HOOGVEEN AWS	4-5	1	4	1	4.5	2.63
06280	GRONINGEN AP EELDE	4	1	2	1	4	2
06283	HUPSEL AWS	3	1	3	4	4	2.75
06286	NIEUW BEERTA AWS	3-4	2	1	1	3.5	1.88
06290	TWENTE AWS	3-4	1	2	4	4	2.63
06310	VLISSINGEN AWS	3-4	2	5	4	5	3.63
06319	WESTDORPE AWS	3-4	1	2	3-4	3.5	2.5
06323	WILHELMINADORP AWS**	3-4	1	2	1	3.5	1.88
06330	HOEK VAN HOLLAND AWS	4-5	2	2?	3-4	4.5	3
06340	WOENSDBRECHT*	2	n.a.	2-3	n.a.	2.5	2.25
06344	ROTTERDAM THE HAGUE AP	2	1	2	2	2	1.75
06348	CABAUW TOWER AWS	2	1	4-5	1	4.5	2.13
06350	GILZE RIJEN *	1	1	2	1	2	1.25
06356	HERWIJNEN AWS	1	1	2	1	2	1.25



06370	EINDHOVEN AP *	3-4	1	2	2	3.5	2.13
06375	VOLKEL *	1	1	2-3	1	2.5	1.38
06377	ELL AWS	3-4	1	2	1	2.5	1.88
06380	MAASTRICHT AACHEN AP	2-3	1	2	1	2.5	1.63
06391	ARCEN AWS	4	3	2-3	1	4	2.63

* = Defensie

**= Buiten gebruik gesteld

TOR Actie 1 Waarnemingenstrategie

Actie 1: The current network configuration shall be evaluated using the formal procedures of RRR, PVM, communication protocols and consideration of impacts.

Doel: Vastleggen van de stations in Nederland welke ‘voor de komende tijd’ als behorende tot het referentie waarneemnetwerk van Nederland kunnen worden beschouwd.

Omschrijving: Voor meteorologische waarneemtaken welke door het KNMI uitgevoerd dienen te worden is een referentiemeetnet beschikbaar welke onder iedere omstandigheid gehandhaafd dient te worden. Het vaststellen van dit netwerk moet gekoppeld zijn aan een coherente visie op de toekomst van de nationale meetbehoeftes. Deze visie is nu ontwikkeld en vastgelegd in de ‘Observations Strategy 2015 – 2024’ welke in mei dit jaar is opgeleverd. De grondgedachte is dat het KNMI meetnet zich toespitst op een referentie netwerk van waarnemingen met een hoge kwaliteit. Deze waarnemingen dienen te worden aangevuld met metingen van derden of uit alternatieve bronnen. De referentiewaarnemingen en alternatieve waarnemingen vormen een optimale mix welke de Nederlandse samenleving de komende jaren van voldoende meteorologische informatie zal voorzien. Bij de evaluatie van het netwerk worden de volgende punten in acht genomen:

- a) Alle stations zoals gefinancierd door KNMI, luchtvaart en defensie kunnen tot het referentiewaarneemnetwerk behoren;
- b) Stations, welke gesloten zijn op 4 januari 2014, maar waarvan de voorgenomen ontmanteling in de zomer van 2014 on-hold is gezet, worden meegenomen in de beschouwing. Eventuele argumenten voor heropening / permanente sluiting / verplaatsing dienen gebaseerd te zijn op de principes zoals gearticuleerd in de ‘Observations Strategy’ . Hieronder vallen de WIGOS – RRR, regionale behoeftes aan observaties, communicatie-overwegingen en gesignaleerde trends in meetbehoeftes;
- c) Aanvullende meetbehoeftes in regio’s waar op dit moment weinig tot geen metingen beschikbaar zijn zoals bijvoorbeeld langs de kust en op / langs het IJsselmeer;
- d) Eventuele optimalisatie van meetlocaties van bestaande stations;
- e) Procedures voor transitie naar nieuwe netwerkconfiguraties daar waar noodzakelijk. Hierbij valt te denken aan kruiskalibraties tussen oude en nieuwe stations, overlap-periodes en transitiefases. Deze dienen beschreven te worden in het einddocument.
- f) De financiële middelen welke noodzakelijk zijn voor de uitvoer van mutaties, en voor handhaving van het netwerk.
- g) Tijdsplan noodzakelijk om eventuele mutaties uit te voeren.

Randvoorwaarde: De principes zoals verwoord in de Observations Strategy vereisen dat er een strikte uitvoer plaatsvindt van alle RRR procedures. Deze gaat geruime tijd kosten, minimaal 1.5 jaar. Deze eis is in conflict met de noodzaak om op korte termijn tot vaststelling van het referentiemeetnet te komen ten einde de klant zekerheid te geven over de continuïteit van de KNMI-dienstverlening. Het is daarom de bedoeling dat er eerst een netwerk wordt vastgesteld, gebaseerd op een versnelde RRR procedure gecombineerd met ‘expert judgment’. Later dit jaar volgt een aanvullende RRR – procedure welke maximaal 1.5 jaar in beslag zal nemen, en welke eventuele verdere wijzigingen zal onderbouwen. De nadere specificatie van ‘voor de komende tijd’, zoals in Doel genoemd is dus minimaal 3-5 jaar in acht nemend eventuele mutaties en transitiefases welke in zicht komen bij implementatie van de volledige RRR.

Tijdspad: Juni tot eind september 2015. **Taal document:** Nederlands

Samenstelling werkgroep: Reinout Boers [vz], Jitze vd Meulen [Specialist RRR], Raymond Sluiter [Specialist Geodata], Eric vd Geer [Specialist Operationele Waarnemingen].

Financiële analyse: Jan Vermeer m.m.v. Eric vd Geer

Review Team: Theo Brandsma, Marijn de Haij, Floortje Hanneman, Albert Klein Tank, Frank Lantsheer, Eric v Meijgaard, Jan Rozema, Sander Tijm, Wiel Wauben

publieke versie: 27 maart 2016

Referenties

- [R1] Memo: effecten bezuinigingen op AWS stations. 5 juli 2012. Auteurs: Gerard van der Schrier en Hidde Leijnse. Met medewerking van: Aart Overeem, Raymond Sluiter, Paul Hiemstra, Andrew Stepek, Theo Brandsma.
- [R2] <http://petities.nl/petitie/knmi-station-nieuw-beerta-moet-blijven>.
- [R3] <http://oldambtmeer.nl/nieuws/meetstation-in-nieuw-beerta-overbodig-geworden/>.
- [R4] <http://www.omroepzeeland.nl/nieuws/2013-12-22/594357/sluiting-weerstation-wilhelminadorp-niet-handig#.VfkTDp2qqko>
- [R5] <http://www.pzc.nl/regio/zeeuws-nieuws/betrouwbaar-meten-van-weer-in-zeeland-staat-onder-druk-1.4148559>
- [R6] Observations Strategy KNMI 2015 – 2024; KNMI-publicatie 2015 – 233, .
<http://bibliotheek.knmi.nl/knmi/pubmetnummer/knmi/pub233.pdf>
- [R7] Interpolation methods for climate data literature review / R. Sluiter:
<http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubIR/IR2009-04.pdf>
- [R8] Het interpoleren van temperatuurgegevens / F.W.J. Salet 2009:
http://www.knmi.nl/bibliotheek/stageverslagen/stageverslag_Salet.pdf
- [R9] Optimization of Rainfall Interpolation / I. Soenario, R. Sluiter:
<http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubIR/IR2010-01.pdf>
- [R10] Interpolating wind speed normals from the sparse Dutch network to a high resolution grid using local roughness from land use maps / Andrew Stepek and Ine L. Wijnant 2011:
<http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubTR/TR321.pdf>
- [R11] Interpolation Methods for the Climate Atlas / R. Sluiter 2012:
<http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubTR/TR335.pdf>
- [R12] Interpolation of Makkink evaporation in the Netherlands:
<http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubTR/TR327.pdf>
- [R13] Assimilation of satellite data and in-situ data for the improvement of global radiation maps in the Netherlands:
<http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubIR/IR2014-06.pdf>
- [R14] Memo: Analyse RWS-gebruikerseisen referentieverdamping m.b.t. sluiting waarneemstations, 07/03/2014, Dr. R. Sluiter – KNMI
- [R15] Herijking Waarschuwingssystematiek, versie 1 juni 2015
- [R16] Memo: Bodemtemperatuurwaarnemingen landelijk meetnet, Fred Bosveld 2014,

- [R17] Prioriteiten voor het nationale meteorologische meetnet: Bevindingen en aanbevelingen over alternatieve waarnemingen, modellen en innovaties. R. Boers, G. Burgers, J.F. Meirink, J. vd Meulen, S. Tijm en W. Wauben. 25-4-2013.
- [R18] WMO Guide to the GOS, WMO-No. 488
- [R19] "Synoptisch Waarneemnetwerk Nederland SWaNet-NL 2000 - 2005". Gepubliceerd als KNMI IR 2001-03
- [R20] "Synoptisch Waarneemnetwerk Nederland SWaNet-NL 2005 - 2010". Gepubliceerd als KNMI IR 2005-02
- [R21] Eindrapportage CCM-werkgroep "Synoptisch Waarneemnetwerk Nederland" (november 1996)
- [R22] Nederlands Synoptisch Waarneemnetwerk Netwerk, sept. 1991.
- [R23] Beleid Synoptisch Waarnemingsnetwerk (medewerking: HVEO), juni 1992
- [R24] Rapport KwaNet [Klimaatmonitoring Netwerk], mei, 2005