

**Automatische validatie van druk- en wind-
waarnemingen op het KNMI - een verkenning**

Marijn de Haij

**KNMI, Infra R&D
De Bilt, maart 2009**

Inhoudsopgave

I	Introductie	4
1.1	Deze studie	4
1.2	Drukwaarnemingen	4
1.3	Windwaarnemingen	5
1.4	Randvoorwaarden automatische validatie	7
2	Validatie van druk en wind op het KNMI	10
2.1	Introductie	10
2.2	SIAM	10
2.3	Datavalidatie bij Infra-ID	10
2.4	VIMOLA	14
3	Automatische testen op druk- en windwaarnemingen	16
3.1	Introductie	16
3.2	Data	16
3.3	Testresultaatvlaggen	17
3.4	Testen op aanwezigheid en bereik/extremen	18
3.4.1	Aanwezigheid waarneming	18
3.4.2	Bereik (specificaties)	19
3.4.3	Bereik (klimatologie)	21
3.5	Testen op interrelaties tussen parameters	23
3.5.1	Logische inconsistenties	23
3.5.2	Overige testen	24
3.6	Testen op temporele inconsistenties	36
3.6.1	Maximaal toegestane variabiliteit	36
3.6.2	Minimaal vereiste variabiliteit	40
3.7	Testen op ruimtelijke samenhang	43
3.7.1	Vergelijking omliggende stations	43
3.7.2	Vergelijking back-uplocaties	48
3.8	Testen op model samenhang	55
3.8.1	Verwerping tijdens assimilatie VIMOLA	55
3.8.2	Vergelijking met VIMOLA	55
4	Conclusies en aanbevelingen	62
4.1	Samenvatting	62
4.2	Conclusies en aanbevelingen	63
4.3	Dankwoord	67
	Referenties	68
Appendix A	Overzicht van de gebruikte meetlocaties	70
Appendix B	Overzicht marges verkennende testen	73
Appendix C	Overzicht testvlagresultaten KS-KA dataset 2003-2007	77
Appendix D	Overzicht testvlagresultaten KMDS dataset 1 februari-15 juli 2008	78
Appendix E	Windsnelheidvariabelen op het KNMI	79

1 Introductie

1.1 Deze studie

De waarnemingen uit het meteorologische waarneemnetwerk van het KNMI worden momenteel op verschillende plaatsen in de waarneemketen gevalideerd. Automatische real-time validatie is gewenst, maar complex. Als aanzet voor een KNMI-brede automatische validatie van waarnemingen is in dit rapport een verkennende studie uitgevoerd naar de mogelijkheid om validatiestappen die op het KNMI in gebruik zijn voor waarnemingen van luchtdruk en wind te rationaliseren en automatisch in te zetten op een real-time basis. Tevens worden alternatieve methoden om een automatische validatie van deze waarnemingen uit te voeren in deze studie verkend, waaronder bijvoorbeeld het gebruik van zeer korte termijn verwachtingen uit het VIMOLA (Vertically Integrated Model On Limited Area) model.

Het onderzoek omvat de volgende activiteiten:

- Inventarisatie van de huidige methoden/algoritmen die in omloop zijn voor de validatie van druk- en windwaarnemingen op het KNMI.
- Onderzoek naar de mogelijkheden van automatische near real-time validatie van 10' (10-minuut) druk- en windwaarnemingen, met behulp van verschillende methoden.

Deze methoden worden getoetst aan de hand van twee datasets met 10' druk- en windwaarnemingen van een groot aantal locaties in het nationale meteorologische waarneemnetwerk. Naast een gearchiveerde dataset van KS-KA met de waarnemingen van de hoofdlocaties in het netwerk voor de jaren 2003-2007 is voor dit doeleinde op real-time basis een dataset ingewonnen en geanalyseerd uit het KMDS (KNMI Meteorologisch Data distributie Systeem) in de periode 1 februari-15 juli 2008. De laatstgenoemde bevat o.a. 10' waarnemingen van druk en wind voor alle beschikbare meetlocaties.

1.2 Drukwaarnemingen

De Paroscientific Digiquartz 1015A barometer wordt op het KNMI in combinatie met de DP1 SIAM (Sensor Intelligent Adaptation Module) sensor interface (Bijma, 2007) gebruikt voor operationele waarnemingen van luchtdruk in het meteorologische waarneemnetwerk. De meetonzekerheid onder laboratoriumcondities is 0.03 hPa en het meetbereik van het systeem (inclusief SIAM) is 940.0–1060.0 hPa (KNMI, 2001).

De World Meteorological Organization (WMO) schrijft als operationeel gebied voor de luchtdruk op stationshoogte en op zeeniveau (MSL) het bereik 500-1080 hPa voor met een waarneemresolutie en vereiste nauwkeurigheid van 0.1 hPa (CIMO guide No.8, 2007). Echter, vanwege de relatief kleine hoogteverschillen tussen stationshoogte en MSL in Nederland en gebaseerd op waarnemingen uit het verleden, heeft het KNMI het operationele bereik voor deze parameters aangepast tot 940-1060 hPa. Merk op dat de luchtdruk op sensorhoogte door de SIAM wordt uitgegeven en na de inwinning door CIBIL (Centrale Inwincomputer de BILT), gebaseerd op de stationsconfiguratie, wordt herleid naar de luchtdruk op stationshoogte en zeeniveau. Iedere 12" bepaalt de SIAM een sample waarde en tevens het 1' en 10' gemiddelde en de extreme waarden en standaarddeviatie.

De druksensor wordt in de meeste gevallen op 1.5 meter hoogte geïnstalleerd in de windkast op de windmast. De ingang van de statische buis van de sensor (de zgn. "gatenkaas") is tevens in de windmast aangebracht, vaak op een grotere hoogte. Bij de opstelling van de druksensor wordt rekening gehouden met obstakels in de nabije omgeving; de afstand tot vaste grote objecten zoals gebouwen en bomen dient tenminste 5 maal de hoogte van die objecten te zijn. Daarnaast dient op vliegvelden een afstand van minimaal 200 meter in acht te worden genomen tussen de druksensor

en passerende vliegtuigen. Door het naleven van de opstellingseisen wordt de drukmeting zo min mogelijk verstoord. Een foto van de operationele windmast met druksensor op vliegbasis Deelen is te zien in Figuur 1.1 (Stationsgids, inspectie 8 september 2008).

De $1'$ en $10'$ waarden voor de gemiddelde luchtdruk op sensorniveau worden na inwinning in CIBIL herleid naar de luchtdruk op stationshoogte en op zeeniveau (MSL). Voor waarnemingen die in gebruik zijn voor luchtvaartdoeleinden wordt tevens de QNH bepaald. Het Handboek Waarnemingen (KNMI, 2000) geeft voor al deze drukvariabelen de gebruikte herleidingsformules. In de geanalyseerde datasets in dit rapport wordt enkel de luchtdruk op zeeniveau beschouwd in het validatieproces. Naast algemene defecten aan de hardware in de meetketen, zijn mogelijke onvolkomenheden die in de drukwaarnemingen aangetroffen kunnen worden:

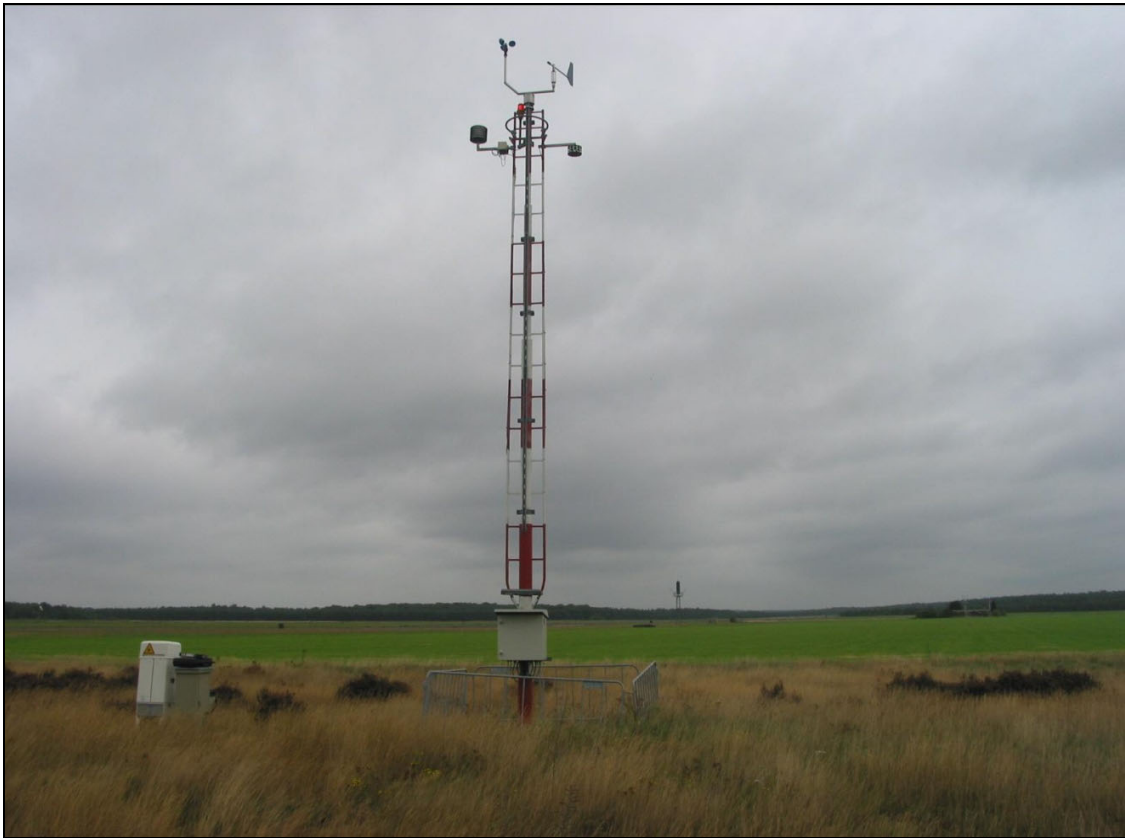
- **Windeffect op statische buis**
Bij hevige windstoten kan een drukophoping plaatsvinden rond de statische buis van de sensor, dat kan leiden tot onrealistische waarden van de gemeten luchtdruk.
- **Vocht in statische buis**
- **Fout in temperatuur**
Bij de herleiding van luchtdruk naar zeeniveau wordt temperatuursinformatie gebruikt. Hierdoor kunnen fouten die zich voordoen in temperatuurmeting, doorwerken in de luchtdrukwaarneming.
- **Configuratie stationshoogte in CIBIL**
Uit bevindingen van I-ID Datavalidatie blijkt dat op stations van de Koninklijke Luchtmacht (KLu) de operationele luchtdruk regelmatig behoorlijk verschilt van de luchtdruk op de back-uplocatie (bij 6-meter windmast). Dit is te wijten aan een fout in de configuratie van de stationshoogte in CIBIL, die wordt gebruikt bij het herleiden van de luchtdruk naar zeeniveau.

1.3 Windwaarnemingen

Voor operationele waarnemingen van windrichting en windsnelheid zijn op het KNMI respectievelijk de KNMI windvaan en cup anemometer in gebruik, die in combinatie met de DWo SIAM (Bijma, 2008) worden ingezet op alle windmeetlocaties in het nationale meteorologische waarnemingsnetwerk. In combinatie met de DWo SIAM is het meetbereik van de cupanemometer (KNMI, 2001) 0 tot 75 m/s, met een resolutie van 0.1 m/s en een nauwkeurigheid van ± 0.5 m/s. De responslengte van de cup is ongeveer 2.9 m (o.a. De Roos, 2007).

Naast de cupanemometer wordt een KNMI windvaan ingezet voor de windrichting waarneming. De windrichtinghoek wordt afgeleid uit de asstand van de vaan in combinatie met de calibratie van de windvaan op het noorden (0°). In combinatie met de DWo SIAM is het meetbereik 360 booggraden met een resolutie van 1 graad en een nauwkeurigheid van ± 3 graden (bij windsnelheid > 2 m/s).

De SIAM gebruikt bij de bepaling van de $10'$ extremen en standaarddeviatie lopende 4 Hz 3" gemiddelden, volgens WMO-voorschriften. Een overzicht van de verwerking van windsnelheidwaarnemingen naar $1'$ en $10'$ variabelen in CIBIL is te vinden in Appendix E. Evenals voor de drukwaarneming schrijft de WMO eisen voor de opstelling van windmeetlocaties voor, om de waarneming zo representatief mogelijk te houden en het effect van obstakels in de omgeving uit te sluiten. Naast eisen voor de ruwheid van het terrein dient de afstand van de windmast tot nabije obstakels tenminste 20x de obstakelhoogte te zijn (WMO, 2007). Nadere details hierover, en over de speciale voorschriften van ICAO (International Civil Aviation Organization) voor de opstelling van sensoren t.b.v. de windwaarneming op luchthavenlocaties, staan beschreven in het Handboek Waarnemingen (2001).



Figuur 1.1. Foto van de operationele 10-meter windmast op vliegbasis Deelen met uitzicht richting het zuiden. De behuizing van de druksensor op 1.5 m is te zien, evenals de ingang van de statische buis op ongeveer 8 meter hoogte. De foto is genomen tijdens de stationsinspectie op 8 september 2008 (Bron: Stationsgids).

Merk op dat de windsnelheid op sensorhoogte door de SIAM wordt uitgegeven en na de inwinning door CIBIL, gebaseerd op de stationsconfiguratie, wordt herleid naar de windsnelheid op 10 meter hoogte. Standaard heeft de windmast een hoogte van 10 meter, maar in sommige gevallen wordt gekozen voor een andere opstellingshoogte in verband met storende objecten in de omgeving (zie Benschop, 2005). Voor de automatische weerstations in het KNMI waarneemnetwerk is dit bijvoorbeeld van toepassing voor de 20-meter masten op stations De Bilt (260) en Vlissingen (310) en de standaard opstellingshoogte van 6 meter voor KLu-locaties. Op platforms kan geen 10-meter opstelling gerealiseerd worden en zijn de windsets meestal enkele tientallen meters boven het zeeoppervlak gemonteerd. In de validatiemethoden in deze studie worden enkel de 10' gemiddelde windsnelheid en windstoot op 10 meter hoogte beschouwd.

Behalve algemene defecten aan de cup anemometer, SIAM en/of inwinsystemen ter plekke, zijn mogelijke onvolkomenheden waar met de huidige set sensoren voor de windwaarneming rekening mee gehouden dient te worden:

- **Vastvriezen anemometer**
Het is bekend dat de bewegende onderdelen in de cup anemometer onder natte, koude en kalme condities kunnen vastvriezen, wat leidt tot een gerapporteerde windsnelheid nul.
- **Stugge anemometer**
In dit geval heeft de anemometer een hogere threshold-snelheid dan normaal (typisch 0.3 m/s) en zal dus vaker een lagere windsnelheid (of windstilte) rapporteren dan nabij geplaatste sensoren.
- **Wake vortex effect op vliegvelden**
Op een aantal vliegvelden in het waarnemennetwerk zijn langs landingsbanen extra windsensoren geïnstalleerd om de representatieve wind te meten voor een specifiek gebied (bv. touchdown zone) op de baan. De windsnelheid staat daar echter onder invloed van vliegtuigen die de windmeetlocatie passeren tijdens start of landing (Van der Meulen, 1998).
- **Obstakels in omgeving meetlocatie**
Niet alle windlocaties zijn even ideaal en worden soms verstoord door obstakels in de omgeving. Hiervoor bestaan WMO richtlijnen (WMO, 2007) en het voldoen daaraan wordt door het KNMI minimaal 1x per twee jaar bij een stationsinspectie getoetst. Echter, in CIBIL wordt geen rekening gehouden met de zogenaamde beschuttingsfactoren die, afhankelijk van de windrichting, voor de AWS-en bepaald zijn. Deze worden alleen gebruikt voor klimatologische doeleinden en het informeren van gebruikers over de representativiteit van waarnemingen op bepaalde locaties.

Mogelijke onvolkomenheden die in de windrichtingwaarnemingen aangetroffen kunnen worden, zijn naast algemene defecten aan de hardware in de meetketen:

- **Wake vortex effect op vliegvelden**
Net als voor de windsnelheid kunnen vliegtuigen ervoor zorgen dat de windvaan dusdanig beïnvloed wordt. In de SIAM vindt een wake vortex detectie plaats voor de windsnelheid, maar niet voor de windrichting.
- **Obstakels in omgeving meetlocaties**

1.4 Randvoorwaarden automatische validatie

In sectie 2 wordt beschreven op welke plaats en met welke methode de validatie van druk- en windwaarnemingen op dit moment plaatsvindt binnen het KNMI. Bij het nagaan van de haalbaarheid van near real-time validatie is het belangrijk dat deze de kwaliteit van de waarnemingen in het algemeen ten goede komt. Dit wil zeggen dat de resultaten van validatiestappen die op een bepaald moment in de meetketen uitgevoerd worden en kwaliteitsinformatie toevoegen aan de data, bewaard en beschikbaar blijven in het vervolg van de keten.

Alleen de checks die in de huidige situatie in de SIAMs worden uitgevoerd, dragen bij aan de kwaliteit van de data in de gehele waarnemketen. Echter, de SIAM statussen worden niet naar 10' en uurlijkse gegevens vertaald en deze kwaliteitsinformatie is dus later in de keten niet meer beschikbaar. De validatie door I-ID wordt in eerste instantie uitgevoerd ten bate van de klimatologische database, terwijl de verwerping van druk- en windwaarnemingen in VIMOLA onderdeel ten goede komt aan de Automatische Productie Lijn (APL), maar niet aan andere gebruikers (zoals de afdeling KS-KA) via de OMWA database. Voor een goed overzicht van de inwinsystemen tot aan CIBIL, zie Wauben et al. (2002).

In deze subsectie worden een aantal kansen voor een real-time validatie van 10' waarnemingen van druk en wind beschouwd, gebaseerd op enkele bestaande en kansrijk geachte methoden binnen het buiten het KNMI. Enkele belangrijke uitgangspunten hierbij zijn (Wauben, 2005):

- Validatie mag niet tot vertraging leiden in de real-time datastroom naar gebruikers.

- De validatie zal worden vastgelegd in een kwaliteitsgetal. Er kan bijv. met vlaggen worden aangegeven welke testen al dan niet met succes zijn uitgevoerd. Door een masker te leggen over de kwaliteitsvlaggen kan per gebruiker de kwaliteit in bijv. 3 hoofdgroepen worden aangegeven (goed, verdacht, slecht).
- Het validatieproces wijzigt geen data. Wijziging kan enkel door het introduceren van een nieuwe variabele (zodat ruwe data beschikbaar blijft). Afkeuren van data geschiedt middels de kwaliteit, de oorspronkelijke waarde blijft behouden.
- De validatie dient geen vervangende waarde te leveren bij het ontbreken van een waarneming. Het is tevens niet mogelijk de kwaliteit als een foutenmarge aan te geven.

In het overzicht in Tabel 1.1 zijn een aantal kansrijke testmethodieken opgesomd, samen met een korte uitleg en voorbeelden die specifiek betrekking hebben op druk- en windwaarnemingen. In sectie 2 worden een aantal methoden die op het KNMI in gebruik zijn voor validatie van druk- en windwaarnemingen nader toegelicht. Vervolgens wordt in sectie 3 aan de hand van deze methoden en een aantal andere nieuwe testen onderzocht of deze bruikbaar zijn voor near real-time validatieprocessen voor druk- en windwaarnemingen uit het waarneemnetwerk. Wanneer dat mogelijk is, worden de testen daar getoetst aan twee datasets en worden onvolkomenheden in de waarnemingen uitgelicht. Tenslotte worden in sectie 4 de conclusies van de studie genoemd en aan de hand van Tabel 1.1 beknopt aangegeven welke testen kansrijk gebleken zijn.

Tabel 1.1. Overzicht van mogelijke testmethoden en referenties voor near real-time validatie.

TEST	UITLEG
Aanwezigheid <i>Test op tijdige aanwezigheid van een waarneming</i>	De aanwezigheid van een waarneming is vereiste om verdere testen uit te kunnen voeren. Een test op aanwezigheid biedt dus essentiële informatie.
Bereik <i>Test op bereik specificaties meetketen</i>	De waarnemingen dienen overeen te stemmen met de opgestelde specificaties in de meetketen. Behalve de sensor is hierbij vaak de SIAM bepalend. Vb.: De windrichting kent een bereik [0,360> graden.
Bereik/extremen <i>Test op klimatologisch reële waarde</i>	Op basis van opgetreden extremen in het verleden kan een aangepast bereik worden opgesteld voor de diverse parameters. Vb.: Een 10' gemiddelde windsnelheid hoger dan 35 m/s is niet waarschijnlijk.
Logische inconsistentie <i>Test op fouten betreffende definitiekwesties</i>	Aan de hand van de definitie van de verschillende parameters kan ook validatie plaatsvinden. Vb.: De 10' gemiddelde windsnelheid is altijd kleiner dan de 10' windstoot.
Overig <i>Test op empirische interrelaties</i>	Deze categorie betreft een check op empirisch bepaalde relaties tussen parameters. Vb.: Wanneer het niet windstil is, moeten zowel de cup anemometer als de windvaan in beweging komen. Een detectie van wake vortex situaties op vliegvelden valt ook in deze categorie.
Maximaal toegestane variabiliteit <i>Test op max. toegestane variabiliteit/sprong</i>	Met behulp van een check op de sprong in de waarde van een bepaalde variabele ten opzichte van het vorige meetinterval kan ook worden gevalideerd. Vb.: Een sprong in luchtdruk van meer dan 2 hPa over 10' is niet waarschijnlijk.
Minimaal vereiste variabiliteit <i>Test op min. vereiste variabiliteit/verandering</i>	Een eis op de variabiliteit van een parameter over een bepaald meetinterval kan worden gehanteerd om onvolkomenheden in de waarnemingen te detecteren. Vb.: Het is verdacht wanneer de 10' windrichting een heel uur onveranderlijk is.
Omliggende stations <i>Test op maximale afwijking t.o.v. andere stations</i>	Deze methode betreft het vergelijken van waarnemingen van een station met één of meerdere stations in de omgeving. Vb.: Een verschil in luchtdruk van meer dan 2 hPa tussen een station en het gemiddelde van drie omliggende stations is niet waarschijnlijk.
Back-uplocatie <i>Test op maximale afwijking t.o.v. back-up-locatie(s)</i>	Voor stations waarop meerdere sensoren van hetzelfde type zijn geïnstalleerd op nabij gelegen locaties, kan het verschil tussen deze locaties worden gebruikt. Vb.: Een verschil in 10' windsnelheid van meer dan 3.0 m/s met een back-uplocatie op hetzelfde station is niet waarschijnlijk.
Model assimilatie <i>Test op goedkeuring tijdens assimilatie in weermodel</i>	Tijdens de assimilatie van waarnemingen in een (weer)model worden validatiestappen uitgevoerd om indien nodig waarnemingen te verwerpen. Vb.: De assimilatie van SYNOP/METAR rapporten in het VIMOLA model.
Model verwachting <i>Test op overeenkomst met model analyse/verwachting</i>	De waarnemingen van grondstations kunnen vergeleken worden met de analyse/verwachting van een (weer)model om deze te valideren. Vb.: Een afwijking tussen de waarneming en VIMOLA verwachting voor dezelfde locatie van meer dan 3 hPa is verdacht.

2 Validatie van druk en wind op het KNMI

2.1 Introductie

Deze sectie geeft een overzicht van enkele methoden die momenteel op het KNMI in gebruik zijn voor de validatie van de parameters luchtdruk en wind, in de SIAM (2.2) en bij Infra-ID (2.3). Daarnaast wordt in sectie 2.4 het VIMOLA model, dat tevens mogelijkheden lijkt te bieden voor validatie, kort beschreven. Merk op dat dit overzicht niet compleet is; zo zijn bijvoorbeeld assimilatie in andere modellen dan VIMOLA en de kwaliteitscontrole voor AMDAR waarnemingen niet opgenomen.

2.2 SIAM

De drukmetingen van de Paroscientific Digiquartz 1015A barometer worden door de DP1 SIAM elke 12" real-time getest op transiënt- en bereikfouten. Wanneer deze fouten optreden, worden de volgende statuscodes gegenereerd en wordt de instantane meetwaarde afgekeurd:

- C Fatale transiëntfout: er is een sprong in de meetwaarde opgetreden van meer dan 15.0 hPa in 12".
- D Bereikfout: de gemeten luchtdruk is groter dan 1060.0 hPa of kleiner dan 940.0 hPa.

De fatale statussen gelden voor de 12" sample waarde. Het is wel goed mogelijk dat voor hetzelfde tijdstip een geldige 1' en 10' waarde beschikbaar is. Voor de 1' en 10' waarde is in het 'gemist' veld een indicatie aanwezig over hoeveel samples zijn afgekeurd in het betreffende interval. Dit wordt overgenomen bij de inwinning door CIBIL en vertaald in een kwaliteitsgetal in de 10' database.

De metingen van de KNMI cup anemometer worden door de DW0 SIAM getest op het overschrijden van het bereik. Daarnaast wordt voor locaties op vliegvelden getest op het voorkomen van een zogenaamde wake vortexsituaties (Van der Meulen, 1998). Bij het optreden van een vortexsituatie wordt de windsnelheid gecompenseerd voor de overschatting die optreedt ten gevolg van passerende vliegtuigen. De volgende statuscodes zijn hieraan gerelateerd:

- c Vortex situatie gedetecteerd. Data gecompenseerd.
- D Fatale bereikfout: gemeten windsnelheid >75 m/s.

De vortexcompensatie wordt aangeschakeld met behulp van een strap op het aansluitbord voor vliegvelden en afgeschakeld voor de overige locaties in het waarneemnetwerk. Nadere details over het optreden van vortexsituaties is te vinden in sectie 3.5.2.

De SIAM statussen worden instantaan gemeld (iedere 12") en in MetNet gekoppeld aan 1' en 10' 'gemist' velden. De statussen zelf zijn slechts beschikbaar wanneer ruwe SIAM strings worden uitgelezen op 12" of 1' basis. Dit betekent dat waarschuwingen en fouten gegenereerd in de SIAM niet worden vertaald in een kwaliteitsgetal of vlag in de 10' of uurlijkse databases die in gebruik zijn op het KNMI.

2.3 Datavalidatie bij Infra-ID

Het team 'Datavalidatie' van de afdeling Infra-Infodiensten (I-ID) valideert uurlijkse waarnemingen uit het meteorologische waarneemnetwerk van het KNMI met als doel een betrouwbare dataset voor verder onderzoek en klimatologische dienstverlening op te bouwen. De validatie speelt ook een belangrijke rol in de monitoring van inwinsystemen en individuele sensoren op de KNMI stations. Er

wordt gebruik gemaakt van bijvoorbeeld 10' data van omliggende stations, radar- en satellietbeelden, informatie van derden en de algehele interpretatie van de meteorologische situatie.

Er worden geen automatische correcties door I-ID uitgevoerd op de druk- en windwaarnemingen. De reden hiervoor is dat de druk- en windwaarnemingen over het algemeen zeer betrouwbaar zijn. Als voornaamste uitzondering hierop wordt voor de luchtdrukwaarneming op zeeniveau een foutieve hoogte-instelling genoemd en voor de windwaarnemingen het vastvriezen van de cup anemometer. Dit laatste probleem lijkt echter inmiddels door een ingreep aan de anemometer verholpen.

Er zijn echter wel een aantal criteria in gebruik op basis waarvan waarnemingen als verdacht aangemerkt kunnen worden voordat de handmatige validatie plaatsvindt. Dit gebeurt tijdens de zogenaamde automatische prevalidatie van uurlijkse waarnemingen in de KIS database. Het resultaat van al deze procedures wordt vastgelegd in de kwaliteitsgetallen. Een uurlijks gegeven kan op deze wijze als beoordeling de waarde verdacht krijgen. Het kwaliteitsgetal krijgt de overeenkomstige waarde en geeft in een later stadium bij de handmatige validatie aanleiding voor de valideur om de waarde, indien noodzakelijk, te wijzigen. Voor druk- en windwaarnemingen worden bij de automatische prevalidatie testen uitgevoerd op de uurlijkse variabelen FX (maximale windsnelheid), FH (uurgemiddelde windsnelheid), DD (windrichting), FF (windsnelheid) en P (luchtdruk op zeeniveau). Voor de laatste is hieronder een overzicht met de testen weergegeven. Een maandelijks overzicht van het aantal waarnemingen dat de automatische prevalidatietesten niet heeft gehaald is voor alle stations beschikbaar op de pagina's van I-ID op intranet.

Testen welke uitgevoerd worden op het element P

Gebruikte elementen

P : luchtdruk
AP : luchtdrukverandering over de afgelopen drie uur (absolute waarde)
Testen

- 1. Als P onterecht afwezig is dan is P verdacht
2. Als AP onterecht ontbrekend is dan is P verdacht
3. Als Ph-1 onterecht ontbrekend is dan is P verdacht
4. Als Ph-2 onterecht ontbrekend is dan is P verdacht
5. Als Ph-3 onterecht ontbrekend is dan is P verdacht
6. Als $ABS(ABS(P - Ph-3) - AP) > 1$ dan is P verdacht
7. Als $ABS(P - Ph-1) \geq 100$ dan is P verdacht
8. Als $P > 10500$ dan is P verdacht
9. Als $P < 9600$ dan is P verdacht
In de testen gebruikte symbolen en hun betekenis

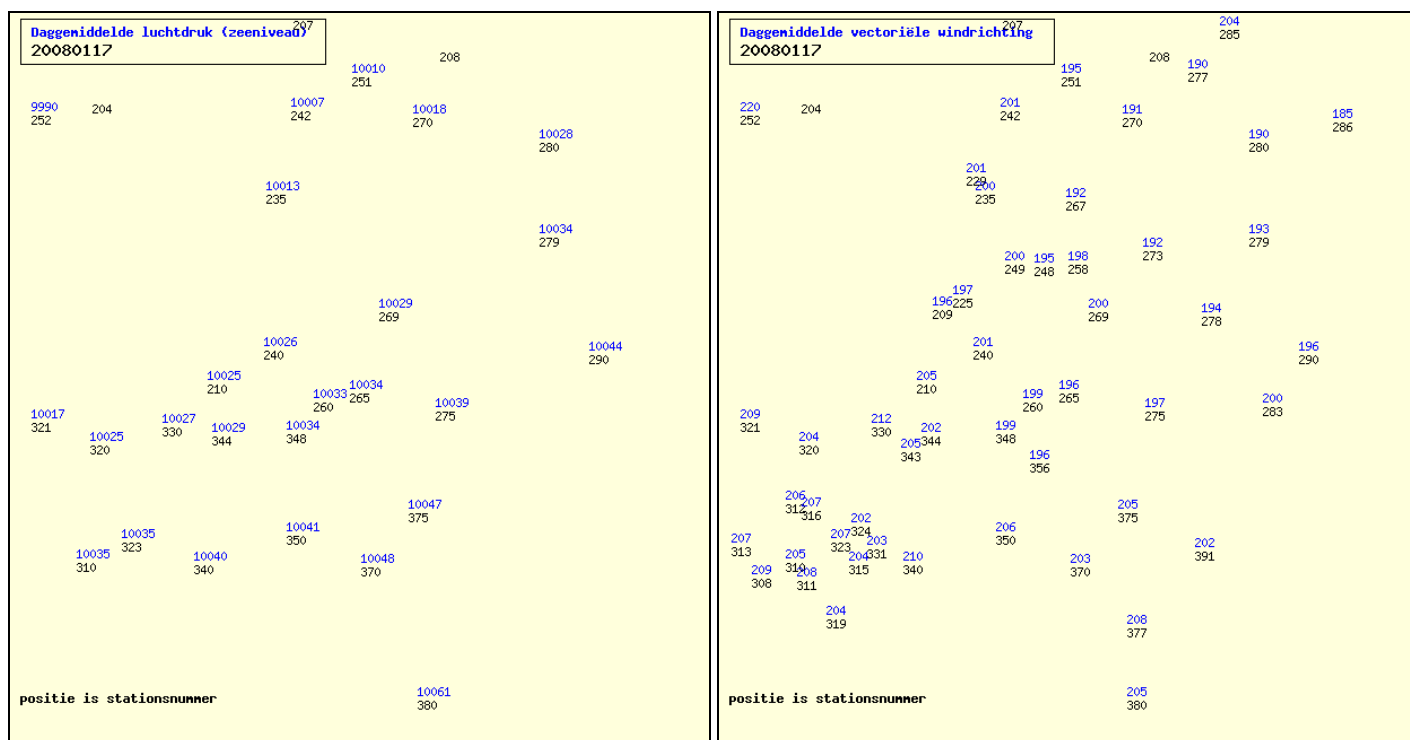
Eenheden

Eenheid P : tiende hectoPascal
Eenheid AP : tiende hectoPascal
Document

Documentnaam : p.txt
Auteur : Bert Bergman
Aanmaakdatum : 29-11-2006
Revisiedatum : 29-11-2006
Bron : KIS-database
Historie

De medewerkers van I-ID maken bij hun validatiewerkzaamheden ook gebruik van een ruimtelijke vergelijking van waarnemingen. Hiervoor worden verschillende tabellen en kaartjes geraadpleegd, die tevens op intranet worden gepresenteerd. Voor de daggemiddelde luchtdruk (op zeeniveau) en windrichting worden bijvoorbeeld kaartjes gemaakt, die door de valideur als hulpstuk in het validatieproces worden gebruikt. Een voorbeeld van deze kaartjes voor 18 januari 2007 is te zien in Figuur 2.1. Merk op dat deze informatie alleen aanvullend wordt gebruikt bij de handmatige

validatie en dat geen automatische correcties plaatsvinden op basis van deze ruimtelijke vergelijkingen. Bovendien wordt een aantal informatiebronnen slechts zelden beschouwd, omdat een ruimtelijke vergelijking van de betreffende variabele zeer twijfelachtig is en sterk beïnvloed kan worden door lokale of regionale effecten, bijvoorbeeld in gebieden waar land- en zeestations met elkaar vergeleken worden. Lopende maandelijkse overzichtstabellen van de afwijkingen van stationswaarnemingen ten opzichte van het omgevingsgemiddelde voor onder andere de parameters luchtdruk, relatieve luchtvochtigheid en temperatuur worden tevens bijgehouden om relevante afwijkingen ten gevolge van het gebruikte instrumentarium te kunnen herkennen.



Figuur 2.1. Kaartjes van de daggemiddelde luchtdruk (links) en windrichting (rechts), waargenomen op KNMI stations op 17 januari 2008.

Naast de uurlijkse validatie op automatische en handmatige basis wordt er door I-ID op incidentele basis een (near) real-time monitoring van 10' waarnemingen uitgevoerd. Hierbij wordt ieder uur een aantal testen uitgevoerd op de 10' KMDS data van het afgelopen uur en wordt een kwaliteitsvlag voor de waarneming gegenereerd. Verschillende kwaliteitsvlaggen zijn beschikbaar in het geval de waarneming één of meerdere van de testen niet doorstaat. De uitgevoerde testen hebben onder meer betrekking op het bereik van de waarneming, de interrelatie met andere waarnemingen/sensoren en de veranderlijkheid van de waarneming over het afgelopen uur.

Per meteorologisch element (bijv. 10' windsnelheid) is een groep van 16 vlaggen beschikbaar. Het maximum aantal te implementeren testen bedraagt op dit moment 512 stuks. Standaard heeft een vlag de waarde '2', waarmee aangegeven wordt dat de test voor dit 10' gegeven niet relevant is. Slaagt een test dan krijgt de bijbehorende vlag de waarde '1'. Faalt een test dan krijgt de bijbehorende vlag de waarde '0'. Als de voor een test benodigde gegevens niet allemaal aanwezig zijn dan krijgen de bij deze gegevens behorende vlaggen de waarde '3', waarmee aangegeven wordt dat deze test niet uitgevoerd kan worden. De voor een willekeurige toepassing te gebruiken gegevens kan men dan achteraf selecteren door een masker van geslaagde testen samen te stellen. Dit masker wordt gelegd over de vlaggen van de geteste gegevens. Men verkrijgt dan alleen de gegevens welke voldoen aan de

voor die toepassing gewenste specificaties. Een voorbeeld van een uurlijkse logfile met een aantal resultaten van de monitoring is hieronder weergegeven.

```

13 Windvane stuck : DK132,20080115,0900,
dd,-9999999.00000,
15 Windvane data not available : DK132,20080115,0900,
dd,-9999999.00000,
14 Mean windspeed and back-up mean windspeed differ considerably : KGRobs10t,20080115,0920,
ff, 11.110000,
14 Mean windspeed and back-up mean windspeed differ considerably : KGR28t,20080115,0920,
ff, 7.880578,
20 Hygrometer stuck : A310a,20080115,0910,
rh, 88.000000,
27 Barometer data not available : DLEG2,20080115,0900,
p0,-9999999.00000,
26 Pressure and back-up pressure differ considerably : KDLobs02t,20080115,0900,
p0, 992.856900,
26 Pressure and back-up pressure differ considerably : KDL20t,20080115,0900,
p0, 992.556600,
30 Raingauge duration and PWS duration differ considerably : VLE23t,20080115,0930,
dr, 336.000000,
30 Raingauge duration and PWS duration differ considerably : VLE23t,20080115,0930,
pr, 0.000000,

```

De resultaten van deze monitoring zijn slechts voor intern gebruik en kunnen nuttige informatie verschaffen bij het valideren van de uurlijkse gegevens. Ze zijn tevens een indicatie voor het ontbreken van bepaalde gegevens. De criteria voor de 10' testen op druk- en windwaarnemingen zijn te vinden op intranet en bieden een goede basis voor de testen die in dit rapport worden uitgevoerd op twee datasets met 10' waarnemingen in sectie 3.

Nummer	Begin datum	Begin tijd	constatering	Storing	Ondernomen actie	Melding door	Melding aan	Melddatum	Afmelddatum	oplossing
1516	20081202	400	20081203	Cabauw: elektrische regenmeter defect	melding aan WIS-beheer	INF-HO	WIS-AD	20081203	20081203	Vanaf 3 december 11 UT weer correcte data
1515	20081202	400	20081202	AWS Terschelling niet meer bereikbaar vanaf 2 december 4 UT	melding aan WIS-beheer	INF-JvD	WIS-KvW	20081202		Vanaf 2 december 12 UT weer verbinding met Hoozterschelling na uit-, en aanzetten ter plaatse
1514	20081201	1100	20081201	Arcen: elektrische regenmeter geeft geen data meer naar resetten vanaf 1 december 11 UT	melding aan WIS-beheer	INF-JvD	WIS-KvW	20081201	20081202	Nadat er wat regen is gevallen geeft de regenmeter weer signaal
1513			20081128	Volket: temperatuur op 1,5 mtr is structureel ca 0,4 graad te laag	melding aan WIS-beheer. Doorgebeld naar ALMA Woensdrecht	INF-JvD	WIS-MK	20081128		Vanaf 5 december 11 UT geeft de operationele sensor weer nagenoeg dezelfde waarden aan als de back-up
1512	20081128	2400	20081201	Arcen: geen verbinding met station sinds 28 november 24 UT	melding aan WIS-beheer	INF-JvD	WIS-KvW	20081201		Vanaf 24 november na verloop van tijd weer verbinding
1511	20081126	1100	20081126	Marknesse: geen verbinding meer met station vanaf 26 november 11 UT	melding aan WIS-beheer	INF-JvD	WIS-MK	20081126		MIOW verwisseld: vanaf 27 november 11 UT weer gegevens van Marknesse
1510	20081122	600	20081124	Heino: windsnelheid is nagenoeg nul terwijl er redelijk melding aan	melding aan WIS-beheer	INF-JvD	WIS-DB	20081124	20081124	Vanaf 24 november na verloop van tijd weer verbinding

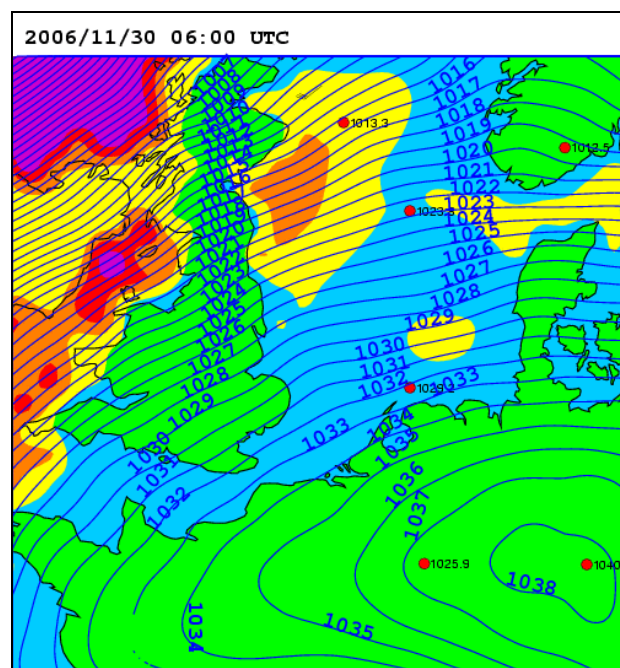
Figuur 2.2. Voorbeeld van de storingsmeldingen die ten gevolge van de uurlijkse validatie van I-ID worden opgesteld en gemeld aan WIS/Service. In rood en groen staan respectievelijk meldingen en afmeldingen weergegeven.

Door de medewerkers Datavalidatie van I-ID wordt een overzicht bijgehouden van de storingsmeldingen die aan de hand van de validatie van de waarnemingen gedaan zijn bij InfraWIS/Service. Deze meldingen worden gedaan wanneer één of meerdere waarneemlocaties op een station niet beschikbaar zijn, of wanneer aangenomen wordt dat ten gevolge van een defect aan de sensor of SIAM onjuiste waarnemingen worden gedaan. Hierop wordt door de afdeling I-WIS indien nodig actie ondernomen. Een voorbeeld van het overzicht met storingsmeldingen is te zien in Figuur 2.2. Naast dit meldingenoverzicht worden structurele afwijkingen in de data onderkend en vastgelegd in maandrapportages, welke de basis vormen voor verbeteringen in de waarneeminfrastructuur.

2.4 VIMOLA

Het VIMOLA (Vertically Integrated Model On Limited Area) model is een quasi-geostrofisch model dat op het KNMI gebruikt wordt voor de (zeer) korte termijn verwachting van luchtdruk en 10-meter wind voor een beperkt gebied in Europa (Heijboer et al., 1989). De uitvoer van het model wordt in de weerkamer voornamelijk gebruikt om aanvullende informatie te verkrijgen in stormsituaties. Ieder uur wordt met het model een verwachting gemaakt tot en met 9 uur vooruit, waarbij het gevoed wordt met velden uit de laatst beschikbare UKMO run en met actuele waarnemingen van luchtdruk en wind uit SYNOP en METAR rapporten binnen het modeldomein. Omdat deze assimilatiestap en een vergelijking van de waarnemingen met de korte termijn verwachting mogelijkheden lijken te bieden voor validatie, wordt VIMOLA in deze studie beschouwd.

Het model opereert op een horizontaal grid van 35x35 roosterpunten met een horizontale afstand van 50 km, voor een gebied dat de Noordzee en de omringende landen bevat. Het VIMOLA model is zeer eenvoudig, maar kent daardoor ook een korte rekentijd, waardoor het mogelijk is ieder uur een nieuwe verwachting te maken. De waarnemingen die in het model geassimileerd worden zijn ongeveer 20 minuten oud.



Figuur 2.3. VIMOLA analyse voor druk en 10-meter windsnelheid op 30 november 2006, 06 UTC. De verworpen luchtdrukwaarnemingen zijn weergegeven met rode bolletjes. De windsnelheid is aangegeven met verschillende kleuren.

Voor iedere run wordt een analyse gemaakt, die gebaseerd is op de +1 uur verwachting van de vorige VIMOLA run, of de velden uit het UKMO model (eens in de 12 uur). Daarnaast worden de druk- en windwaarnemingen uit SYNOP en METAR rapporten die in het VIMOLA domein beschikbaar zijn, ingemengd. Boven land, waar deze waarnemingen veelal met een hoge dichtheid beschikbaar zijn, resulteert dit in een analyse die zeer sterkt lijkt op de waarnemingen, maar boven zee is de analyse vooral gebaseerd op de +1 uur verwachting uit de vorige VIMOLA run en op de UKMO velden. Voordat de waarnemingen geassimileerd worden, vindt een check plaats op basis van de klimatologie en een ruimtelijke vergelijking met waarden van de omliggende gridpunten.

Waarnemingen die in deze stap verworpen worden, worden niet geassimileerd in het model. Deze waarnemingen worden inclusief datum/tijd en stationsaanduiding opgeslagen in een logfile. Op intranet wordt in een analysekaartje aangegeven welke waarnemingen niet geassimileerd zijn. Een voorbeeld van druk- en windsnelheidscontouren uit de VIMOLA analyse en de verworpen waarnemingen van luchtdruk voor 30 november 2006 om 06 UTC is weergegeven in Figuur 2.3.

3 Automatische testen op druk- en windwaarnemingen

3.1 Introductie

De testen in deze sectie zijn toegepast op 10' waarnemingen om de haalbaarheid van (near) real-time validatie van druk- en windwaarnemingen te toetsen. De testen zijn overgenomen uit diverse bronnen binnen en buiten het KNMI en hebben tot doel om testresultaatvlaggen toe te kennen aan de actuele 10' waarden die gerapporteerd worden voor de parameters luchtdruk op zeeniveau, 10-meter windrichting en –snelheid. Een groot deel van de testen komt overeen met de testen die I-ID incidenteel op 10' waarnemingen uitvoert (zie 2.3).

De nadruk in dit rapport ligt op validatiemethoden die in principe als onderdeel van de meetketen continu automatisch kunnen worden uitgevoerd. Validatie op basis van statistisch bepaalde eigenschappen van waarnemingen over een langere periode, zoals maandgemiddelde afwijkingen, worden hier niet beschouwd.

3.2 Data

Voor het uitvoeren van de testen zijn twee datasets gebruikt:

- **KS-KA 2003-2007 dataset**

Een gearchiveerde 10' dataset met druk- en windwaarnemingen uit de periode 2003-2007, van een groot aantal stations in het meetnet. Deze dataset is beschikbaar gemaakt door KS-KA. De variabelen in de dataset zijn:

VARIABELE	OMSCHRIJVING
pp	Luchtdruk op zeeniveau (hPa)
dd	10-meter windrichting
dsd	Standaarddeviatie van de 10-meter windrichting
ff	10-meter windsnelheid
fsd	Standaarddeviatie van de 10-meter windsnelheid
fx	10-meter windstoot

- **KMDS 2008 dataset**

Een real-time ingewonnen 10' dataset uit het KMDS (KNMI Meteorologisch Data distributie Systeem) van druk- en windwaarnemingen uit de periode 1 februari-15 juli 2008. De dataset bevat alle locaties in KNMI meetnet waar druk en/of wind wordt gemeten. In ieder opgeslagen 10' bestand is de data van het afgelopen uur opgenomen. Naast de variabelen die hierboven genoemd zijn, is voor deze dataset ook de variabele gff beschikbaar. Dit is de maximale 10-meter windstoot. Voor een nadere uitleg van de gebruikte windvariabelen op het KNMI en het verschil tussen de parameters fx en gff, zie Appendix E.

De tweede dataset stelt ons in staat om achteraf validatiemethoden uit te testen op de waarnemingen die iedere 10 minuten in near real-time beschikbaar zijn geweest. De data zijn uit het KMDS ingewonnen op hh:09, hh:19, ..., hh:59. Wanneer één of meerdere waarnemingen op een bepaald moment niet beschikbaar waren, zijn deze voor het betreffende tijdstip niet aangevuld met data die op een later tijdstip zijn ingewonnen. Een overzicht van de locaties in het KMDS die hier gebruikt zijn (peildatum: 1 maart 2008) is gegeven in Appendix A. In de analyse zijn niet opgenomen:

- De locaties van meetnet Zeeland.
- De locaties van het Rijkswaterstaat Meetnet Infrastructuur (RMI) die niet meer bestaan of waar slechts de windrichting (dd) wordt gemeten.

- De extra windlocaties naast de standaard 10-meter locaties voor stations De Bilt Test (261) en Cabauw (348).
- De mistposten rond Schiphol en de pseudo-locaties op stations van de Koninklijke Luchtmacht (KLu).

Naast het feit dat incidenteel een 10' interval geen inwinning heeft plaatsgevonden in verband met werkstation onderbrekingen, zijn voor de periode 27 maart-7 april geen data beschikbaar in de KMDS 2008 dataset. Merk op dat vanaf medio 2008 de inwinning van waarnemingen op een groot aantal Noordzeeplatforms gestart (KMDS locatiennaam startend met een 'P') is gestart. Deze platformlocaties waren, uitgezonderd Platform F16 (PEHFZ), ten tijde van de inzameling van de geanalyseerde KMDS dataset nog niet beschikbaar.

3.3 Testresultaatvlaggen

De uitkomst van een test voor een bepaalde parameter wordt uitgedrukt in een testresultaatvlag. Testresultaatvlaggen worden voor iedere parameter gegroepeerd in een string met 8 karakters, waarbij voor iedere vlag de volgende waarden mogelijk zijn:

- ' - ' Test niet van toepassing voor deze variabele.
- ' o ' Test niet gehaald.
- ' 1 ' Test gehaald.
- ' 3 ' Test niet uitgevoerd.

Zodoende is het mogelijk voor iedere parameter maximaal 8 testen uit te voeren. Een test kan niet worden uitgevoerd ('3') wanneer de vereiste invoerparameters voor die test ontbreken, of wanneer niet wordt voldaan aan de gestelde randvoorwaarden. Door alle waarnemingen met een 'o' in de testresultaatvlag te loggen in een apart bestand, kan eenvoudig een overzicht verkregen worden van alle verdachte waarnemingen, ervan uitgaande dat door het falen van de testen de waarneming een verdachte status heeft.

Voor een aantal testen in deze sectie is een overzicht van de testresultaatvlaggen near real-time bijgehouden gedurende de inwinning van de KMDS 2008 dataset. Een voorbeeld van een deel van de intranetpresentatie is weergegeven in onderstaande regels, voor de testen op luchtdruk herleid naar zeeniveau (pp) op een aantal locaties voor 8 oktober 2008 14:20 UTC. Voor deze situatie leidt het verschil in luchtdruk van meer dan 0.5 hPa tussen de locaties KDL20t en KDLobso2t (Deelen) ertoe dat voor deze locaties de vijfde testvlag faalt. In de presentatie wordt tevens de meest actuele testresultaatvlag voor 10-meter windrichting (dd) en 10-meter windsnelheid (ff) gepresenteerd.

```
Tests on MSL pressure (pp)
(0=test failed; 1=test passed; 3=test not executed)
x-----: pp present?
-x-----: pp within domain [940,1060] hPa?
--x-----: pp changed over last hour?
---x-----: pp within 2 hPa of previous 10min value?
----x----: pp within 0.5 hPa of back-up value?
```

station	location	variable	date time	value	quality	test flags
251	A251a	pp	20081008 1420	1017.384	0	1111----
260	A260a	pp	20081008 1420	1018.723	0	11111---
261	A261a	pp	20081008 1420	1018.722	0	11111---
279	A279a	pp	20081008 1420	1017.865	0	1111----
310	A310a	pp	20081008 1420	1019.909	0	1111-----
323	A323a	pp	20081008 1420	1019.646	0	1111-----
330	A330a	pp	20081008 1420	1019.463	0	1111-----
348	A348a	pp	20081008 1420	1018.909	0	1111-----
321	DEPL1	pp	20081008 1420	1019.822	0	1111-----
252	DK131	pp	20081008 1420	1018.754	0	1111-----
320	DLEG1	pp	20081008 1420	1019.621	0	1111-----

275	KDL20t	pp 20081008 1420	1017.687	0	11110---
275	KDLobs02t	pp 20081008 1420	1018.202	0	11110---

In het vervolg van deze sectie (3.4-3.6) wordt voor iedere test die is geïdentificeerd in de categorieën uit Tabel 1.1 het volgende onderzocht:

- Welke criteria gehanteerd zouden kunnen worden voor de testen en of deze criteria locatieafhankelijk moeten zijn.
- De faalkans van de opgestelde testen bij toepassing van deze criteria op beide datasets (KS-KA 2003-2007 en KMDS-set 2008).
- De mogelijke oorzaak in de sensor meetomstandigheid of het meetnet die aan het falen van de testen ten grondslag ligt.

Daarnaast wordt in subsecties 3.7 en 3.8 onderzocht of validatie mogelijk is op basis van respectievelijk ruimtelijke samenhang (met behulp van omliggende stations en back-up meetlocaties) en een vergelijking met modelwaarden (korte termijn verwachtingen VIMOLA).

Voor iedere test die daadwerkelijk op de KS-KA 2003-2007 of KMDS 2008 dataset is uitgevoerd, staat het aantal keren dat de test niet gehaald is in respectievelijk Appendix C en D voor iedere locatie waarvoor de parameter in de betreffende dataset aanwezig is. Hierbij is de uitvoer beperkt tot de variabelen pp, dd en ff. Iedere subsectie begint met een overzicht van de testen en criteria die voor de betreffende methodiek zijn geanalyseerd. Achter het criterium staat indien van toepassing de bron van de test vermeld in een superscript. De nummering van de testen A01-A16, B01-B06 etc. is ingevoerd om snel naar andere testen te kunnen verwijzen in de tekst en deze nummering wordt tevens gehanteerd in Appendix C en D.

Indien voor een test slechts een globale verkenning is uitgevoerd en geen toetsing heeft plaatsgevonden op basis van de 10' datasets, heeft die test wel een nummer, maar is logischerwijs niet opgenomen in de tabellen met faalaantallen in de Appendix.

3.4 Testen op aanwezigheid en bereik/extremen

3.4.1 Aanwezigheid waarneming

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Aanwezigheid <i>Test op tijdige aanwezigheid van een waarneming</i>	A01 pp aanwezig A02 dd aanwezig A03 dsd aanwezig A04 ff aanwezig A05 fsd aanwezig A06 fx aanwezig A07 gff aanwezig	Ontbrekend pp Ontbrekend dd Ontbrekend dsd Ontbrekend ff Ontbrekend fsd Ontbrekend fx Ontbrekend gff

A01-A07 pp,dd,dsd,ff,fsd,gff aanwezig

De meest triviale test die uitgevoerd kan worden is die op de aanwezigheid van de waarneming. Er kunnen verschillende oorzaken zijn voor het ontbreken van een waarneming, zoals een verstoring in de verbinding van CIBIL met het station, op sensor- of SIAM-niveau of een fatale status die is toegekend door de SIAM. De afwezigheid van een waarneming impliceert direct dat andere testen die de aanwezigheid van dit element vereisen niet uitgevoerd kunnen worden. In dat geval krijgen de vlaggen corresponderend met deze testen een waarde '3'.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Een overzicht van het aantal gefaalde testen is opgenomen in Appendix C. Hierin staan alleen de testen op pp, dd en ff. Voor de andere windrichting- en windsnelheidparameters kan deze test uiteraard ook worden uitgevoerd. Naast het totale aantal beschouwde tijdintervallen (N) staat in de 1^e kolom de afwezigheid weergegeven, ofwel het aantal gevallen waarvoor de testen Ao1, Ao2 en Ao4 een 'o' hebben opgeleverd.
- De uitvoering van deze testen op de KS-KA dataset geeft geen goed beeld van wat er real-time aanwezig is geweest. De dataset bevat namelijk ook data die in een later stadium door recovery toegevoegd is.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- Een overzicht van de testvlagresultaten voor de KMDS dataset in de periode 1 februari-15 juli 2008 is opgenomen in Appendix D. Hierin staat de afwezigheid van de elementen pp, dd en ff wederom in de eerste kolom naast het totale aantal waarnemingen (N).
- De meeste waarnemingen zijn direct iedere 10 minuten real-time beschikbaar. Echter, voor RMI meetlocaties en windmeetpalen, waarvan de gegevens eerst via telemetrie naar een ander KNMI-station worden verzonden, treedt blijkbaar regelmatig vertraging op. In een later stadium wordt deze data vaak nog aan de KMDS database toegevoegd, na een standaard recovery tot 7 dagen terug. In de tabel in Appendix D is dit goed te zien. Op de stations K13 (252), Lichteiland Goeree (320), Euro Platform (321), IJmond (209) en de windmeetpalen 248, 258 en 285 wordt de eerste test (aanwezigheid) voor iedere variabele bovengemiddeld vaak niet gehaald.
- De frequente afwezigheid van waarnemingen voor de KLu locaties KVLwind, KLW06t, KTW06t, KTW24t, KGR10t en KVK24Rt is te wijten aan andere storingen. Voor KVLwind is bijvoorbeeld de windrichting waarneming gedurende een aantal dagen op dezelfde waarde blijven staan (zie test Co4), waarna de waarneming na melding van I-ID/Datavalidatie op afwezig is gezet en de storing verholpen is.
- Het niet aanwezig zijn van een 10' waarneming in de real-time mode heeft als gevolg dat opvolgende testen niet uitgevoerd kunnen worden en dat geen vlag gecreëerd kan worden voor de betreffende waarneming. Dit zou kunnen betekenen dat validatie op waarnemingen van RMI locaties en windmeetpalen i.h.a. op een ander tijdsbestek plaats moet vinden of dat voor deze waarnemingen helemaal geen near real-time validatie kan worden uitgevoerd.

Samenvatting testen Ao1-Ao7

- De testen op aanwezigheid zijn triviaal, maar noodzakelijk om te bepalen of vervolgtesten op een bepaald element uitgevoerd kunnen worden.
- Vooral waarnemingen van RMI locaties, windmeetpalen en secundaire KLu locaties blijken bovengemiddeld vaak (ca. 5%) niet direct beschikbaar.

3.4.2 Bereik (specificaties)

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Bereik <i>Test op bereik specificaties meetketen</i>	Ao8 pp in [940,1060] hPa ^{SIAM} Ao9 dd in [0,360]° ^{SIAM} A10 ff in [0,75] m/s ^{SIAM} A11 fx in [0,75] m/s ^{SIAM} A12 gff in [0,75] m/s ^{SIAM}	Fout pp Fout dd Fout ff Fout fx Fout gff

Ao8 pp in [940,1060] hPa

In de DP1 SIAM wordt een fatale bereikfout (status 'D') aan de samplewaarde van de gemeten luchtdruk toegekend wanneer deze groter is dan 1060.0 hPa of kleiner dan 940.0 hPa. Deze waarden mogen dus in principe ook niet voorkomen in de 10' waarnemingen.

Echter, de luchtdruk op sensorhoogte wordt in CIBIL omgerekend naar de luchtdruk op zeeniveau en de luchtdruk op stationsniveau. Hierdoor is het theoretisch mogelijk dat voor deze twee variabelen een waarde buiten het genoemde bereik gerapporteerd wordt.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De KS-KA dataset vertoont geen waarden voor pp buiten het bereik [940,1060] hPa.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont geen waarden voor pp buiten het bereik [940,1060] hPa.

Samenvatting test A08

- Deze test volgt uit de SIAM specificaties en voegt niet veel toe.
- De test is in beide datasets altijd gehaald.

A09 dd in [0,360> °

De windrichting in de SIAM wordt uitgegeven tussen 0.0 en 359.9 graden ten opzichte van het ware noorden. Waarden buiten dit interval zijn dus per definitie fout.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De KS-KA dataset vertoont 20 waarden buiten het bereik [0,360> °. Het gaat hierbij om een windrichting van 360.0° voor K13 Alpha Platform (252), verspreid over de jaren 2003-2005.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont één waarde buiten het bereik [0,360> °, eveneens voor K13 Alpha Platform (locatie DK132). Op 5 juni 2008 om 21:00 had de windrichting een waarde 360.0°.

Samenvatting test A09

- Deze test volgt uit de SIAM specificaties en voegt niet veel toe.
- In de KS-KA dataset is 20x een windrichting buiten het bereik (360.0°) gevonden voor één station (252).

A10-A12 ff,fx,gff in [0,75] m/s

In de DWO SIAM wordt een fatale bereikfout (status 'D') aan de samplewaarde van de windsnelheid toegekend wanneer deze groter is dan 75 m/s. Waarden voor de 10' windsnelheid en windstoot mogen dus volgens deze specificaties niet groter zijn dan deze waarde.

De windsnelheid op sensorhoogte wordt in CIBIL omgerekend naar de windsnelheid op 10 meter hoogte, in het geval dat de sensor op een andere hoogte geplaatst is. Hierdoor is het theoretisch mogelijk dat een waarde buiten het genoemde bereik gerapporteerd wordt.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De KS-KA dataset vertoont geen waarden van ff en fx buiten het bereik [0,75] m/s. De variabele gff is niet beschikbaar in de KS-KA dataset en test A12 is daardoor niet uitgevoerd.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont geen waarden voor ff, fx en gff buiten het bereik [0,75] m/s.

Samenvatting testen A10-A12

- Deze testen volgen uit de SIAM specificaties en voegen weinig toe.
- De testen zijn in beide datasets altijd gehaald.

3.4.3 Bereik (klimatologie)

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Bereik/extremen <i>Test op klimatologisch reële waarde</i>	A13 pp in [960,1050] hPa ^{I-ID} A14 ff in [0,35] m/s ^{I-ID} A15 fx in [0,50] m/s ^{I-ID} A16 gff in [0,50] m/s ^{I-ID}	Verdacht pp Verdacht ff Verdacht fx Verdacht gff

A13 pp in [960,1050] hPa

Deze test is een verfijning van A08, waarbij op basis van opgetreden waarden in het verleden getest wordt op een strikter bereik in de luchtdruk op zeeniveau (MSL).

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De KS-KA dataset vertoont geen waarden van pp buiten het bereik [960,1050] hPa.
- De laagste luchtdruk in de KS-KA dataset is 973.7 hPa (Terschelling, 20071202).
De laagste luchtdruk in Nederland gemeten door het KNMI bedraagt 954.2 hPa (Eelde, 19831127).
De hoogste luchtdruk in de KS-KA dataset is 1044.3 hPa (Eelde, 20061223).
De hoogste luchtdruk in Nederland gemeten door het KNMI bedraagt 1050.0 hPa (De Bilt, 19320126).

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont geen waarden voor pp buiten het bereik [960,1050] hPa.

Samenvatting test A13

- Deze test is gebaseerd op klimatologisch reële waarden voor pp.
- De test is in beide datasets altijd gehaald.

A14 ff in [0,35] m/s

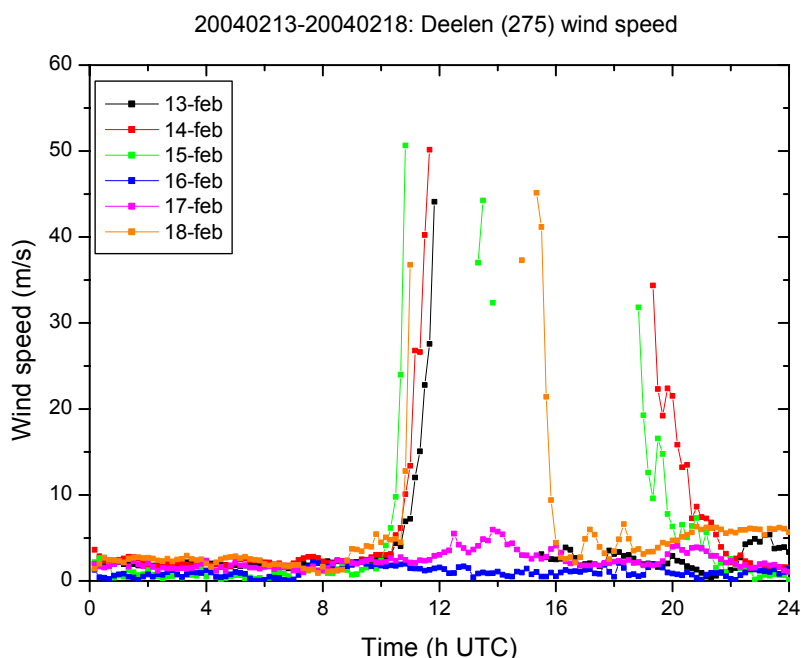
Deze test is een verfijning van A10, waarbij op basis van opgetreden waarden in het verleden getest wordt op een strikter bereik in de 10-meter windsnelheid. Het is echter niet zeker of dit bereik voldoende is voor stations aan de kust en voor Noordzee platforms.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De geanalyseerde KS-KA dataset bevat 10' windsnelheden buiten het bereik [0,35] m/s, maar deze zijn foutief. Het betreft een aantal perioden van 13-26 februari 2004 in Deelen (275), waarbij 10' windsnelheden tot 50.7 m/s en windstoten (fx) tot zelfs 74.0 m/s voorkomen, zoals te zien is in het overzicht met overschrijdingen (17x) hieronder en in de dagelijkse gang van ff voor 13-18 februari in Figuur 3.1. De hoge windsnelheden worden afgewisseld met fatale fouten gerapporteerd door de SIAM, die gedurende deze dagen veelvuldig voorkomen. De windsnelheidvariabelen zijn voor die 10' intervallen niet beschikbaar in de dataset, wat zichtbaar is in de figuur. Het is niet duidelijk waardoor de extreme windsnelheden voorkomen, na meldingen door WIS aan de KLu zijn werkzaamheden uitgevoerd en is de storing afgemeld nadat het zich na 28 februari niet meer heeft voorgedaan.

- De hoogste werkelijk opgetreden windsnelheid in de KS-KA dataset is 32.8 m/s (Hoek van Holland, 20051125).

locatie	datum	tijd	pp	ff	fsd	fx
275 a	20040213	1150	1033.645	44.11	8.97	66.80
275 a	20040214	1130	1026.807	40.23	8.18	62.94
275 a	20040214	1140	1026.605	50.16	10.14	73.87
275 a	20040215	1050	1026.137	50.65	10.41	74.02
275 a	20040215	1320	1025.960	37.02	7.30	63.29
275 a	20040215	1330	1025.859	44.24	7.65	68.47
275 a	20040218	1100	1025.051	36.77	7.34	57.42
275 a	20040218	1450	1022.732	37.29	9.83	69.60
275 a	20040218	1520	1022.331	45.14	8.99	65.62
275 a	20040218	1530	1022.435	41.16	7.32	67.17
275 a	20040222	1510	1011.114	38.50	6.18	53.23
275 a	20040223	940	1016.294	42.05	7.77	68.57
275 a	20040223	1510	-99.000	39.99	9.44	69.05
275 a	20040225	1400	1005.315	37.64	7.81	59.29
275 a	20040225	1600	1005.029	43.12	13.32	70.92
275 a	20040226	1620	998.303	48.22	11.67	71.36
275 a	20040226	2110	998.703	46.20	8.55	72.43



Figuur 3.1. Dagelijkse gang van de windsnelheid op station Deelen (275) in de periode 13-18 februari 2004.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont één waarde voor ff buiten het bereik $[0, 35]$ m/s; voor locatie KLW24t werd op 18 april 2008 om 12:10 een 10-meter windsnelheid van 39.4 m/s gerapporteerd. De twee 10' intervallen voor deze overschrijding was de windwaarneming op deze locatie niet beschikbaar. Deze uitschieter wordt waarschijnlijk veroorzaakt door onderhoudswerkzaamheden van de KLu (ALMA). Voor dit interval geldt tevens dat de windstoot kleiner is dan de gemiddelde windsnelheid, zie daarom ook test Bo1.

Samenvatting test A14

- Deze test is gebaseerd op klimatologisch reële waarden voor ff.
- In de KS-KA dataset faalt de test 17x ten gevolge van foutieve windmetingen op station Deelen en in de KMDS dataset 1x op Leeuwarden.

A15-A16 fx, gff in $[0,50]$ m/s

Deze testen zijn een verfijning van A11-A12, waarbij op basis van opgetreden waarden in het verleden getest wordt op een strikter bereik in de 10-meter windstoot. Het is echter niet zeker of dit bereik voldoende is voor stations aan de kust en op platforms.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De KS-KA dataset waarden voor fx boven 50 m/s, maar deze zijn fout. Het betreft wederom een aantal perioden in februari 2004 op station Deelen (275), waarbij gedurende de dag onmogelijke windstoten tot 74 m/s voorkomen, zoals hierboven beschreven voor test A14. De hoge windstoten worden afgewisseld met fatale fouten gerapporteerd door de SIAM. De KS-KA dataset vertoont verder geen waarden van fx buiten het bereik $[0,50]$ m/s.
- De hoogste 'echte' windstoot (fx) in de KS-KA dataset is 47.8 m/s (Hoek van Holland, 20051125). De hoogste windstoot ooit in Nederland gemeten door het KNMI (tijdens een windhoos) bedraagt 56 m/s (Vlieland, 19481105).
- De variabele gff is niet beschikbaar in de KS-KA dataset en test A16 is daardoor niet uitgevoerd.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont één waarde van fx buiten het bereik $[0,50]$ m/s. Op 15 april 2008 om 11:10 was fx voor windmeetpaal Berkhout (A249a) 73.5 m/s. Dit valt samen met de uitwisseling van een windvaan vanwege de ijktermijn, maar mag normaalgesproken niet voorkomen. In het verloop van de overige windvariabelen treden voor dit geval geen bijzonderheden op.

Samenvatting testen A15-A16

- Deze testen zijn gebaseerd op klimatologisch reële waarden voor fx en gff .
- In de datasets faalt de test een beperkt aantal keren ten gevolge van foutieve windmetingen met een onbekende oorzaak.

3.5 Testen op interrelaties tussen parameters

3.5.1 Logische inconsistenties

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Logische inconsistentie <i>Test op fouten betreffende definitiekwesties</i>	$Bo1 \quad ff \leq gff$	Fout ff , gff

$Bo1 \quad ff \leq gff$

Per definitie is de 10' windsnelheid gelijk aan of kleiner dan de 10' windstoot (gff). Voor het element fx hoeft deze relatie niet te gelden, omdat deze variabele een vertraging ingebouwd heeft en in het uiterste geval een 20 minuten oude samplewaarde van de windsnelheid kan rapporteren. Zie Appendix E voor een uitleg van de processing van windvariabelen op het KNMI. Merk op dat voor de herleiding van windsnelheid naar 10 meter hoogte twee verschillende formules in gebruik zijn voor

de gemiddelde windsnelheid en de windstoot (Wauben, 2001). Hierdoor kan test Bo 1 theoretisch gezien falen, wanneer de 10' gemiddelde windsnelheid en windstoot worden vergeleken voor windlocaties met een andere meethoogte dan 10 meter.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De variabele gff is niet beschikbaar in de KS-KA dataset en test Bo 1 is daardoor niet uitgevoerd.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont één waarneming waarvoor deze test niet gehaald werd. Op 20080418 om 12:10 was de waarde van ff en gff op locatie KLW24t (Leeuwarden) respectievelijk 39.4 en 39.0 m/s. Bij herleiding naar de waarden op sensorhoogte (6 meter) volgens Wauben (2001) is de windstoot wel groter dan de gemiddelde windsnelheid. De uitschieter in beide waarden wordt vermoedelijk veroorzaakt door werkzaamheden uitgevoerd door de KLu, zie test A14.

Samenvatting test Bo 1

- Deze test volgt uit de definitie van ff en gff en faalt zelden.
- De test is in de KMDS dataset 1x niet gehaald omdat voor de herleiding van windstoot en gemiddelde windsnelheid naar 10 meter verschillende formules gebruikt worden.

3.5.2 Overige testen

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Overig <i>Test op waarschijnlijke interrelaties</i>	Bo2 $ff > 0$ m/s indien $dsd > 0^\circ$ ^{WMO 488} Bo3 $dsd > 0^\circ$ indien $ff > 0$ m/s ^{WMO 488} Bo4 $fsd > 0$ m/s indien $ff > 0$ m/s Bo5 $dsd < Y^\circ$ indien $ff > X$ m/s Bo6 $(gff-ff)/fsd \leq 5$ ^{Van der Meulen/SIAM}	Verdacht ff Verdacht dd Verdacht fsd Verdacht dsd, dd Verdacht gff

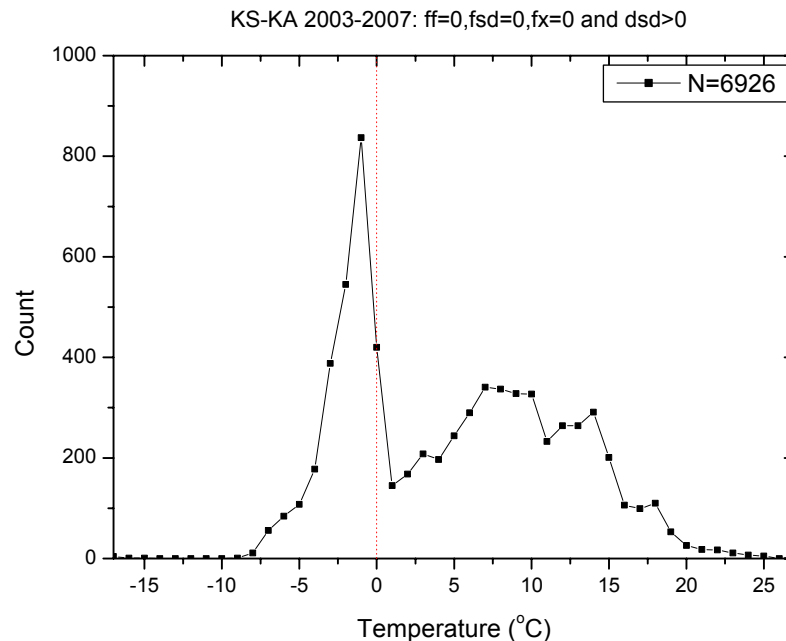
Bo2 $ff > 0$ indien $dsd > 0^\circ$

Deze test lijkt geschikt om storingen in de operatie van cup anemometers te detecteren. De voorwaarde dat de windsnelheid nul is in combinatie met een variërende windrichting ($dsd > 0$) duidt erop dat de anemometer niet meer kan roteren terwijl er in werkelijkheid wel wind is die de windvaan in beweging brengt. Bij zeer lage windsnelheden is het echter ook mogelijk dat het aanloopkoppel van de anemometer net niet overschreden wordt, waardoor deze stil blijft staan. Mogelijk moet aan deze test een temperatuurcriterium toegevoegd worden.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Deze test wordt met grote regelmaat niet gehaald, wat vermoedelijk vooral te maken heeft met het feit dat de anemometer pas roteert boven een bepaalde windsnelheid. Daaronder zal de 10' windsnelheid nul zijn terwijl de windvaan wel een veranderlijke windrichting kan geven. De grote hoeveelheid overschrijdingen (0.9%) op platform K13 (252) is te wijten aan een aantal periodes waarvoor de windsnelheidvariabelen achter elkaar nul zijn geweest, zoals van 24-30 november 2005 en 1-14 februari 2006.
- De test moet mogelijk aangevuld worden met een criterium waarin ook de windstoot worden beschouwd, omdat in dat geval in het beschouwde 10' interval zeker geen wind gemeten is. Omdat voor de KS-KA dataset de parameter gff niet beschikbaar is, wordt hier vereist dat de parameters fx en fsd naast ff ook gelijk zijn aan nul. Daarbij reduceert het aantal overschrijdingen van 11224 naar 6926 (62%). Een groot deel van deze reductie treedt

echter op doordat de platforms (waaronder K13 Alpha (252) met oorspronkelijk 2308 overschrijdingen) geen fsd rapporteren. De verdeling van de 10' luchttemperatuur voor deze gevallen is weergegeven in Figuur 3.2. Hierin is een duidelijke piek te zien voor temperaturen tussen -5 en 0 graden, overeenkomend met situaties waarin de mechanische onderdelen in de anemometer kunnen vastvriezen.

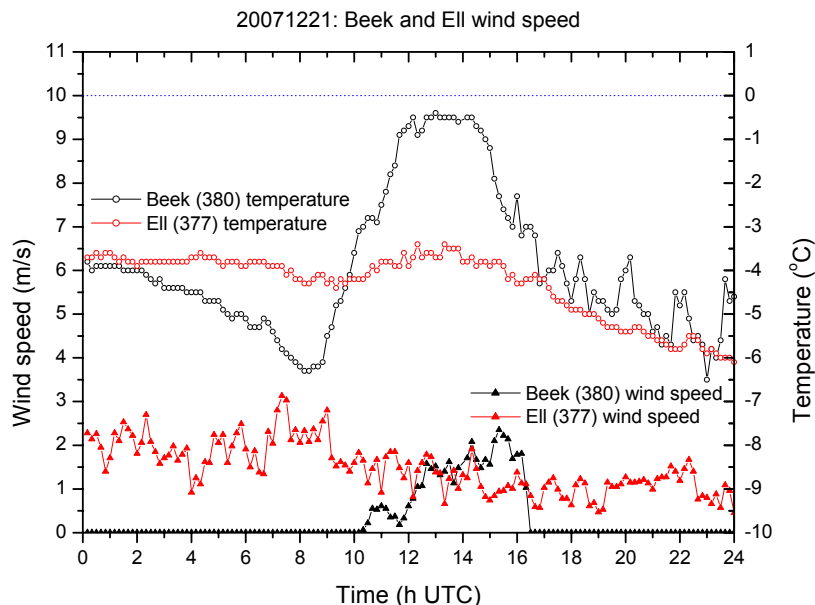


Figuur 3.2. Verdeling van de 10' temperatuur (ta) voor de 6926 gevallen waarvoor deze test niet gehaald werd bij een aanvullend criterium fsd=0 en fx=0. Bingrootte is 1°C.

- Een recent geval van het vastvriezen van de anemometer trad op voor Beek (380), waar in de nachtperiode van 20-22 december 2007 een aantal uren achter elkaar ff=0 werd gerapporteerd bij temperaturen onder nul. In Figuur 3.3 zijn de windsnelheid en 1.5 m temperatuur voor de bewuste locatie en het nabij gelegen Ell (377) weergegeven voor 21 december. In de bewuste 10' intervallen met een windsnelheid nul werd ook voor de parameters gff en fsd ononderbroken de waarde nul gerapporteerd. De windsnelheid in Ell daarentegen was in deze periodes niet nul, maar wel klein. De cup anemometer in Beek komt overigens overdag gedurende een periode dat de 1.5 m temperatuur toeneemt (10:00-16:30) nog wel in beweging, ondanks dat deze nog wel onder nul is.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- Deze test wordt in de KMDS 2008 dataset op verschillende locaties niet gehaald, zoals op locaties A330a in Hoek van Holland (52x) en KEH22t in Eindhoven (30x). Dit gebeurt vooral tijdens een aantal bijna windstille periodes, waardoor de anemometer niet in beweging komt. Bij aanvulling van het criterium ff=0 met de eis gff=0 reduceert het aantal gevallen van 436 tot 209 (48%). Hierin valt op dat vooral voor de secundaire KLu 6-meter locaties op o.a. Soesterberg, Leeuwarden en Gilze-Rijen veel overschrijdingen voorkomen. Dit kan vermoedelijk deels verklaard worden door de lagere meethoogte dan de standaard 10 meter, al hoewel op sommige KLu stations ook de beschutting in de nabijheid van de windmeetlocaties langs de landingsbanen aanzienlijk is (zie bv. test Do4 in sectie 3.7.2).



Figuur 3.3. Temperatuur en windsnelheid op stations Beek (380) en Ell (377) op 21 december 2007.

Samenvatting test Bo2

- De test wordt vaak niet gehaald ten gevolge van zeer lage windsnelheden, waardoor de anemometer niet in beweging komt.
- De test dient minimaal aangevuld te worden met de eis dat tegelijkertijd ook de windstoot gff gelijk is aan nul.
- Eventueel kan de test aangevuld worden met een temperatuurcriterium om te helpen vastgevroren anemometers te herkennen.

Bo3 $dsd > 0^\circ$ indien $ff > 0$ m/s

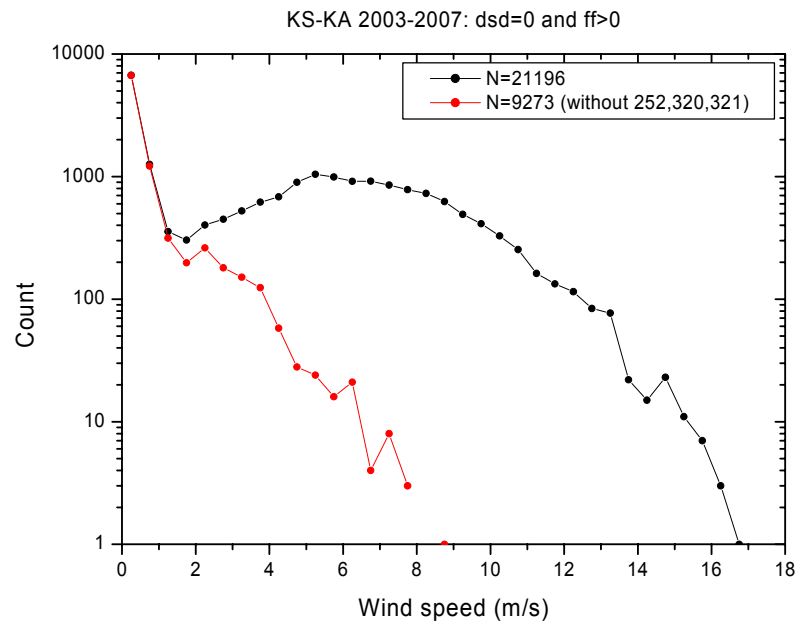
Dit is de omgekeerde check van test Bo2; indien de windsnelheid niet nul is, moet in principe ook de windrichting over het 10' interval veranderlijk zijn, ofwel $dsd > 0^\circ$. Verstoringen in de operatie van de windvaan kunnen dus mogelijk gedetecteerd worden uit deze interrelatie tussen de windsnelheid en de windrichting waarneming. Bij weinig wind kan het echter zo zijn dat het aanlooppoppel van de windvaan niet gehaald wordt, waardoor de windvaan niet in beweging komt.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- In Appendix C is voor test Bo3 te zien hoe vaak deze niet gehaald is. Naast de drie eerder genoemde RMI platforms faalt de test vooral in Rotterdam (344) bovengemiddeld vaak.
- Figuur 3.4 geeft voor de KS-KA 2003-2007 dataset de verdeling weer van de windsnelheden ff behorend bij de 21230 gevallen waarvoor $dsd=0$. De meeste gevallen komen voor bij lage windsnelheden, maar ook bij hogere waarden van ff (tot 16 m/s) treden deze situaties op. Het valt op dat deze situaties gevonden worden op de RMI locaties in deze dataset: K13 Alpha Platform (252), Lichteiland Goeree (320) en Euro Platform (321). Wanneer deze stations uit de verdeling worden gefilterd is de rode lijn het resultaat voor de 9273 gevallen (44%) die overblijven. De oorzaak van het frequente voorkomen van deze situatie op de RMI platforms is vermoedelijk de hogere waarneempositie van de windsensoren. Op K13, Lichteiland Goeree en Euro Platform is deze respectievelijk 75 m, 38 m en 29 m. Dit leidt

onder sommige voorwaarden tot een onverstoord windveld waarin de windrichting over 10 minuten dusdanig weinig varieert dat de waarde voor dsd op nul uitkomt. Ter controle is voor de KMDS dataset het 80 en 140 m niveau op Cabauw (348) geanalyseerd, waar bovengemiddeld vaak hetzelfde fenomeen werd gevonden (niet getoond).

- Uit bovenstaand voorbeeld blijkt dat een bepaalde marge in de test noodzakelijk is om niet voor elk geval waarbij het aanlooppoppel van de windvaan t.g.v. een lage windsnelheid niet gehaald wordt, een waarschuwing te krijgen. Wanneer deze marge op 0.5 m/s wordt gesteld, blijven in totaal 14489 (uit 21196) gevallen over waarvoor de test niet gehaald wordt. Zonder de RMI platforms blijven in dat geval 2610 (uit 9273) overschrijdingen over.



Figuur 3.4. Verdeling van het aantal gevallen waarvoor geldt dat $dsd=0$ bij een windsnelheid groter dan nul, in de KS-KA 2003-2007 dataset, voor alle stations (zwart) en voor alle stations uitgezonderd de RMI platforms 252, 320 en 321 (rood).

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- Appendix D laat zien dat wederom vooral op de RMI locaties (252, 320, 321), maar ook op het nieuwe KNMI Platform F16 deze test vaker niet gehaald wordt. De locaties op de KLu-velden (bv. KWOobso7t en KWO25t) en De Bilt Test (A261a) vallen hierin ook op, omdat deze test daar vaker dan op andere locaties faalt. De aard van deze verschillen is niet onderzocht.

Samenvatting test Bo3

- De test wordt vaak niet gehaald ten gevolge van zeer lage windsnelheden, waardoor de windvaan niet in beweging komt.
- De test is niet bruikbaar voor windrichting gemeten op grotere hoogte (platforms, Cabauw) in verband met de grotere kans op een onverstoord windveld.
- De test dient aangevuld te worden met een minimale windsnelheid in de range 0.5 tot 1.0 m/s om bruikbaar te zijn.

Bo4 $fsd > 0 \text{ m/s}$ indien $ff > 0 \text{ m/s}$

Indien de windsnelheid groter is dan nul, moet de bijbehorende standaarddeviatie in principe positief zijn. In deze subsectie wordt bekeken hoe vaak, en onder welke omstandigheden, hier niet aan wordt voldaan.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De test is in totaal 15x niet gehaald (niet opgenomen in Appendix D), overwegend bij 10' windsnelheden kleiner dan 1 m/s. De waarde voor fx verschilt voor deze overschrijdingen slechts weinig van ff en de omliggende waarden voor fsd zijn in de meeste gevallen ook zeer klein ($< 0.1 \text{ m/s}$). Het gaat hierbij naar alle waarschijnlijkheid niet om foutieve waarnemingen, waarbij de standaarddeviatie zeer klein is ($< 0.005 \text{ m/s}$).

locatie	datum	tijd	pp	ff	fsd	fx
261 a	20040517	320	1027.430	0.45	0.00	0.51
240 18Cm27	20050918	1830	1028.203	0.94	0.00	1.01
242 a	20050919	2010	1025.368	0.92	0.00	0.99
310 a	20050920	130	1025.112	1.07	0.00	1.14
348 a	20050217	1740	1026.815	0.30	0.00	0.37
375 a	20051007	1900	1017.795	0.70	0.00	0.78
240 18Cm27	20060421	140	1014.912	1.17	0.00	1.25
251 a	20060102	1630	1025.499	0.28	0.00	0.35
251 a	20060310	1930	999.289	0.66	0.00	0.72
344 24t	20060606	2310	1029.529	0.26	0.00	0.33
377 a	20060503	1750	-99.000	0.39	0.00	0.47
377 a	20060916	1640	-99.000	0.20	0.00	0.24
275 a	20070315	420	1031.964	0.45	0.00	0.51
348 a	20070314	2240	1034.414	0.37	0.00	0.43
350 a	20070314	2400	1033.974	0.10	0.00	0.16

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De KMDS dataset vertoont geen waarden waarvoor deze test faalt.

Samenvatting test Bo4

- Deze test wordt slechts een beperkt aantal keren niet gehaald in de KS-KA dataset gedurende perioden waarin het bijna windstil is.
- Deze test lijkt niet bruikbaar om verdachte windwaarnemingen te herkennen.

Bo5 $(gff-ff)/fsd \leq 5$

Windmetingen langs start- en landingsbanen op vliegvelden kunnen verstoord worden door passerende vliegtuigen. Dit treedt vooral op wanneer de windrichting dusdanig is dat de gemeten wind uit de richting van de baan komt. Voorwaarde voor het optreden van vortexverstoringen is uiteraard dat de baan in gebruik is.

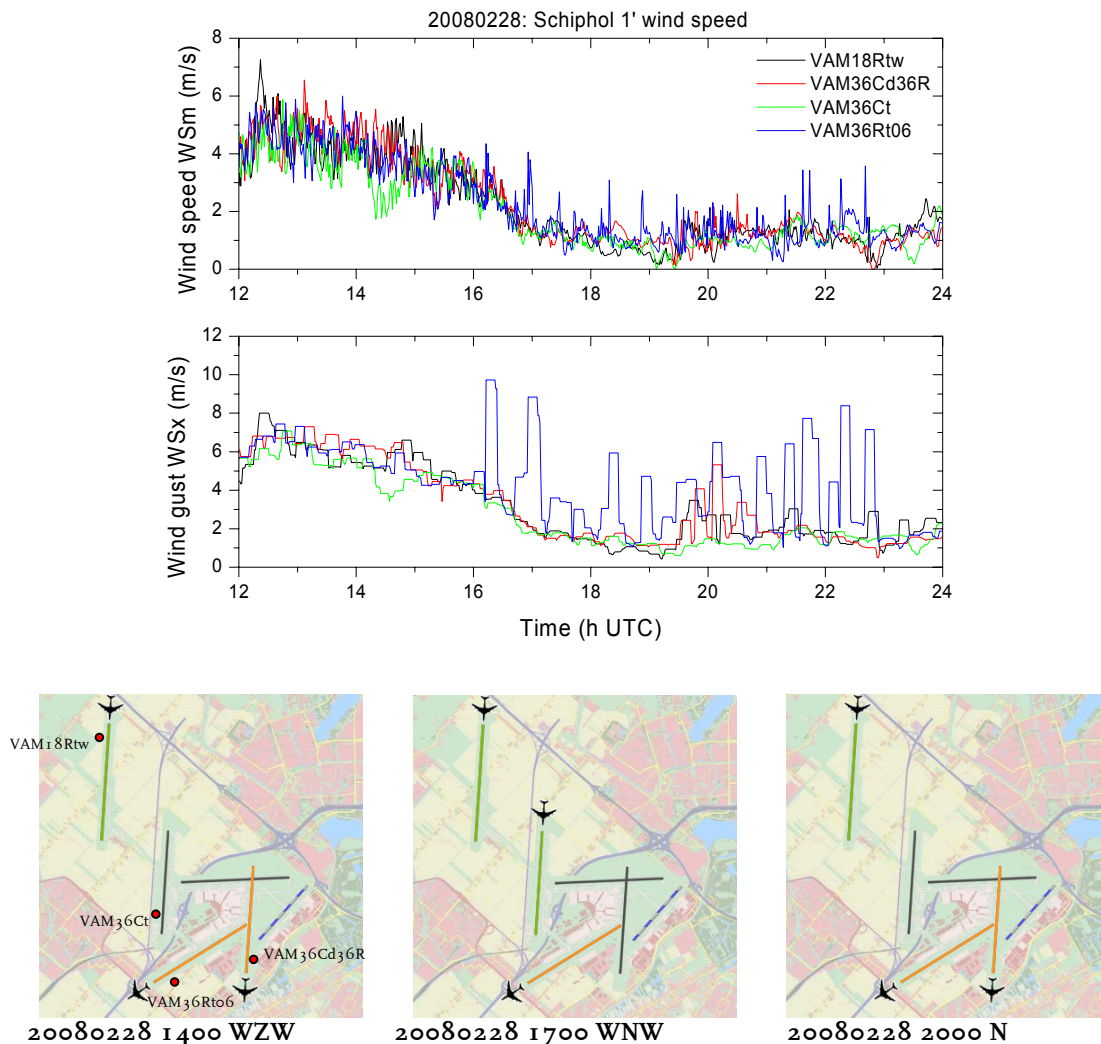
Hiervoor is een zogenaamde wake vortex compensatie ingebouwd in de wind SIAM. Deze kan optioneel ingeschakeld worden. Voldoet een wind sample aan de gestelde criteria, dan wordt aangenomen dat de windstoot wordt veroorzaakt door vliegtuigen en wordt de waarde voor dat sample naar beneden gecorrigeerd. De DWO SIAM past indien nodig een vortexcompensatie toe op een 12" sample van de windsnelheid (FS) indien:

$$FS > FF + 4 \times FSD + 0.5$$

waarna correctie plaatsvindt naar een waarde

$$FS = FF + 2 \times FSD + 0.5$$

onder voorwaarde dat $FS < 15 \text{ m/s}$, $FF > 0.5 \text{ m/s}$, $FSD > 0.5 \text{ m/s}$ en het percentage gemiste samples kleiner is dan 10%. In het bovenstaande is FF de 10' gemiddelde windsnelheid en FSD de 10' standaarddeviatie. Om risico te voorkomen is de bovengrens van 15 m/s voor FS gekozen. Om de vortexcorrectie uit te testen is deze momenteel alleen ingeschakeld voor de locaties VAM 18Ct, VAM36Ct en VAM36Rto6 op Schiphol, VBK04t en VBK22t op Beek, De Bilt Test en Cabauw.



Figuur 3.5. 1' windsnelheid en windstoot (10' waarde) voor locaties 18Rtw, 36Cd36R, 36Ct en 36Rto6 op Schiphol op 28 februari 2008 van 12 tot 24 UTC. Het baangebruik om 14:00, 17:00 en 20:00 is daaronder weergegeven (groen: start, oranje: landing). Bron: luchtverkeersleiding.nl.

Een voorbeeld van de invloed van het wake vortex effect is de situatie op Schiphol op 28 februari 2008 in Figuur 3.5, waarin de 1' windsnelheid (WSm) en de windstoot (WSx) voor vier windlocaties is weergegeven tussen 12 en 24 UTC, met daaronder het baangebruik en de overheersende windrichting (Bron: www.luchtverkeersleiding.nl). Een compleet kaartje met de posities van de twee druk- en acht sets windsensoren op Schiphol is te vinden in Appendix A. Het valt op dat locatie VAM36Rto6 tussen 16 en 23 UTC veel hogere windstoten rapporteert dan de andere locaties. In de periode vóór 16 UTC was baan 06 ook al in gebruik als startbaan, maar vermoedelijk heeft de WZW windrichting in die periode ervoor gezorgd dat er geen tot weinig verstoringen in de windmetingen

hebben plaatsgevonden. Locatie VAM36Cd36R vertoont eveneens hogere windstoten rond 20 UTC, wanneer de baan volgens de informatie over het baangebruik tijdelijk is opengesteld voor starts.

In test Bo6, die wordt getoetst aan de hand van de ingewonnen KMDS dataset, wordt gebruik gemaakt van een criterium dat erg op die in de SIAM lijkt (Van der Meulen, 1998). Er wordt verondersteld dat een windstoot gff beïnvloed is door vliegtuigbewegingen wanneer:

$$\frac{gff - ff}{fsd} > 5$$

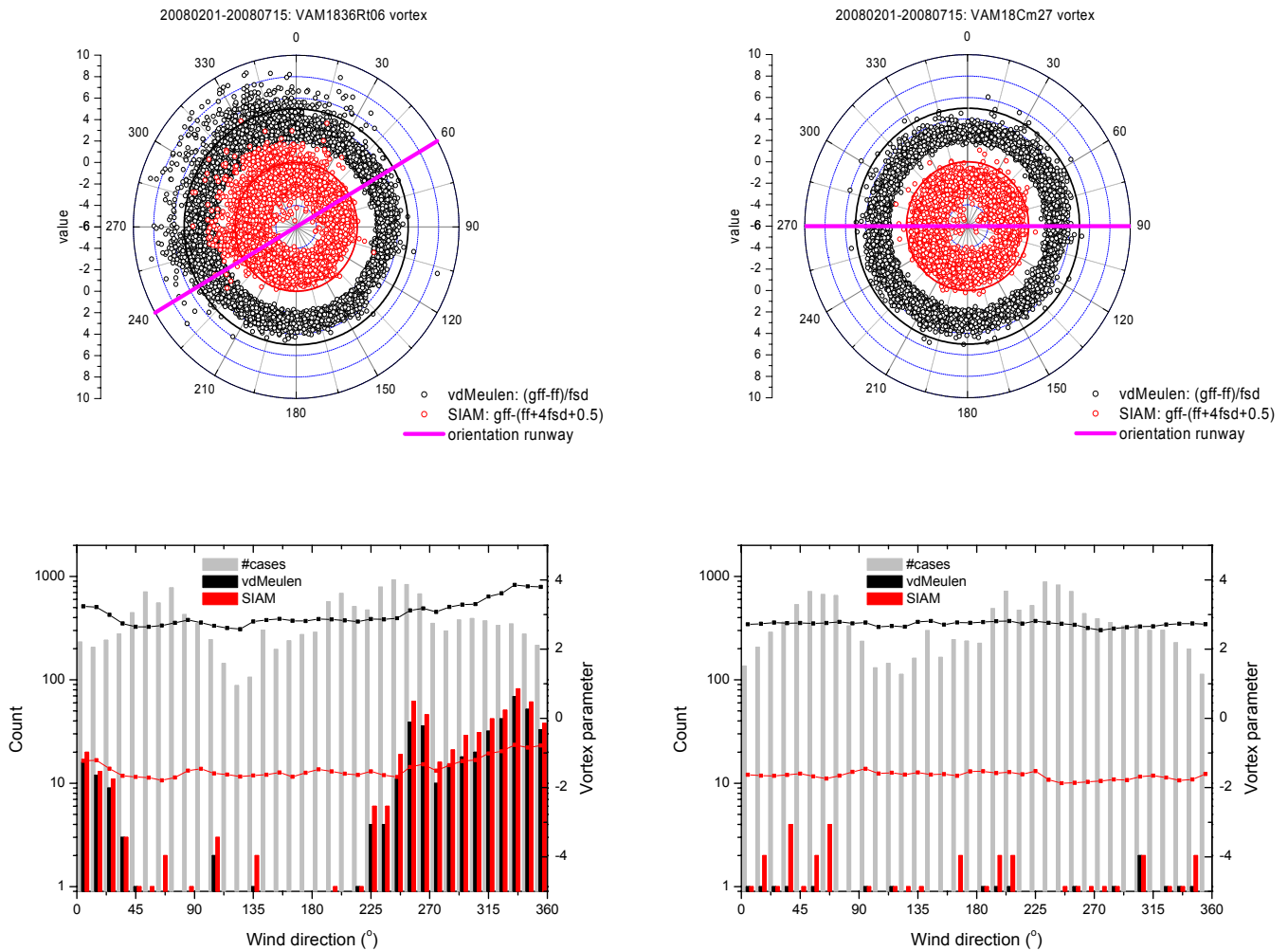
onder de voorwaarden dat $gff < 15 \text{ m/s}$, $ff > 0.5 \text{ m/s}$ en $fsd > 0.5 \text{ m/s}$. De vortex parameter $(gff - ff)/fsd$ wordt ook wel genormaliseerde windsnelheid genoemd. Merk op dat het SIAM criterium analoog aan deze formule geschreven kan worden in de vorm $(gff - ff - 0.5)/fsd > 4$. Overigens kan test Bo6 voor de RMI locaties (DK13, DLEG, DEPL, DSPY) niet uitgevoerd worden, omdat voor die locaties geen standaarddeviatie fsd gerapporteerd wordt.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- De variabele gff is niet beschikbaar in de KS-KA dataset. Deze test is daarom niet uitgevoerd voor deze dataset.

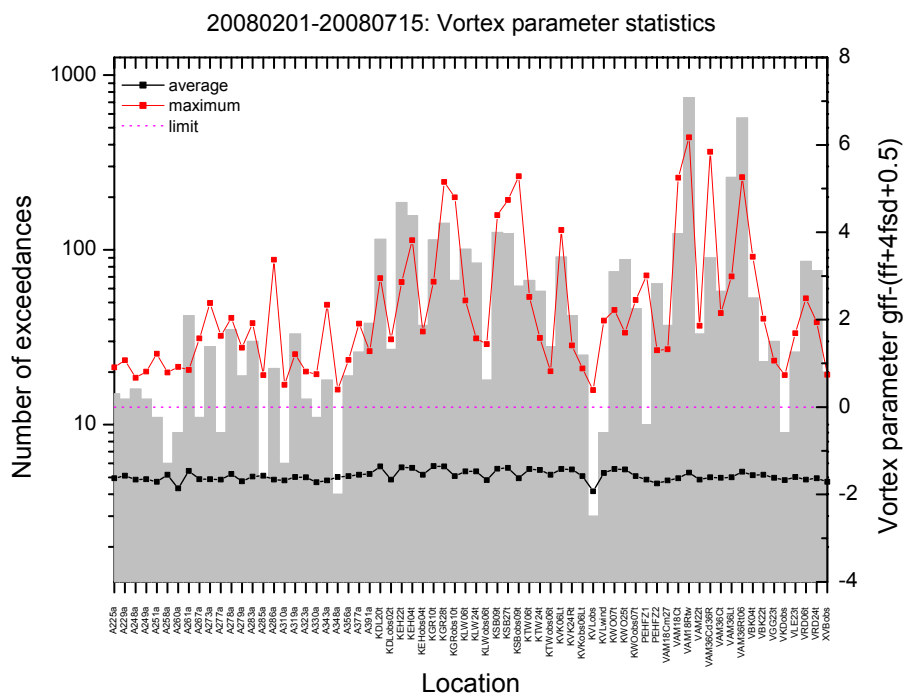
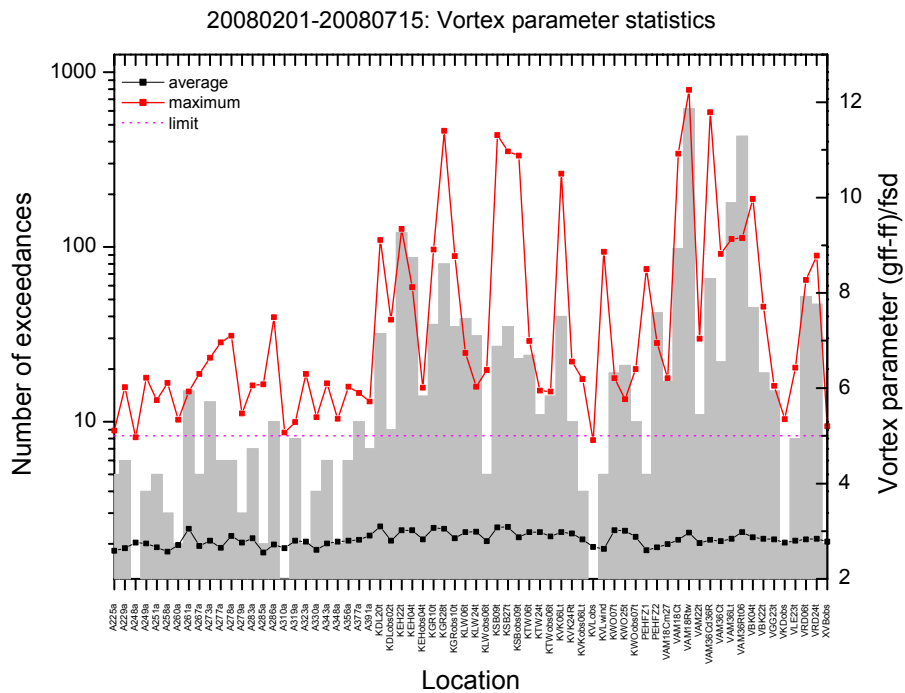
Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De test wordt vaak niet gehaald, vooral voor de locaties op Schiphol en andere burgervliegvelden. In 95% van de gevallen faalt de vortex test op locaties op burgervliegvelden, militaire bases en helidecks. Op Schiphol zijn locaties VAM36Rto6 en VAM18Rtw koplopers wat betreft het aantal detecties van een vortex situatie (resp. 617 en 432 overschrijdingen). Na deze locaties zijn het respectievelijk VAM36Lt (179x), KEH22t op Eindhoven (121x) en VAM18Ct (98x) waar de test het vaakst faalt.
- Wanneer in plaats van het criterium van Van der Meulen de SIAM criteria worden gebruikt, worden in totaal 80% meer vortex situaties gedetecteerd (4485 i.p.v. 2501). Dit gebeurt echter niet alleen voor vliegveldlocaties, maar ook voor ‘normale’ AWS-en, waardoor waarschijnlijk meer valse meldingen geïntroduceerd worden. Het aandeel van gefaalde testen op vliegvelden van het totale aantal daalt dan van 95% naar 91%.
- In Figuur 3.6 is voor de periode 1 februari–15 juli 2008 voor twee windlocaties op Schiphol de waarde van de vortex parameters $(gff - ff)/fsd$ (Van der Meulen, 1998) en $gff - (ff + 4 * fsd + 0.5)$ (Bijma, 2008) als functie van de windrichting weergegeven, samen met de bijbehorende grenzen voor overschrijding. In de onderste figuren is het aantal overschrijdingen per windrichtingsector weergegeven. Voor de locaties VAM36Rto6 en VAM18Cm27 is de oriëntatie van de dichtstbijzijnde landingsbaan weergegeven met de paarse lijn. Het is duidelijk dat locatie VAM36Rto6, die ondanks de ingeschakelde vortexcompensatie in totaal het hoogste aantal gefaalde testen kent van alle locaties in de KMDS dataset, veel overschrijdingen rapporteert voor windrichtingen waarbij de windmast stroomafwaarts van de landingsbaan ligt. Dit wil zeggen dat voor deze locatie de windsnelheidmeting regelmatig verstoord wordt bij windrichtingen tussen respectievelijk 240 en 60 graden.
- Voor locatie VAM18Cm27 op Schiphol liggen nagenoeg alle waarnemingen onder de grenzen voor vortexdetectie. De windmast op deze locatie wordt gebruikt voor de SYNOP rapporten en staat dicht bij het waarneemveld, verder verwijderd van landingsbanen dan de overige windlocaties (zie Figuur A.2 in Appendix A). Merk op dat het aantal gevallen #cases in de onderste figuren het totaal aantal 10° waarnemingen per windrichtingsector van 10 graden aangeeft waarvoor een vortexdetectie is uitgevoerd, d.w.z. waarvoor $gff < 15 \text{ m/s}$, $ff > 0.5 \text{ m/s}$ en $fsd > 0.5 \text{ m/s}$.



Figuur 3.6. Overzicht van de windrichtingafhankelijkheid van twee vortex parameters voor locaties VAM36Rto6 en VAM18Cm27 op Schiphol. De bingrootte in de onderste twee figuren is 10°.

Figuur 3.7 geeft voor de twee beschouwde vortex parameters de statistieken weer voor alle beschikbare locaties in de KMDS 2008 dataset. Behalve de minimum, gemiddelde en maximum waarde van de parameters is het aantal overschrijdingen (parameter respectievelijk >5 en >0) per locatie weergegeven. Het is goed te zien dat de vliegveldlocaties (locaties rechts van 'A391a') conform Appendix D gewoonlijk de meeste overschrijdingen rapporteren en dat de hoogste maxima van de vortex parameters gewoonlijk ook op deze locaties voorkomen. Merk echter op dat niet al deze locaties nabij een landingsbaan gelegen zijn. Zo betreffen de locaties met achtervoegsel 'obs' het waarneemveld op het luchthaventerrein en staat de windmast corresponderend met KVLwind ook niet bij een landingsbaan. In het algemeen is dat te zien aan de lagere hoeveelheid vortex detecties dan voor eventuele overige windmeetlocatie(s) op hetzelfde luchthaventerrein. De hoogste waarden traden op voor locatie VAM18Rtw op Schiphol, met een maximale waarde van respectievelijk 12.26 en 6.17.



Figuur 3.7. Overzicht van de minimum, gemiddelde en maximum waarde gevonden voor de vortex parameters $(gff-ff)/fsd$ (boven) en $gff-(ff+4fsd+0.5)$ (onder) en het aantal overschrijdingen in de KMDS 2008 dataset voor de beschikbare locaties.

Het criterium $gff < 15 \text{ m/s}$ dient ervoor om harde windstoten niet te compenseren. Mogelijk worden daarmee namelijk gevaarlijke situaties onderschat. Wanneer dit criterium niet gehanteerd wordt, worden in totaal 95 extra overschrijdingen (+4%) gevonden voor de vortex parameter $(gff - ff)/fsd$ en 406 extra overschrijdingen (+9%) voor de vortex parameter $gff - (ff + 4fsd + 0.5)$. Van deze extra overschrijdingen vonden respectievelijk 86% en 78% plaats op locaties met luchtvaartactiviteiten. In de overige gevallen gaat het om een overschrijding van de vortex criteria op normale AWS-en en windmeetpalen.

Samenvatting test Bo5

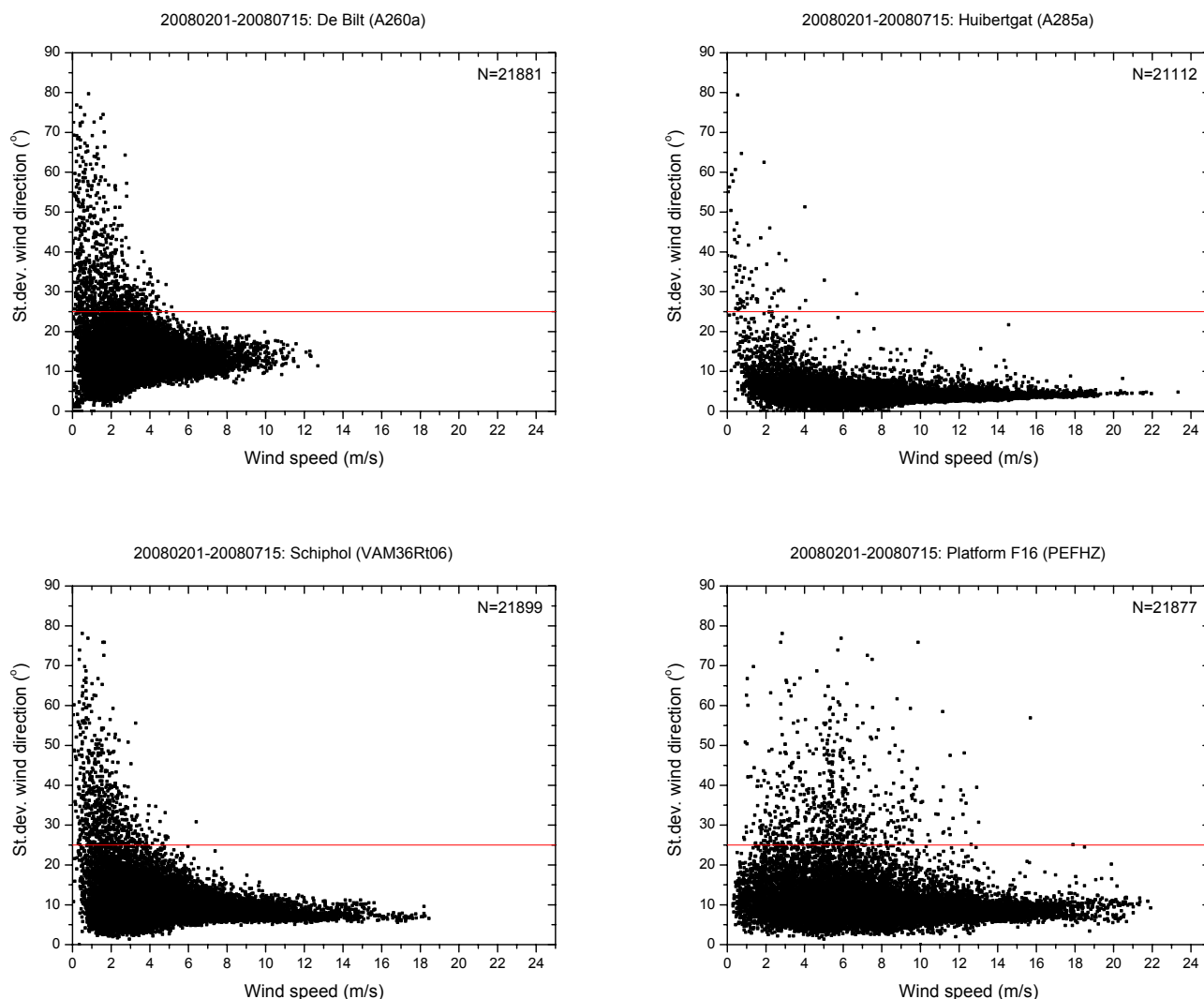
- Deze test is in staat vortexsituaties ten gevolge van passerende vliegtuigen te herkennen in windsnelheidwaarnemingen.
- De test op de 10' waarnemingen wordt regelmatig niet gehaald, vooral voor de locaties op Schiphol en andere burgervliegvelden (95% van het totaal).
- Op slechts een aantal locaties is de vortexcompensatie ingeschakeld. Het aantal vortexdetecties in de 10' variabelen is op deze locaties nog aanzienlijk.
- Ook op niet-vliegveld locaties worden een beperkt aantal keren vortexsituaties gedetecteerd. Bij toepassing van de SIAM criteria wordt dat nog meer.

Bo6 $dsd < X^\circ$ indien $ff > Y \text{ m/s}$

De variatie van de windrichting over een 10' interval is over het algemeen kleiner bij hogere windsnelheden, omdat dan het windveld minder verstoord is en de windvaan dus minder roteert dan bij lage windsnelheden. Een grotere variatie in de windrichting dan de toegestane marge zou in dat geval kunnen duiden op een verstoringseffect dat bijdraagt in het roteren van de windvaan. In deze subsectie kijken we of er een verband te vinden is tussen de windsnelheid (ff) en de standaarddeviatie van de windrichting (dsd).

Dit verband tussen ff en dsd is in de KMDS dataset voor De Bilt, Huibertgat, Schiphol (VAM36Rto6) en Platform F16 (PEHFZ) te zien in de scatterplots in Figuur 3.8. Hierin is het algemene verloop van de windrichtingvariatie met toenemende windsnelheid duidelijk waarneembaar; naast de afname die in het algemeen optreedt, komen tevens erg lage waarden voor dsd niet meer voor. De scatterplot voor dsd convergeert als het ware naar een smalle band met waarden die mogelijk zijn voor hoge windsnelheden. In het algemeen is voor 10' windsnelheden onder 4 m/s daarentegen een zeer groot bereik aan dsd -waarden mogelijk, afhankelijk van de locatie. Voor de locaties in De Bilt, Huibertgat en Schiphol kan bijvoorbeeld gesteld worden dat een dsd van meer dan 25° (rode lijn) boven 5 m/s nauwelijks voorkomt en dat de windrichting waarneming twijfelachtig is bij een overschrijding hiervan.

Echter, voor Platform F16 lijkt dit ten gevolge van de verstoringseffecten die onder meer zichtbaar waren in Figuur 3.8 niet goed te gaan. Een groot aantal gevallen met dsd boven de gestelde limiet zijn in de scatterplot te zien voor windsnelheden tot ongeveer 13 m/s. Het bereik waar de verdeling naar toe convergeert is ook veel breder dan op grond van een zeelocatie (zeer weinig beschutting) verwacht mag worden. Dit smalle bereik is overigens wel goed zichtbaar in de figuur voor Huibertgat, een windmeetpaal op zee. Merk op dat het tweeledige gedrag in de verdeling van dsd voor hoge windsnelheden (boven 18 m/s) op Platform F16 mogelijk veroorzaakt wordt doordat de windwaarneming op dit station geconstrueerd wordt uit twee windsets (zie ook Figuur 3.9).

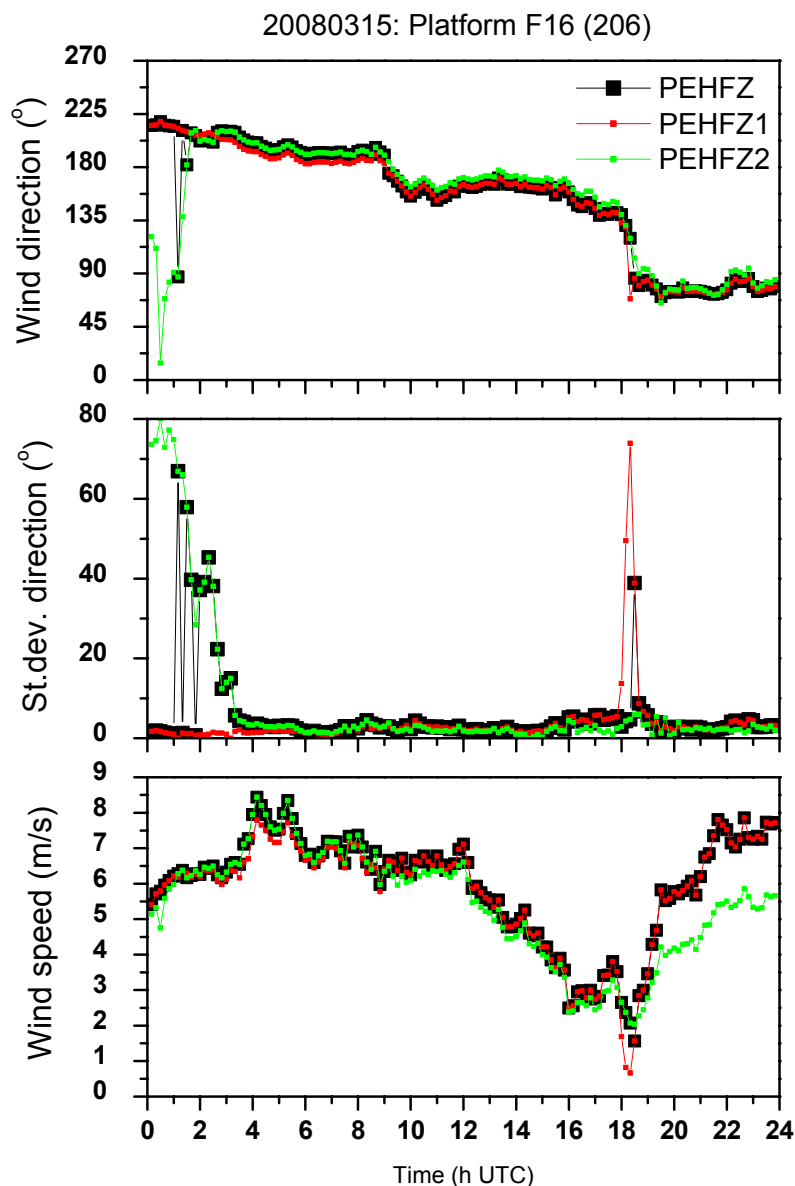


Figuur 3.8. Scatterplots voor de 10' windsnelheid (ff) tegen de standaarddeviatie van de windrichting (dsd) voor windmeetlocaties De Bilt (A260a), Huibertgat (A285a), Schiphol (VAM36Rt06) en Platform F16 (PEFHZ) in de periode 1 februari-15 juli 2008. De rode lijn geeft een grens van 25° in de parameter dsd weer.

In Figuur 3.9 zijn voor Platform F16 de 10' waarden voor dd, dsd en ff op 15 maart 2008 te zien. De windsets op dit station zijn dubbel uitgevoerd, maar zijn niet elkaars back-up, omdat ze elk door de luwte van de vent stack waar ze aan gemonteerd zijn geen realistische waarnemingen kunnen geven voor bepaalde windrichtingen. Automatisch worden daarom de gegevens van de set gebruikt waarvan de anemometer de hoogste 1' windsnelheid meet, dus de zogenaamde loefwaartse set ten opzichte van de vent stack. De windvariabelen van de locatie met de hoogste 1' gemiddelde windsnelheid worden gebruikt in de pseudo-locatie PEFHZ. De eerste windset (PEFHZ1) zit op circa 0° en de tweede windset (PEFHZ2) zit op circa 270° ten opzichte van het noorden.

Tussen 0 en 3 UTC schakelt de windrichting waarneming van locatie PEFHZ1 naar PEFHZ2, omdat in verband met een draaiing van de wind de hoogste windsnelheid daar nadien gemeten

wordt. Dit gaat gepaard met een hoge waarde van de gerapporteerde standaarddeviatie dsd, die vele malen hoger is dan op de andere windlocatie (PEHFZ1) ondanks dat daar een lagere windsnelheid gemeten wordt. Op grond van de gerapporteerde dsd door PEHFZ1 zou verwacht mogen worden dat deze windset het minst verstoord is. De oorzaak hiervan is niet helemaal duidelijk, maar kan te maken hebben met het (zog)effect van de cup anemometer op de windvaan.



Figuur 3.9. Tijdseries van de 10' windrichting (dd), standaarddeviatie van de windrichting (dsd) en windsnelheid (ff) voor de twee windmeetlocaties op stations Platform F16 (206) op 15 maart 2008.

Tijdens een inspectie van het platform in november 2006 werd ook geconstateerd dat de getoonde (operationele) windvaan een grotere variatie in de windrichting vertoonde dan de tweede windvaan. Naar aanleiding hiervan is geopperd om intern KNMI na te gaan of het algoritme dat de operationele windset selecteert goed functioneert, of dat in plaats van de set met de hoogste windsnelheid bijvoorbeeld de set met de minste variatie gekozen zou moeten worden. In het algemeen is het niet

waarschijnlijk dat de variatie van de windrichting zulke hoge waarden aanneemt bij windsnelheden tussen 5 en 10 m/s. Merk op dat rond 18:00 UTC een soortgelijke sprong voor dsd te zien is, nu bij een draaiing van de wind van ca. 140 naar 75°. Dit gebeurt echter bij een veel lagere windsnelheid. Na dit tijdstip meldt PEHFZ2 een significant lagere windsnelheid dan PEHFZ(1), omdat de tweede windset nu in de luwte van de mast ligt.

Samenvatting test Bo6

- Een duidelijk verband is zichtbaar op 10' basis tussen ff en dsd.
- Nader onderzoek naar de bruikbaarheid en haalbaarheid van deze test zal moeten uitwijzen wat goede grenzen zijn. Deze lijken te verschillen per station.
- Ondanks het selectiealgoritme voor windwaarnemingen op platforms lijken de operationele metingen verstoord te worden en is dsd vaak hoger dan verwacht.

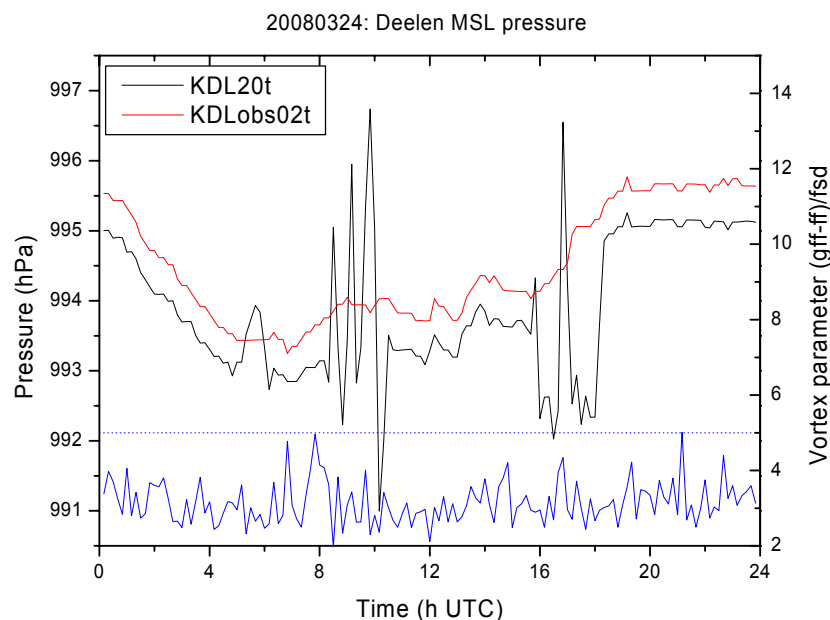
3.6 Testen op temporele inconsistenties

3.6.1 Maximaal toegestane variabiliteit

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Max. toegestane variabiliteit <i>Test op max. toegestane variabiliteit/sprong</i>	$Co1 \mid \Delta pp \mid (10min) < 2 \text{ hPa}$ WMO 488 $Co2 \mid \Delta ff \mid (10min) < 10 \text{ m/s}$ WMO 488	Verdacht pp Verdacht ff

$Co1 \mid \Delta pp \mid (10min) < 2 \text{ hPa}$

Deze test is gebaseerd op de maximaal toegestane sprong in luchtdruk op 10' basis. WMO (2007) geeft hiervoor indicaties voor 1' testen, met grenzen 0.5 hPa (verdacht) en 2 hPa (fout). De laatstgenoemde grens wordt hier aangehouden als criterium voor de 10' sprong.

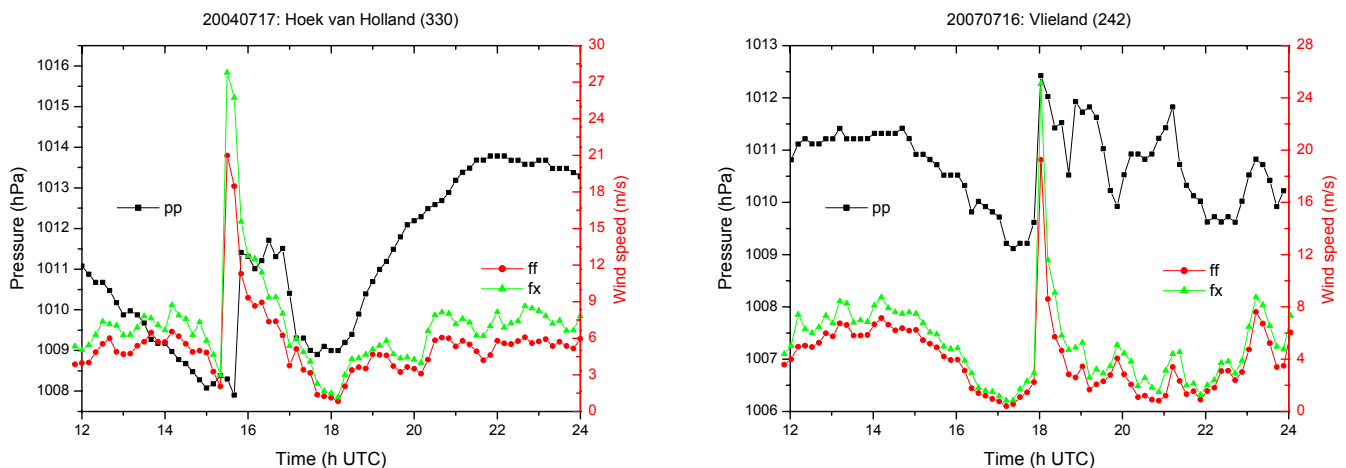


Figuur 3.10. Luchtdruk op zeeniveau voor Deelen (275), locaties KDL20t en KDLobs02t, op 24 maart 2008. Het verloop van de vortex parameter (gff-ff)/fsd is aangegeven met de blauwe lijn.

Een voorbeeld van een aantal foutieve drukwaarnemingen op 10' niveau is te zien in Figuur 3.10, voor locatie KDL20t in Deelen (275) op 24 maart 2008. De maximale sprong treedt op om 10:20 en bedraagt 4.5 hPa over 10 minuten. Voor deze locatie zijn in de dagen ervoor ook een aantal sprongen in dezelfde orde van grootte gevonden, terwijl de luchtdruk op locatie KDLo502t glad verloopt. Overigens is behalve de sprongen ook een vaste afwijking tussen de twee locaties van ongeveer 0.5 hPa waar te nemen. Dit verschil wordt voor meer KLu stations gevonden en komt later aan bod bij de vergelijking met back-uplocaties (zie sectie 3.7.2). De vortexparameter $(gff-ff)/fsd$ (zie sectie 3.5.2, test B05) van de 20t locatie geeft niet aan dat de luchtdruksprong verklaard kan worden door vliegverkeer dat de sensorlocatie passeert.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Deze test is een aanzienlijk aantal keren niet gehaald (zie Appendix C), waarbij zowel foutieve als natuurlijke overschrijdingen zijn opgetreden. Het grootste aantal overschrijdingen is gevonden voor De Bilt 260 (46x)/De Bilt Test 261 (39x) en Valkenburg 210 (9x). In de Bilt zijn op 16 februari 2004 druksprongen tot 28 hPa geregistreerd. Dit komt doordat data is gebruikt die is opgevraagd uit de oude database van een nieuw geplaatste MIOU (Meetnet Inwin en Opslag Unit).
- Een sprong van meer dan 2 hPa in 10 minuten blijkt in onstuimige weersituaties gemakkelijk gehaald te kunnen worden, en komt voor bij het passeren van lagedruksystemen bij het station. Merk op dat het mogelijk is dat de luchtdrukwaarnemingen in die situaties beïnvloed worden door de hoge windsnelheden.
- De grootste natuurlijke sprong van pp in 10' in de KS-KA dataset bedraagt 3.5 hPa en treedt op in Hoek van Holland (330) op 17 juli 2004. Op die dag trok in de namiddag een rolwolk van zuidwest naar noordoost over Nederland. Deze leidde op verschillende stations opeenvolgend tot overschrijdingen. De sprong in luchtdruk in Hoek van Holland om 15:50 werd om 15:30 voorafgegaan door een sprong in de 10' windsnelheid van 18.9 m/s (zie test C02).
- Twee natuurlijke overschrijdingen zijn hieronder te zien in Figuur 3.11, voor Hoek van Holland (330) op 17 juli 2004 en voor Vlieland (242) op 16 juli 2007. Maximale sprongen van respectievelijk 3.5 en 2.8 hPa over 10 minuten treden op bij de passage van kleinschalige maar zeer krachtige zomerse systemen. Dit gaat gedurende korte tijd gepaard met hoge windsnelheden en windstoten.



Figuur 3.11. Waarnemingen op 10' basis van luchtdruk op zeeniveau (pp), windsnelheid (ff) en windstoot (fx) voor Hoek van Holland op 17 juli 2004 (links) en Vlieland op 16 juli 2007 (rechts).

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- In totaal is deze test 142x niet gehaald (zie Appendix D), waarvan 110x door een foutieve waarneming op locatie KDL2ot (Figuur 3.10). De overige overschrijdingen in de geanalyseerde periode zijn hieronder weergegeven en worden vooral veroorzaakt door natuurlijke fenomenen die voorkwamen op 22 februari, 1 maart en 30/31 mei. Voor die data zijn verspreid over de dag een groot aantal overschrijdingen te zien. Uitschieters zijn sprongen in de Bilt op 30 mei (3.5 en 3.7 hPa) en in Twente KTWobs06t (3.6 hPa) op 1 maart.

locatie	datum	tijd	pp-10'	pp	sprong
KDLobs02t	20080222	1810	1017.300	1019.610	2.310
KTW24t	20080222	1810	1015.806	1018.315	2.509
KTWobs06t	20080222	1810	1015.822	1018.532	2.710
DLEG1	20080301	220	989.699	992.521	2.822
VAM18Cm27	20080301	220	987.573	989.670	2.098
VRD24t	20080301	230	989.249	991.645	2.395
A310a	20080301	310	990.997	994.106	3.109
KTW24t	20080301	310	984.177	987.031	2.854
KTWobs06t	20080301	310	984.392	987.954	3.562
KGR28t	20080301	320	990.086	992.912	2.826
KGRobs10t	20080301	320	989.993	992.317	2.324
KVKobs06Lt	20080301	320	988.627	990.645	2.019
KWOobs07t	20080301	320	991.867	993.981	2.114
KVK24Rt	20080530	510	1009.203	1006.498	2.705
KVKobs06Lt	20080530	510	1009.004	1006.799	2.205
A260a	20080530	600	1009.615	1006.114	3.501
A261a	20080530	600	1009.615	1005.914	3.701
KSB27t	20080530	600	1008.622	1005.915	2.707
KSBobs09t	20080530	600	1008.557	1005.953	2.604
VAM18Cm27	20080530	630	1009.273	1006.574	2.699
VAM18Rtw	20080530	630	1010.020	1007.221	2.799
VKDobs	20080530	700	1008.440	1010.540	2.100
KTW24t	20080530	2250	1015.081	1012.772	2.309
KTWobs06t	20080530	2250	1015.386	1012.775	2.611
KTW24t	20080530	2300	1012.772	1010.767	2.005
KTWobs06t	20080530	2300	1012.775	1010.767	2.008
KTW24t	20080530	2310	1010.767	1008.259	2.508
KTWobs06t	20080530	2310	1010.767	1008.156	2.611
A279a	20080530	2320	1016.129	1014.023	2.106
VGG23t	20080531	10	1013.237	1009.934	3.303
KGR28t	20080531	1540	1015.206	1013.202	2.004
VBK22t	20080702	2240	1007.858	1010.000	2.142

Uitgaande van de toetsing aan deze twee datasets moet ervan uitgegaan worden dat de luchtdrukwaarneming op 10' basis sprongen kan maken van meer dan 2 hPa. Aangezien in de waarnemingen maximale (absolute) sprongen van 3.5-3.7 hPa werden gevonden, lijkt een limiet van 4 hPa voor de maximale sprong in pp beter geschikt voor deze test. Hiermee kunnen een groot deel van de foutieve waarnemingen als gevolg van een fout in sensor/inwinsysteem nog wel herkend worden.

Samenvatting test Co 1

- Een sprong van meer dan 2 hPa in 10 minuten kan voorkomen in onstuimige weer situaties, bij het passeren van (kleinschalige) lagedruksystemen.
- Ten koste van een aantal valse meldingen kunnen met deze grens foutieve situaties als verdacht worden aangemerkt. De natuurlijke sprongen die gevonden zijn in de datasets bedragen maximaal 4 hPa.

Co2 $|\Delta ff| (10 \text{ min}) < 10 \text{ m/s}$

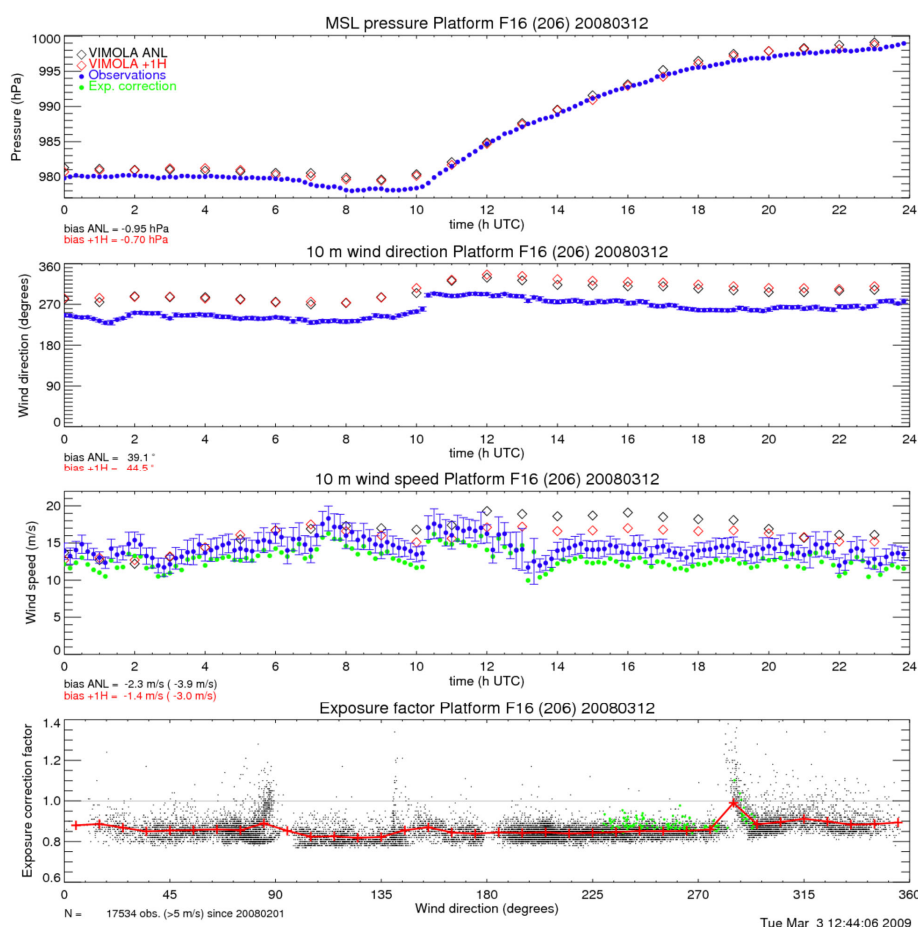
Deze test is gebaseerd op de maximaal toegestane sprong in windsnelheid op 10' basis. WMO (2007) geeft hier indicaties voor 10' testen, met grenzen 10 m/s (verdacht) en 20 m/s (fout). De waarde van 10 m/s wordt hier aangehouden als criterium voor de 10' sprong.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Het aantal gefaalde testen (zie Appendix C) is niet hoog (52x), de stations met de meeste overschrijdingen zijn Deelen 275 (19x), Hoek van Holland 330 (13x) en Vlieland 242 (9x). Voor Deelen gaat het daarbij om gevallen met een foutieve windwaarneming, met zeer grote sprongen in februari 2004. Deze waarnemingen zijn al eerder beschouwd bij test A15 in sectie 3.4.3.
- De grootste natuurlijke sprong van ff in de KS-KA dataset bedraagt 18.9 m/s en trad op in Hoek van Holland (330) op 17 juli 2004 tijdens de passage van een rolwolk. Hierbij faalde ook de test op de sprong in 10' luchtdruk (Co1), zie Figuur 3.11.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- In totaal is deze test 14x niet gehaald, zoals zichtbaar in Appendix D en het overzicht met overschrijdingen hieronder. De maximale sprong in de data bedraagt weliswaar 31.1 m/s voor locatie KLW24t (Leeuwarden), maar deze wordt waarschijnlijk veroorzaakt door onderhoudswerkzaamheden (zie ook test Bo1).



Figuur 3.12. Overzicht van de vergelijking tussen 10' druk- en windwaarnemingen waargenomen op Platform F16 (206) en de VIMOLA analyse en +1u verwachting op 12 maart 2008.

locatie	datum	tijd	ff(-1)	ff	sprong
A377a	20080206	450	4.100	14.800	10.700
PEHFZ2	20080229	2210	6.846	17.421	10.574
A248a	20080301	210	18.700	8.470	10.230
VAM18Rtw	20080304	1640	5.730	15.980	10.250
VAM18Cm27	20080304	1650	4.470	15.130	10.660
A279a	20080312	300	7.790	18.560	10.770
PEHFZ2	20080312	1020	4.288	17.080	12.791
PEHFZ2	20080320	1900	6.798	18.338	11.541
VAM18Cm27	20080321	810	3.130	13.960	10.830
VAM22t	20080321	810	3.030	13.260	10.230
KVLwind	20080324	1050	3.790	14.210	10.420
A277a	20080324	2220	2.760	12.840	10.080
KLW24t	20080418	1220	39.424	8.337	31.087
PEHFZ1	20080528	1050	2.591	13.181	10.591

- Merk op dat de windsprongen van 12.8 en 11.5 m/s die gevonden zijn voor locatie PEHFZ2 zijn opgetreden tijdens een draaiing van de windrichting in het gebied 260-290° waardoor de windwaarneming voor hoofdlocatie PEHFZ verschuift van PEHFZ1 naar PEHFZ2. De sprong in windsnelheid voor PEHFZ is voor beide gevallen kleiner dan 10 m/s. In Figuur 3.12 is de sprong in ff en de overeenkomende sprong in dd op Platform 16 te zien voor 12 maart 10:20. Een nadere uitleg van de VIMOLA- en beschuttingsparameters in deze figuur is te vinden in sectie 3.8.2. Omdat slechts de waarnemingen van de loefwaartse windset op F16 operationeel worden gebruikt, kunnen deze overschrijdingen verder buiten beschouwing worden gelaten.
- Rekening houdend met deze uitzonderingen is de hoogste natuurlijke sprong in de 10' windsnelheid opgetreden op locatie VAM18Cm27 op Schiphol (10.8 m/s).

Samenvatting test Co2

- Een sprong in de 10' windsnelheid van meer dan 10 m/s komt voor in onstuimige weersituaties, bij het passeren van (kleinschalige) lagedruksystemen.
- Gezien de natuurlijke sprongen in de geanalyseerde datasets lijkt een limiet van ongeveer 10 of 15 m/s voor deze test geschikt.
- Voor dubbel uitgevoerde windsets op platforms die niet elkaars back-up zijn (zoals Platform F16) kan de test niet op de afzonderlijke waarnemingen worden uitgevoerd.

3.6.2 Minimaal vereiste variabiliteit

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Minimaal vereiste variabiliteit	Co3 pp veranderlijk in afgelopen uur ^{I-ID}	Verdacht pp
<i>Test op min. vereiste variabiliteit/verandering</i>	Co4 dd veranderlijk in afgelopen uur ^{I-ID}	Verdacht dd
	Co5 ff veranderlijk in afgelopen uur ^{I-ID}	Verdacht ff

Co3 pp veranderlijk in afgelopen uur

In deze test wordt getoetst of de luchtdruk over het afgelopen uur veranderlijk is. De test is geslaagd wanneer tenminste in één van de zes 10' intervallen een andere waarde is gerapporteerd voor pp. De gehanteerde resolutie is de gerapporteerde resolutie van de luchtdruk, 0.001 hPa. Merk op dat er een verandering van de luchtdruk op zeeniveau kan optreden ten gevolge van een temperatuureffect, terwijl de gemeten luchtdruk op sensorniveau mogelijk onveranderlijk is.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Deze test wordt voor de KS-KA dataset zeer vaak niet gehaald. De stations waar de test het vaakst faalt zijn Cabauw 348 (4644x), Valkenburg 210 (3777x) en De Kooy 235 (3651x).

Dit toont aan dat de luchtdruk gemakkelijk een heel uur dezelfde waarde aan kan nemen en hierdoor lijkt de test bij gebruik van deze criteria niet bruikbaar.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

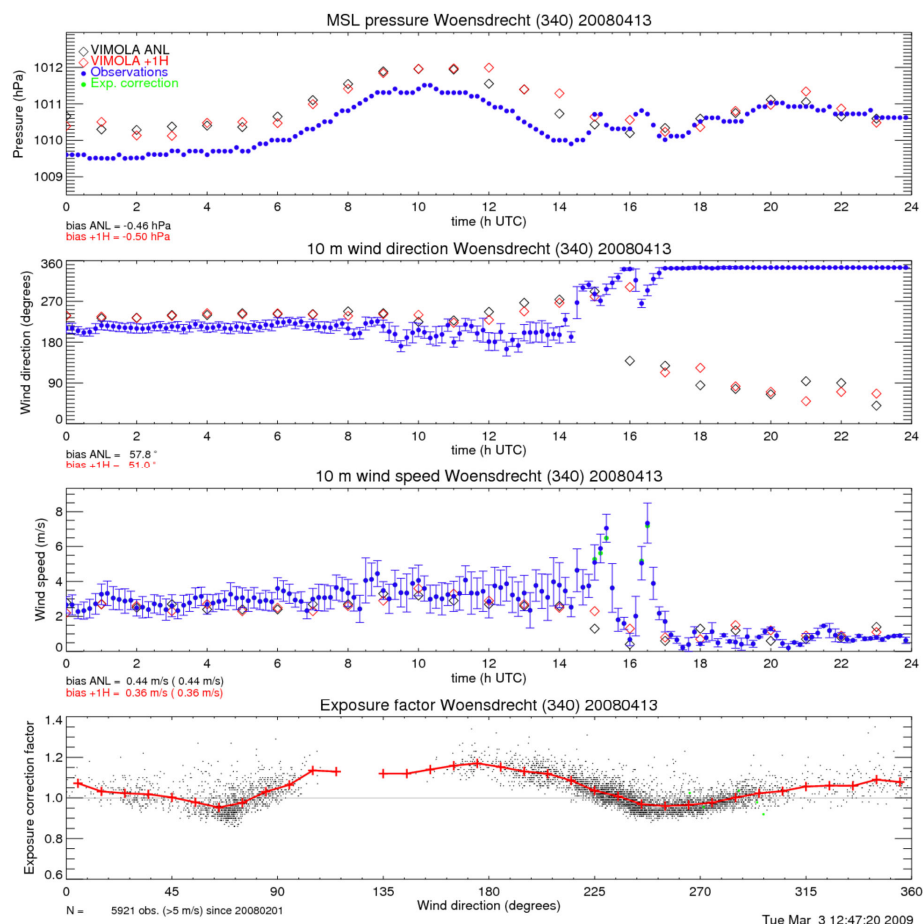
- Net als voor de KS-KA dataset is deze test in de KMDS dataset vaak niet gehaald, met als koplopers KVLobs op Vlieland (604x), A348a in Cabauw (430x) en KTWobso6t op Twente (409x). Wederom lijkt de test daardoor onbruikbaar.

Samenvatting test Co₃

- De luchtdruk is in veel gevallen een heel uur onveranderlijk en deze test is dan ook niet bruikbaar om verstoringen in de waarnemingen te detecteren.
- Mogelijk heeft de test meer succes wanneer de tijdspanne waarover de test wordt uitgevoerd, wordt opgeschroefd naar bijvoorbeeld 3 of 6 uur.

Co₄ dd veranderlijk in afgelopen uur

In deze test wordt getoetst of de windrichting over het afgelopen uur veranderlijk is. De test is geslaagd wanneer tenminste in één van de zes 10' intervallen een andere waarde wordt gerapporteerd voor dd. De gehanteerde resolutie is de gerapporteerde resolutie voor windrichting, 0.1 graad.



Figuur 3.13. Overzicht van de vergelijking tussen 10' druk- en windwaarnemingen waargenomen in Woensdrecht (340) en de VIMOLA analyse en +1u verwachting op 13 april 2008.

De test op de veranderlijkheid van de windrichting kan worden gebruikt om te toetsen of de windvaan roteert. Bij zeer lage windsnelheden kan het echter voorkomen dat de windvaan niet in beweging komt. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 3.13, voor de operationele 10-meter windmast op Woensdrecht (340) op 13 april 2008. Tussen 19:50 en 23:30 verandert de 10' windrichting niet, bij windsnelheden tot maximaal 1.5 m/s.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Deze test is in totaal 722x niet gehaald, waarvan de meeste gevallen zich voordoen op Rotterdam 344 (288x), Hoogeveen 279 (61x) en De Bilt Test 261/Woensdrecht 340 (42x). In de meeste gevallen gaat het hier om nagenoeg windstille situaties, met een gemiddelde 10' windsnelheid van 0.42 m/s voor de 722 overschrijdingen. Een periode met uitschieters (ff tot maximaal 7.1 m/s) trad op in Hoek van Holland (330) op 28 april 2004. Daar was de 10' windrichting vier uur achter elkaar onveranderlijk, vermoedelijk als gevolg van een blikseminslag. De bijbehorende waarde voor de dsd was ook onveranderlijk (2.0°). Na vervanging van de windvaan was het probleem opgelost.
- Wanneer een criterium $ff > 2$ m/s aan test Co4 wordt toegevoegd, worden de nagenoeg windstille situaties uitgefilterd en reduceert het aantal gefaalde testen van 722 naar 25.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- Deze test is in totaal 952x niet gehaald. Tijdens de real-time inzameling van KMDS data is door I-ID/Datavalidatie een storing in de windrichting waarneming gemeld voor Vlieland (242), waar voor de windrichting (en de bijbehorende standaarddeviatie) gedurende een aantal dagen (1-4 februari) dezelfde waarde werd gerapporteerd. Deze test werd daardoor in totaal 476x niet gehaald op deze locatie. De windrichting waarneming was vervolgens tot 12 februari niet meer beschikbaar in het KMDS. Omdat het een KLu locatie betreft, is niet bekend welke werkzaamheden uitgevoerd zijn. Opmerkelijk genoeg waren de waarden voor dd en dsd exact gelijk aan die hierboven gevonden tijdens het frequente falen van de test in Hoek van Holland in de KS-KA dataset (respectievelijk 239.1 en 2.0°).
- Op de beschutte locaties A261a (De Bilt, 140x) en KWOobso7t (Woensdrecht, 112x) is de test ook bovengemiddeld vaak niet gehaald. Deze gevallen komen overeen met zeer lage windsnelheden (< 1 m/s), waardoor de windvaan vermoedelijk niet in beweging is gekomen.
- Wanneer een criterium $ff > 2$ m/s wordt toegevoegd, worden de nagenoeg windstille situaties uitgefilterd en reduceert het aantal gefaalde testen van 952 naar 487, waarvan 476 ten gevolge van de eerder genoemde storing op Vlieland.

Samenvatting test Co4

- Deze test faalt regelmatig wanneer het bijna windstil is, omdat de windvaan in dat geval vaak langere tijd achter elkaar niet in beweging komt.
- Een aanvullend criterium met de actuele 10' windsnelheid, zoals $ff > 2$ m/s, lijkt geschikt om deze gevallen uit te kunnen filteren.

Co5 ff veranderlijk in afgelopen uur

In deze test wordt getoetst of de windsnelheid over het afgelopen uur veranderlijk is. De test is geslaagd wanneer tenminste in één van de zes 10' intervallen een andere waarde is gerapporteerd voor ff. De gebruikte resolutie is 0.01 m/s.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Deze test is zeer vaak niet gehaald (7164x). In al deze gevallen was de waarde van de 10' windsnelheid gelijk aan nul, terwijl de variabele fx in slechts een beperkt aantal gevallen (214x) groter was dan nul, met een gemiddelde voor deze waarnemingen van 0.14 m/s. Het

falen als gevolg van (bijna) windstilte zorgt er dus voor dat deze test in de huidige vorm niet echt bruikbaar is om verstoringen te detecteren.

- De grote hoeveelheid overschrijdingen (2209x) op platform K13 (252) is te wijten aan een aantal periodes waarvoor de windsnelheidsvariabelen achter elkaar nul zijn geweest, zoals van 24-30 november 2005 en 1-14 februari 2006.
- Voor Twente (290) is het aantal overschrijdingen met 1017x bovengemiddeld hoog. Het grootste deel van deze gevallen (932) treedt op tussen 8 juli en 23 november 2005. Op 14 november doet I-ID/Datavalidatie een storingsmelding dat de anemometer op de 10-meter mast van Twente erg stug lijkt, deze rapporteert veel vaker dan stations in de omgeving een windsnelheid nul. Een vergelijkbare melding is in het logboek te vinden voor de 10-meter mast van Soesterberg op 29 juli 2005. Hier wordt deze test ook voor een periode van ongeveer 3 maanden daarvoor regelmatig niet gehaald. Omdat het in beide gevallen KLu stations betreft, is het onderhoud door ALMA (Afdeling Luchtmacht Meteorologische Automatisering) uitgevoerd en ontbreken nadere details over de storing en de uitgevoerde werkzaamheden.
- Overschrijdingen zijn ook waarneembaar wanneer de anemometer is vastgevroren. Dit resulteert in een windsnelheid van nul die een lange periode kan aanhouden bij temperaturen onder nul. In test B02 werd al gecheckt op het criterium $ff=0$, zie Figuur 3.3 voor een voorbeeld van een dergelijke situatie met overschrijdingen in Beek. De 10' windsnelheid ff is in dat geval, samen met de instantane standaarddeviatie fsd , geruime tijd achter elkaar onveranderd nul.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- De test is tijdens real-time uitvoering van de testen op de KMDS 2008 dataset een beperkt aantal keren niet gehaald, maar niet ten gevolge van het vastvriezen van de anemometer. Enerzijds zijn er een aantal locaties waarvoor de test faalt wanneer het nagenoeg windstil is, dit komt voor op KLW06t (20x), KWO25t (14x) en KSB050t (10x). De gelijktijdige waarnemingen van de overige locaties op deze KLu velden rapporteren tijdens deze periodes lage windsnelheden.
- Op Schiphol waren alle waarnemingen op 7 mei 2008 van 21:40 tot 22:30 voor een uur lang onveranderd ten gevolge van een datacommunicatie fout, met overschrijdingen tot gevolg. Het zelfde geldt voor een korte periode op vliegveld Eelde (280) op 12 april 2008.

Samenvatting test C05

- Deze test faalt regelmatig wanneer het bijna windstil is, omdat het aanloopkoppel van de anemometer in dat geval vaak niet gehaald wordt.
- De test lijkt hierdoor niet bruikbaar te zijn, behalve wanneer deze bijvoorbeeld over langere periodes gebruikt wordt om de stugheid van windsensoren te kunnen herkennen, of i.c.m. een vergelijking van de windsnelheid op omliggende stations.

3.7 Testen op ruimtelijke samenhang

3.7.1 Vergelijking omliggende stations

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Omliggende stations <i>Test op maximale afwijking t.o.v. andere stations</i>	$Do1 \mid \Delta pp \mid < X \text{ hPa}$ $Do2 \mid \Delta ff \mid < X \text{ m/s}$	Verdacht pp Verdacht ff

In deze sectie wordt onderzocht of een ruimtelijke validatie met behulp van de druk- en windwaarnemingen van omliggende stations op near real-time basis kan plaatsvinden. Dit gebeurt momenteel al bij Infra-ID voor een aantal variabelen (o.a. druk en relatieve vochtigheid) op daggemiddelde basis.

Voor bijna alle stations in de KS-KA dataset zijn drie omliggende stations (met druk- en windwaarneming) in de buurt geselecteerd om deze vergelijking te toetsen. De combinaties zijn te zien in de eerste twee kolommen van Tabel B.1 in Appendix B. Ter verduidelijking van de co-locatie kan het overzichtskaartje met alle gebruikte windmeetlocaties in het waarnemennetwerk in Appendix A worden geraadpleegd. Merk op dat validatie met behulp van omliggende stations zowel een indicatie kan zijn voor een foutieve waarneming op het betreffende station als op één van de drie stations die worden meegenomen in de berekening van het omgevingsgemiddelde. Indien op een station meerdere meetlocaties voor druk en wind aanwezig zijn, zoals op vliegvelden of in De Bilt (260/261), zijn deze niet meegenomen in de set van drie omgevingsstations. De vergelijking met een andere meetlocatie op hetzelfde station wordt beschouwd in subsectie 3.7.2.

Er is geen rekening gehouden met de afstanden tussen het station in kwestie en de omliggende stations. Alle omliggende stations wegen dus even zwaar mee in de berekening van het ‘omgevingsgemiddelde’. Voor stations 280 (Eelde), 310 (Vlissingen), 340 (Woensdrecht), 370 (Eindhoven) en 380 (Beek) wordt door I-ID/Datavalidatie gebruik gemaakt van één of meerdere buitenlandse SYNOP stations, die hier niet beschikbaar zijn. Voor die stations is in plaats daarvan een Nederlands station in de omgeving gebruikt. In de toetsing op de KS-KA dataset is overigens niet voor alle stations het totale tijdvak 2003-2007 beschouwd. Dat hangt af van de beschikbaarheid; voor de meeste KLu bases geldt bijvoorbeeld dat ze pas vanaf november 2004 of april 2005 beschikbaar zijn.

Overigens is de continuering van een validatie op basis van omliggende stations uiteraard sterk afhankelijk van de beschikbare stations en de ter plekke gemeten variabelen. Uitbreiding of discontinuering daarvan kan voor problemen zorgen. Zo is recent op stations Westdorpe (319) en Wilhelminadorp (323) een druksensor geplaatst, waardoor deze locaties mogelijk kunnen worden opgenomen als omliggend station voor bijvoorbeeld Vlissingen (310) en Woensdrecht (340). Eenzelfde uitbreiding is op korte termijn voorzien voor Herwijnen (356). Daarnaast zijn bijvoorbeeld door de sluiting van vliegbasis Soesterberg (265) de waarnemingen van dat station niet meer beschikbaar voor vergelijking.

Tabel 3.1. Overzicht van de vergelijking van luchtdruk op zeeniveau, 10-meter windrichting en windsnelheid tussen zes stations en drie geselecteerde omgevingsstations. De omgevingsgemiddelden zijn aangegeven met het achtervoegsel ‘surr’.

station	comparison	pp-ppsurr		dd-ddsurr		ff-ffsurr	
		mean	stdev	mean	stdev	mean	stdev
		<i>hPa</i>	<i>hPa</i>	<i>°</i>	<i>°</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
240 Schiphol	210,235,260	-0.10	0.20	15.68	22.17	0.39	1.10
242 Vlieland	235,251,270	-0.20	0.49	13.23	19.58	2.39	1.71
260 De Bilt	240,265,348	0.02	0.20	13.72	20.11	-0.99	0.97
290 Twente	275,279,375	-0.02	0.55	20.86	28.02	-0.40	0.99
321 Euro Plat	310,320,330	-0.38	0.50	17.68	23.08	1.00	1.51
380 Beek	350,370,375	0.37	0.95	25.83	31.35	0.51	1.36

Voor een zestal stations zijn in Tabel 3.1 de gemiddelde waarden en standaarddeviaties gegeven van het verschil in luchtdruk, windrichting en windsnelheid met de aangewezen omgevingsstations. De stations zijn Schiphol (240), Vlieland (242), De Bilt (260), Twente (290), Euro Platform (321) en

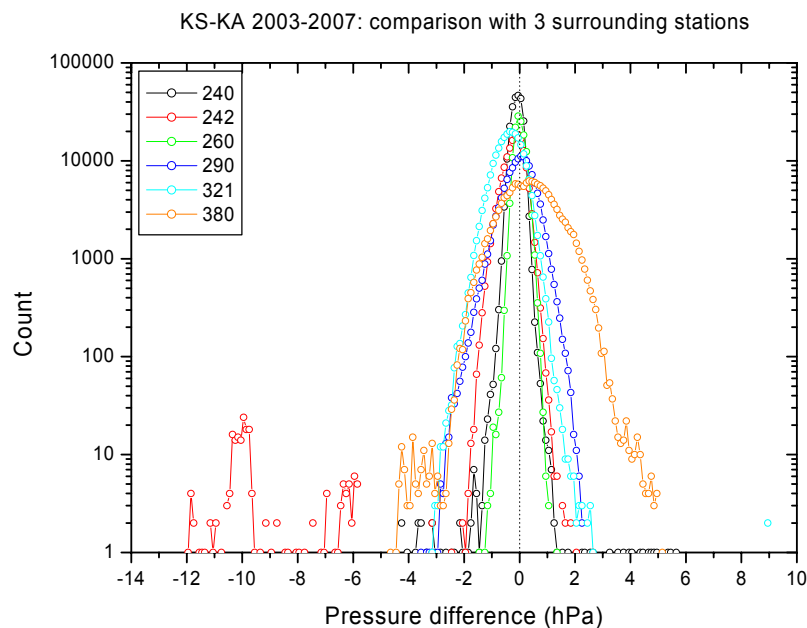
Beek (380), zodat zowel land- als kuststations en stations met goed en slecht geco-loceerde omgevingsstations zijn opgenomen in dit voorbeeld. Deze stations zullen in de volgende twee subsecties nader beschouwd worden. De volledige tabellen voor luchtdruk (test Do 1) en windsnelheid (test Do 2) zijn te vinden in Appendix B.

Do 1 $|\Delta p_p| < X \text{ hPa}$

Met behulp van deze test kunnen mogelijk verstoringen in de drukwaarneming op een station herkend worden, op basis van het verschil met het omgevingsgemiddelde. Hiertoe dient eerst onderzocht te worden welke verschillen in 10' luchtdruk op zeeniveau tussen de stations en de drie gekozen omgevingsstations verwacht mogen worden. Eventueel zou een aparte vergelijking plaats kunnen vinden voor elk omliggend station om het verdachte paar te vinden.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- Voor de zes stations uit Tabel 3.1 is in Figuur 3.14 de verdeling weergegeven van het verschil tussen de luchtdruk op het betreffende station en de drie omliggende stations voor de beschikbare records in de KS-KA dataset. Wanneer één van de drie benodigde waarnemingen voor het omgevingsgemiddelde ontbreekt, is deze niet opgenomen.
- Het is goed te zien dat de verdeling sterk afhankelijk is van de positie en afstand van de omgevingsstations ten opzichte van het station in kwestie. Zo is de verdeling voor Beek (380) zeer breed (standaarddeviatie 0.95), want Gilze-Rijen (350), Eindhoven (370) en Volkel (375) liggen op grote afstand en alledrie ten noordwesten van Beek. Hierdoor worden drukverschillen tussen de stations niet uitgemiddeld in het omgevingsgemiddelde. Ditzelfde geldt in mindere mate voor de vergelijking op Vlieland, Twente en Euro Platform.



Figuur 3.14. Verdeling van het verschil in 10' luchtdruk (MSL) op zes KNMI stations met het omgevingsgemiddelde voor de periode 2003-2007. Bingrootte is 0.1 hPa.

- Aan de andere kant zijn de verdelingen voor Schiphol (240) en De Bilt (260) zeer smal, met beide een standaarddeviatie van 0.20 hPa. Deze stations hebben beide omgevingsstations die dichterbij liggen en in alle richtingen verspreid zijn.

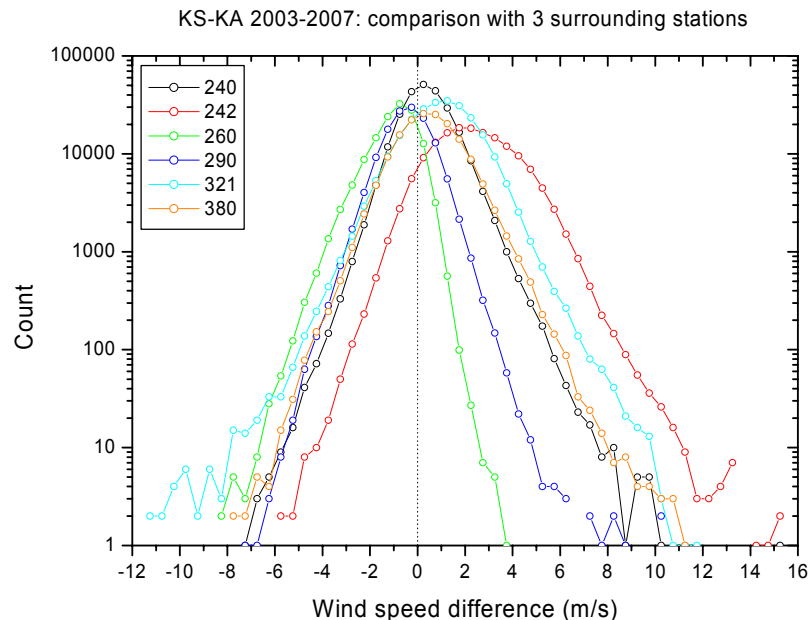
- De verschillen in de absolute positie van de verdeling, ook gekenmerkt door de ‘mean’ waarde in de Tabel 3.1, worden mogelijk ook deels verklaard door de ligging van de omgevingsstations. Het gemiddelde verschil voor Beek (0.37 hPa) en Euro Platform (-0.38 hPa) is groter dan voor Schiphol en De Bilt. Twente (-0.02 hPa) is hierop een uitzondering.
- Station Vlieland laat een aantal uitschieters naar beneden zien, met verschillen in luchtdruk van -5 tot -12 hPa. Dit komt overeen met een foutieve drukwaarneming op omgevingsstation Leeuwarden (270), waar de luchtdruk op 11 februari 2007 een sprong maakt van ongeveer 25 hPa. Dit is na melding aan de KLu opgelost, de oorzaak is onbekend.
- Indien marges voor deze test moeten worden geconstrueerd, kan gebruik worden gemaakt van de begin- en eindpromillen van de verdelingen. Voor deze analyse gelden combinaties voor P1%/P99% van -0.56/0.34, -1.16/0.58, -0.42/0.52, -1.51/1.23, -1.66/0.72 en -1.73/2.59 hPa voor respectievelijk de stations 240, 242, 260, 290, 321 en 380.

Samenvatting test Do 1

- Deze test kan verstoringen in de luchtdrukwaarneming op stations detecteren. De verschillen tussen het station en omgevingsgemiddelde zijn echter sterk afhankelijk van de afstand tot en oriëntatie van de omgevingsstations.
- Marges kunnen voor ieder station geconstrueerd worden uit de eigenschappen van de verdeling van het verschil. Indien een vaste marge aangehouden wordt lijkt ± 4 hPa een geschikte waarde, gebaseerd op de geanalyseerde data.
- Een gefaalde test gebaseerd op een vergelijking met omliggende stations is moeilijk interpreteerbaar, omdat het niet eenduidig aangeeft op welk station de foutieve waarneming is opgetreden.

Do 2 $|\Delta ff| < X \text{ m/s}$

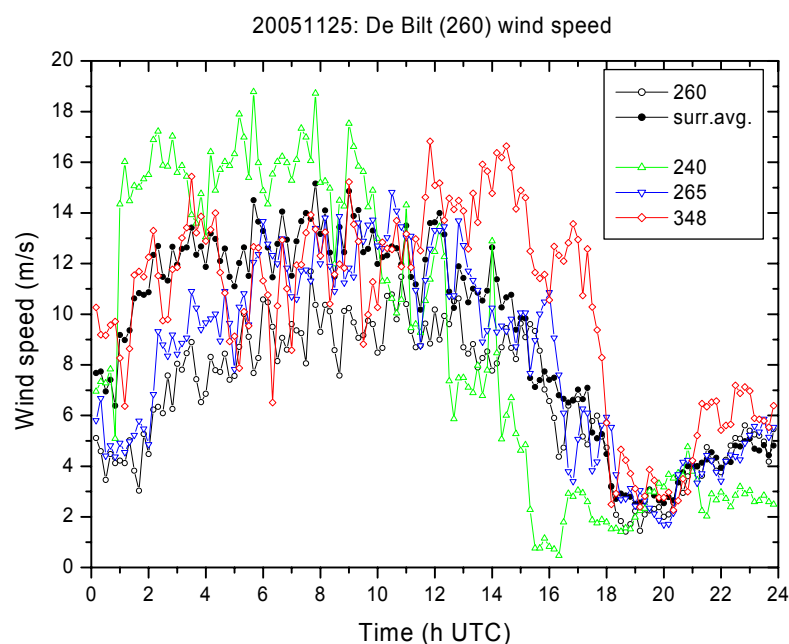
Analoog aan test Do 1 wordt hier voor dezelfde combinaties van stations onderzocht of een vergelijking van de 10-meter windsnelheid bruikbaar is voor de validatie van 10' waarnemingen.



Figuur 3.15. Gelijk aan Figuur 3.14, maar voor 10-meter windsnelheid. Bingrootte is 0.5 m/s.

Toetsing KS-KA 2003-2007 dataset:

- In Figuur 3.15 is voor zes stations de verdeling weergegeven van het verschil in windsnelheid tussen het station en drie omliggende stations, met in Tabel 3.1 het bijbehorende gemiddelde en de standaarddeviatie. Op Vlieland (242) en Euro Platform (321) is de windsnelheid gemiddeld hoger dan het omgevingsgemiddelde (verschil van respectievelijk +2.4 en +1.0 m/s), omdat deze locaties en de locaties die worden meegenomen in het omgevingsgemiddelde niet goed vergelijkbaar zijn. Voor Vlieland geldt dit vooral voor stations De Kooy (235) en Leeuwarden (270), die verder landinwaarts liggen en in de omgeving meer beschutting kennen. Voor de beschutte landstations De Bilt (260) en Twente (290) rapporteert Tabel 3.1 gemiddeld juist een lagere windsnelheid dan het omgevingsgemiddelde, met verschillen van respectievelijk -1.0 en -0.4 m/s.
- Grote verschillen kunnen optreden bij snel passerende systemen, waarbij significante verschillen in de windsnelheid ontstaan. Een voorbeeld daarvan is weergegeven in Figuur 3.16 voor De Bilt (260) op 25 november 2005, toen een sneeuwstorm over Nederland trok. Terwijl het nabij gelegen Soesterberg (265) de hele dag dicht in buurt zit van De Bilt, zijn het in de ochtend Cabauw (348) en in het bijzonder Schiphol (240) die het 'omgevingsgemiddelde' naar boven halen. Het maximale verschil bedraagt -7.8 m/s om 01:40 UTC. In de middag gaat de wind op Schiphol liggen, wat zich in het omgevingsgemiddelde uitmiddelt tegen de veel hogere windsnelheden waargenomen in Cabauw. Hierdoor neemt het verschil in windsnelheid tussen de Bilt en het omgevingsgemiddelde af.
- Voor deze analyse gelden combinaties voor P1%/P99% van -2.17/3.40, -1.22/6.66, -3.90/0.81, -2.95/2.03, -2.75/4.68 en -2.69/4.14 m/s voor respectievelijk de stations 240, 242, 260, 290, 321 en 380.

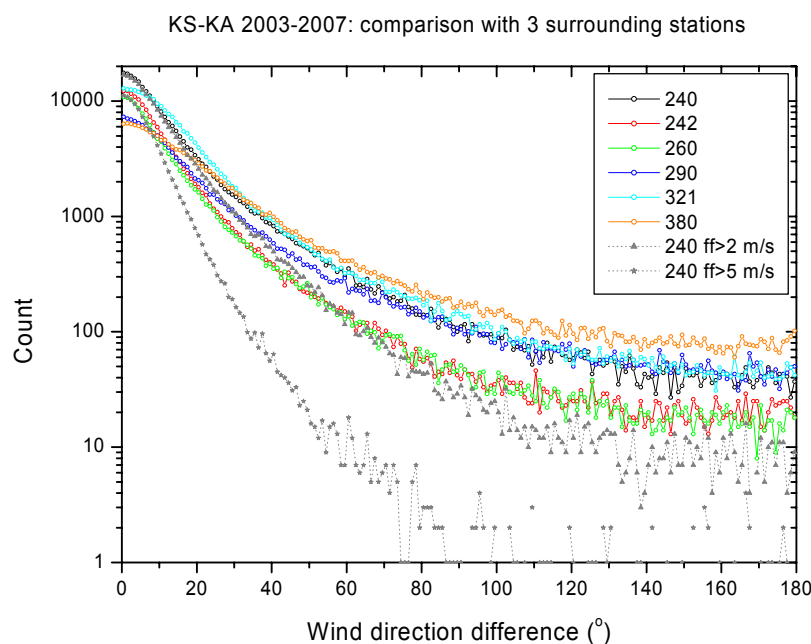


Figuur 3.16. Overzicht van de 10' windsnelheid waarnemingen (ff) voor stations De Bilt (260), Schiphol (240), Soesterberg (265), Cabauw (348) en het omgevingsgemiddelde ('surr. avg.') van de laatste drie als vergelijking voor station De Bilt op 25 november 2005.

Samenvatting test Do2

- Deze test kan verstoringen in de windsnelheidwaarneming op stations detecteren.
- Marges kunnen voor ieder station geconstrueerd worden uit de eigenschappen van de verdeling van het verschil. Indien een vaste marge aangehouden wordt lijkt ± 10 m/s een geschikte waarde, gebaseerd op de geanalyseerde data.

Een ruimtelijke vergelijking van de 10-meter windrichting wordt in deze studie niet apart beschouwd, omdat de overeenkomsten tussen geco-loceerde meetlocaties over het algemeen veel slechter zijn dan voor luchtdruk en windsnelheid. In Figuur 3.17 is analoog aan de verdelingen voor verschil in luchtdruk en windsnelheid voor dezelfde stations het (absolute) verschil in windrichting met de omgeving weergegeven. De verdeling heeft voor alle getoonde stations een gelijke vorm en toont significante bijdragen voor hoge windrichtingverschillen. Dit wordt veroorzaakt doordat de variatie in gemeten 10' windrichting over een bepaald gebied sterk kan verschillen voor lage windsnelheden. Voor Schiphol wordt dit in de figuur getoond met behulp van de aangepaste verdelingen voor de gevallen met een actuele 10' windsnelheid op het station zelf van groter dan respectievelijk 2 en 5 m/s. Terwijl de verdeling voor 2 m/s al significant naar links op schuift en een veel minder brede piek vertoont, laat de verdeling voor $ff > 5$ m/s nauwelijks nog gevallen zien waarvoor het verschil in windrichting met de omgeving groter is dan 50° . De gemiddelde absolute afwijking voor Schiphol met omliggende stations is 15.7° ($N=246346$) voor alle windsnelheden en na het filter op 2 en 5 m/s verandert dit in 11.6 en 7.2° , terwijl daarbij 86% en 42% van het aantal punten overblijven.



Figuur 3.17. Gelijk aan Figuur 3.14, maar voor 10-meter windrichting. Bingrootte is 1° .

3.7.2 Vergelijking back-uplocaties

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
Back-uplocatie <i>Test op maximale afwijking t.o.v. back-uplocatie(s)</i>	$Do_3 \mid \Delta pp \mid < 0.5 \text{ hPa}$ ^{I-ID} $Do_4 \mid \Delta ff \mid < 3.0 \text{ m/s}$ ^{I-ID}	Verdacht pp Verdacht ff

Op een aantal luchthavens zijn meerdere sensoren van hetzelfde type geïnstalleerd om specifieke gebruikers van informatie te voorzien over bijvoorbeeld wind op verschillende locaties langs start- en landingsbanen. Het gaat hierbij om burgervliegvelden en KLu-velden. Op een aantal vliegvelden is een back-up schema van kracht om bij uitval van metingen op een bepaalde locatie een representatieve vervangende waarde te kunnen genereren. Volgens ICAO-normen mag de maximale afwijking tussen de gemiddelde windsnelheden op de locatie en de back-uplocatie per windrichtingsector van 10 booggraden ten hoogste 10% bedragen (ICAO, 1998).

Op de nieuw ingerichte platforms zijn twee windsets aanwezig om de invloed van aanwezige obstakels op het platform uit te kunnen filteren. Vaak zijn de sensoren daar aan een vent stack bevestigd, waardoor afhankelijk van de windrichting één van de twee sets in de luwte kan liggen en een niet representatieve wind meet. Dit werd eerder geïllustreerd in de tekst bij test Bo6. In testen Do3 en Do4 wordt de vergelijking met back-uplocaties beschouwd om te kijken of dit van nut kan zijn bij de near real-time validatie op deze stations. De analyse hiervan heeft plaatsgevonden met behulp van de KMDS 2008 data. Merk op dat de twee windsets op platform F16 in werkelijkheid niet elkaars back-up zijn, maar dat de locatie met de hoogste 1' windsnelheid de operationele windvariabelen levert voor het station. Voor RMI platforms (Euro Platform, Lichteiland Goeree, K13) zijn de twee windsets wel een back-up van elkaar. Dit is mogelijk omdat de windsets op die stations op een aparte (onverstoorde) mast geplaatst zijn. In Tabel 3.2 staan de combinaties van locaties met druk- en/of windsensoren die in deze sectie zijn gebruikt. Merk op dat voor Schiphol het back-up schema uit Benschop (2005) is gevolgd, met als uitzondering dat VAM18Rtw als back-up VAM36Lt heeft. Een overzicht van de windmeetlocaties op Schiphol is opgenomen in Appendix A.

Tabel 3.2. Overzicht van de vergelijking van luchtdruk op zeeniveau, 10-meter windrichting en windsnelheid tussen ge-co-loceerde locaties op hetzelfde station. De back-up waarden zijn aangegeven met het achtervoegsel 'bu'.

		pp-ppbu		dd-ddbu		ff-ffbu	
location	back-up	mean	stdev	mean	stdev	mean	stdev
		<i>hPa</i>	<i>hPa</i>	<i>°</i>	<i>°</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
A260a	A261a	0.11	0.06	9.17	16.93	0.81	0.66
DEPL1	DEPL2			5.91	1.92	0.10	0.63
DK131	DK132			5.39	1.86	0.26	0.26
DLEG1	DLEG2			1.06	2.21	0.00	0.30
KDLobs02t	KDL20t	0.46	0.58	16.87	25.04	0.79	0.85
KEHobs04t	KEH22t	-0.17	0.05	9.38	15.30	0.05	0.63
KGRobs10t	KGR28t	-0.26	0.06	9.77	17.04	0.20	0.94
KLWobs06t	KLW24t	0.09	0.06	9.74	14.13	0.41	1.20
KSBobs09t	KSB27t	0.00	0.08	13.99	21.40	0.51	0.80
KTWobs06t	KTW24t	0.21	0.08	15.68	23.27	-0.07	0.85
KVKobs06Lt	KVK24Rt	-0.20	0.07	8.67	15.33	-0.12	0.68
KWOobs07t	KWO25t	0.47	0.06	12.09	20.16	-0.03	0.81
PEHFZ1	PEHFZ2			41.19	58.18	0.99	2.88
VAM18Cm27	VAM22t			6.41	11.16	0.10	0.61
VAM18Ct	VAM36Ct			8.13	13.29	-0.08	0.65
VAM18Rtw	VAM36Lt			9.29	15.52	0.00	0.69
VBK22t	VBK04t			9.24	15.99	0.44	0.74
VRD24t	VRD06t			7.57	14.07	-0.05	0.62

In deze vergelijking is slechts een beperkt aantal back-up combinaties gebruikt, namelijk die combinaties waarvoor (op de vliegvelden) druk en wind op beide locaties vergeleken kunnen worden.

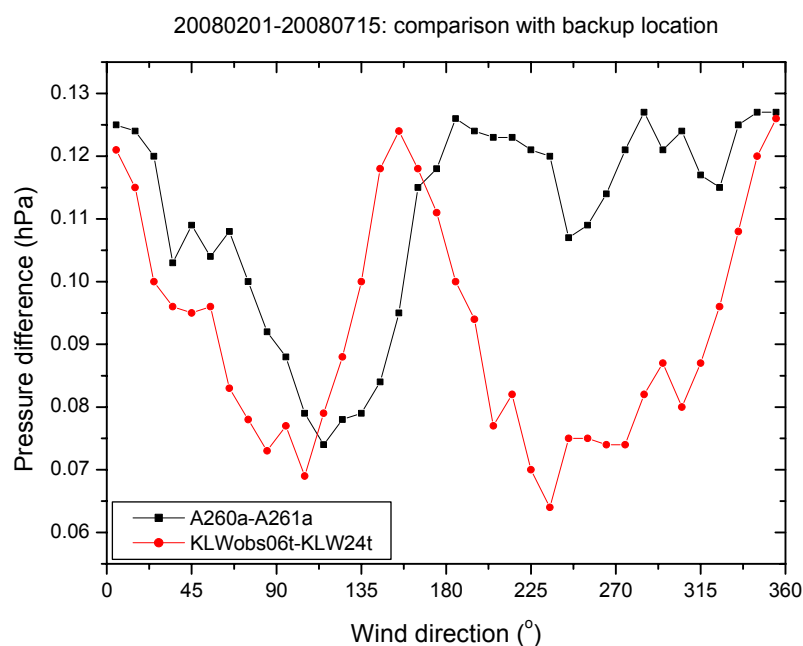
Voor de gebruikte combinaties zijn in Tabel 3.2 de gemiddelde waarden en standaarddeviaties gegeven van het verschil in luchtdruk, windrichting en windsnelheid met de aangewezen omgevingsstations. De resultaten in de tabel zullen in de volgende twee subsecties nader beschouwd worden. De volledige tabellen voor luchtdruk (test Do3) en windsnelheid (test Do4) zijn te vinden in Appendix B.

Do3 $|\Delta pp| < 0.5 \text{ hPa}$

In deze test wordt de 10' luchtdruk op zeeniveau voor de combinaties van meetlocaties uit Tabel 3.2 vergeleken. In eerste instantie wordt hier een marge van 0.5 hPa aangehouden voor de maximale (absolute) afwijking tussen de twee locaties, naar voorbeeld van I-ID/Datavalidatie. De afstanden tussen de verschillende locaties op hetzelfde station zijn hier niet in beschouwing genomen, maar deze verschillen wel significant per station.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- Test Do3 is voor sommige locaties in de KMDS dataset vaak niet gehaald. Het gaat hierbij vooral om de KLu velden Deelen 275 (13643x) en Woensdrecht 340 (6632x), die in Tabel 3.2 ook opvallen door de systematisch hogere luchtdruk op het waarneemveld (KDLobso2t en KWOobso7t), met een gemiddelde afwijking van ongeveer 0.5 hPa ten opzichte van de back-uplocaties. Van deze LCB (6-meter) masten op KLu velden zijn vooralsnog geen hoogtes ingemeten/bekend. In CIBIL staat voor de stationshoogte van de 10-meter mast en de LCB mast dezelfde waarde genoteerd. Vandaar dat bij sterk geaccidenteerd terrein (bv. Deelen) de onderlinge drukverschillen 'groot' zijn en dat test Do3 vaak faalt. Er is een actie uitgezet om de stationshoogtes van deze extra windlocaties op te meten en in CIBIL in te voeren (Bron: I-ID/Datavalidatie).



Figuur 3.18. Windrichtingafhankelijkheid van het luchtdrukverschil tussen locaties A260a en A261a in De Bilt en KLWobs06t en KLW24 in Leeuwarden, voor de periode 1 februari-15 juli 2008.

- De standaarddeviatie voor het luchtdrukverschil tussen de twee locaties in Deelen is opvallend groot. Dit heeft te maken met de foutieve drukwaarnemingen voor locatie KDL2ot, die eerder werden aangetoond in Figuur 3.10 bij test Co1 (sprong in 10' luchtdruk).

Figuur 3.18 toont de afhankelijkheid van het luchtdrukverschil met de back-uplocatie als functie van de windrichting voor De Bilt (A260a-A261a) en Leeuwarden (KLWobso6t-KLW24t). Voor beide combinaties fluctueert het gemiddelde verschil in MSL luchtdruk hier tussen ongeveer 0.07 en 0.13 hPa. Mogelijk heeft dit te maken met een stuwings-effect op de gemeten luchtdruk op één van de locaties in de vergelijking, die ten gevolge van obstakels in de omgeving alleen optreedt voor bepaalde windrichtingen. Een duidelijke afhankelijkheid van de windrichting is ook gevonden voor de verschillen in luchtdruk op Woensdrecht en Soesterberg.

Samenvatting test Do3

- Deze test kan verstoringen in de luchtdrukwaarneming op stations met vergelijkbare drukmeetlocaties detecteren.
- Marges kunnen voor ieder station geconstrueerd worden uit de eigenschappen van de verdeling van het verschil. Indien een vaste marge aangehouden wordt lijkt ± 0.5 hPa een geschikte waarde, gebaseerd op de geanalyseerde data.
- Het is belangrijk dat de hoogte-instellingen van de meetlocaties, die gebruikt worden voor herleiding naar zeeniveau, goed in CIBIL staan.
- Omdat de test een back-uplocatie vereist, is deze slechts voor een beperkt aantal stations uit te voeren.

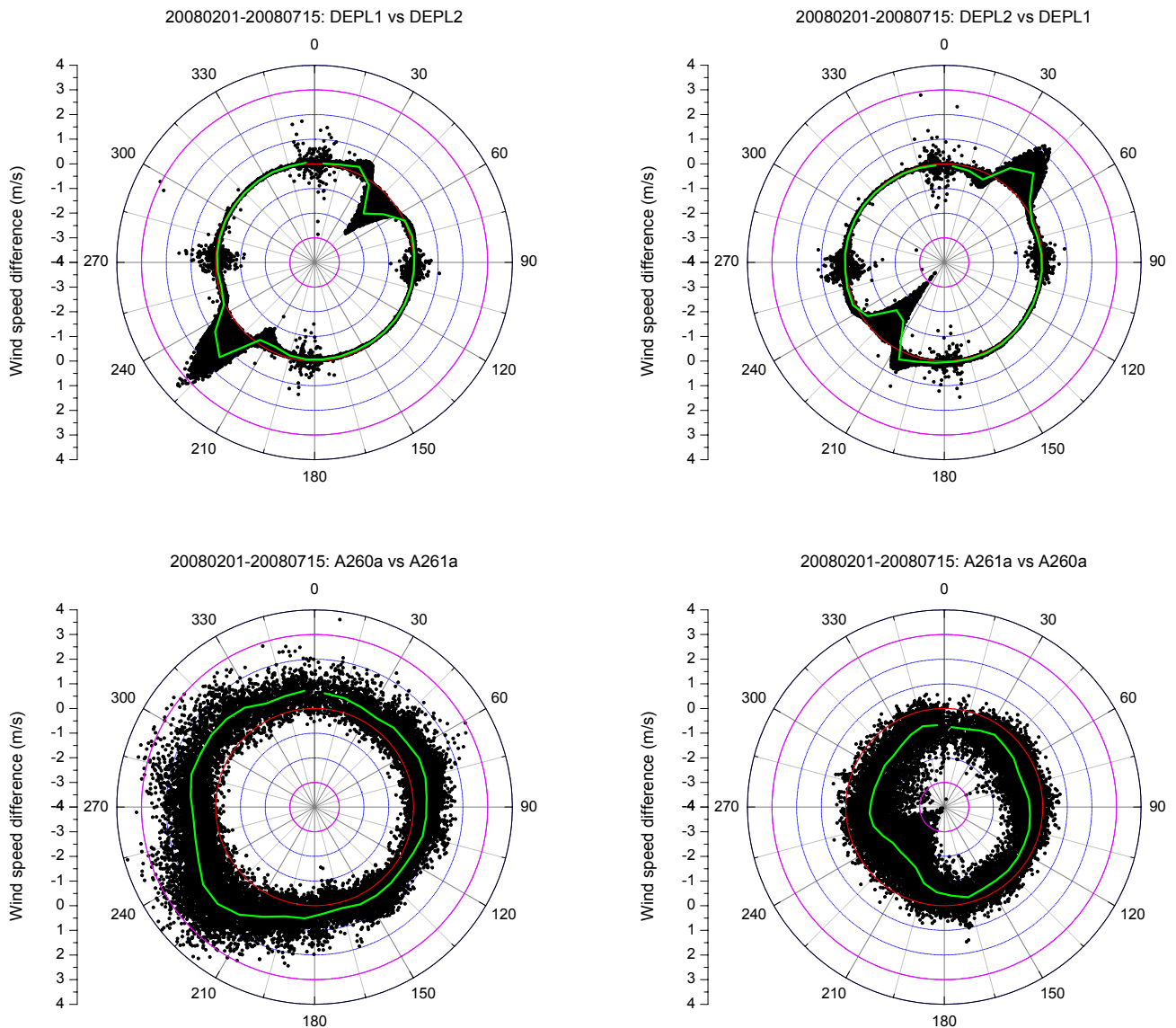
Do4 $|\Delta ff| < 3.0 \text{ m/s}$

Analoog aan test Do3 wordt hier voor dezelfde combinaties van meetlocaties (Tabel 3.2) onderzocht of een vergelijking van de 10-meter windsnelheid bruikbaar is voor de validatie van 10' waarnemingen.

Figuur 3.19 laat het verschil in 10' windsnelheid met de back-uplocatie in een polaire scatterplots zien voor stations Euro Platform (DEPL1-DEPL2) en De Bilt (A260a-A261a) voor de periode 1 februari-15 juli 2008. Merk op dat de verschillen getoond worden voor zowel de hoofdlocatie als de back-uplocatie, omdat de windrichting verschillend is.

De twee sets windsensoren op Euro Platform zijn op een klapmast naast het helideck geplaatst met enige onderlinge afstand. De onregelmatigheden in de plot tonen echter duidelijk aan dat deze windsets elkaar verstoren en illustreren hoe de oriëntatie van beide sensoren is: de cup anemometer op locatie DEPL1 vermoedelijk richting 230° en die op locatie DEPL2 richting 50° . De meeste significante verschillen in windsnelheid tussen de twee locaties wordt in de buurt van deze richtingen waargenomen en bedraagt daarvoor maximaal 3.5 m/s. Behalve de duidelijke verstoringen rond 50° en 230° een aantal minder grote verstoringen in de grafiek te zien rond windrichtingen 0, 90, 180 en 270° , die zeer waarschijnlijk veroorzaakt worden door de invloed van beide vanen op de cups in de gekruiste opstelling van de twee windsets.

In De Bilt rapporteert locatie A260a over het algemeen hogere windsnelheden dan locatie A261a. Hierbij is allereerst van belang is dat de windsets op A260a en A261a op een verschillende hoogte van respectievelijk 20 meter en 10 meter geplaatst zijn. Daarnaast is voor windrichtingen tussen zuidwest en noordnoordwest het effect van de bomenrijen langs het testveld te zien, waardoor de 10-meter wind op A261a zelfs gemiddeld tot 1.5 m/s lager uitvalt. Deze obstakels voldoen dan ook niet aan de WMO-normen voor de opstelling van windlocaties, maar omdat het hier geen operationele locatie betreft is dat in dit geval niet van belang.

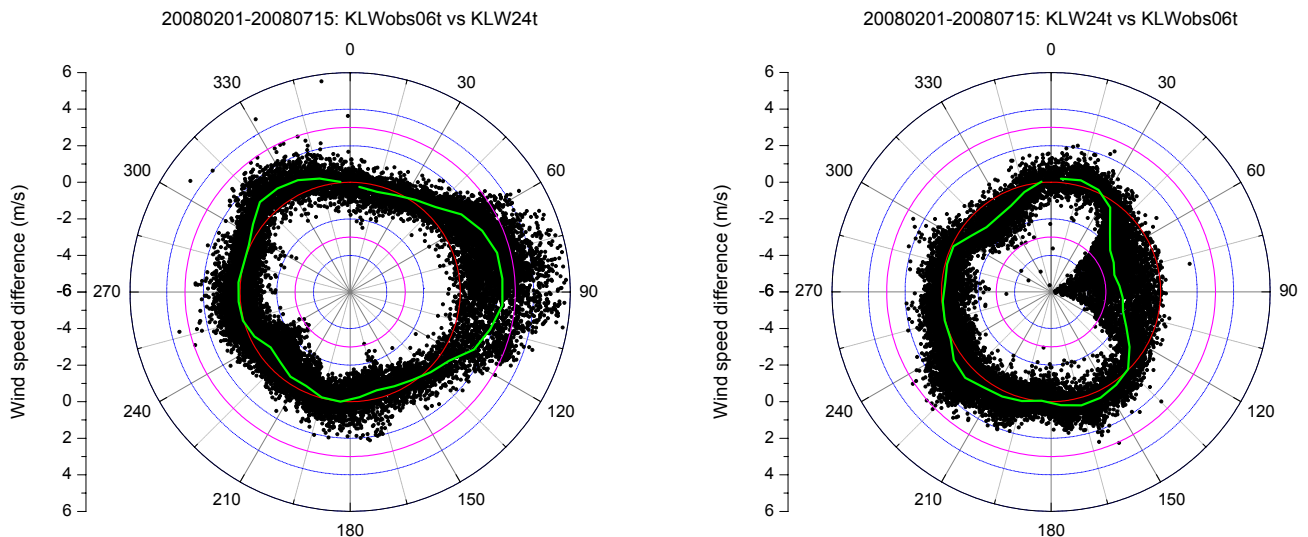


Figuur 3.19. Overzicht van de windrichtingafhankelijkheid van het windsnelheidsverschil tussen de twee geco-loceerde waarneemlocaties voor stations Euro Platform (boven) en De Bilt (onder). De gemiddelde waarden (groene lijn) zijn weergegeven per windrichtingsector van 10°. Daarnaast geven de lijnen in rood en magenta verschillen van resp. 0 en ± 3 m/s weer.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- Deze test is het vaakst niet gehaald voor locaties PEHFZ1 en PEHFZ2 op Platform F16 (5786x). De vent stack die daar tussen beide windsets zit is dusdanig verstoringend dat grote verschillen in ff worden gevonden voor bepaalde windrichtingen. Dit toont ook direct aan waarom deze locaties niet als elkaars back-up gebruikt kunnen worden.
- Van de overige locaties is het KLu-veld Leeuwarden (270) dat er uitspringt in het aantal gefaalde testen met 888 overschrijdingen. Voor dit station staat in Figuur 3.20 de windrichtingafhankelijkheid van het windsnelheidsverschil tussen locaties KLWobso6t (10-meter mast op waarneemveld) en KLW24t (6-meter mast bij touchdown zone baan 24) weergegeven. Voor windrichtingen uit oostnoordoost tot oostzuidoost is de windsnelheid op

KLW24t veel lager dan die op KLWobso6t. Dit wordt veroorzaakt door bomen in die richting die het windveld significant verstoren, zoals duidelijk te zien is in een panoramisch overzicht van de obstakels rond de windmast op KLW24t in Figuur 3.21. De bomen staan in tegenstelling tot de WMO voorschriften van 20x de obstakelhoogte slechts 5 tot 6x de obstakelhoogte van de windmast verwijderd (Bron: Stationsgids). In het verleden is daarom al geadviseerd de windmast tenminste te verhogen tot 10 meter maar ook het snoeien/kappen van bewuste bomen zou de situatie verbeteren.



Figuur 3.20. Gelijk aan Figuur 3.19, maar voor locaties KLWobso6t en KLW24 in Leeuwarden.

- Voor meetlocaties langs start- en landingsbanen worden de windwaarnemingen beïnvloed door passerende vliegtuigen, zoals eerder werd aangetoond door het uitvoeren van test B05 in sectie 3.5.2. Dit heeft vooral invloed op de gemeten windstoten, maar bij intensief gebruik van de baan kan hiervan ook in het 10' gemiddelde een bijdrage aanwezig zijn. Er dient hiermee rekening gehouden te worden in de onderlinge vergelijking van windsnelheden op vliegveldlocaties. Er is hier niet nader onderzocht of er verband is tussen het falen voor test B05 en test D04.

Figuur 3.22 toont het gemiddelde verschil tussen twee locaties in de vergelijking (links) voor stations De Bilt, Euro Platform, Leeuwarden, Schiphol en Platform F16, als functie van de windrichting, in sectoren van 10°. Uit de grote verschillen voor F16 wordt wederom direct duidelijk dat de twee windsets op Noordzeeplatforms niet als elkaars back-up kunnen worden gebruikt. Op Platform F16 worden voor de windrichtingen waarop de twee windsets aan weerszijden van de vent stack georiënteerd zijn gemiddelde verschillen van 5 tot 6 m/s gevonden. Bij die windrichtingen ligt één van de cup anemometers namelijk geheel in de luwte van de vent stack, waardoor het verschil tussen de twee waarden erg groot is. Daarnaast zijn in de figuur het eerder besproken verschil voor de twee locaties op Leeuwarden rond een windrichting 90° en de onderschatting voor het hele windrichtingbereik op locatie A261a duidelijk waarneembaar. Merk op dat de verschillen voor de onverstoorde windrichtingen op de platforms (DEPL1-DEPL2 en PEHFZ1-PEHFZ2) minimaal zijn, ten gevolge van de grote hoogte waarop de waarnemingen gedaan worden op de platforms en het relatief gladde zeeoppervlak in de omgeving. In de rechterfiguur van Figuur 3.22 is het relatieve verschil te zien als functie van de windrichting, uitgedrukt in de verhouding van de gemiddelde windsnelheden voor iedere windrichtingsector. De gestippelde lijnen geven afwijkingen van ±10% aan, wat tevens een ICAO-norm is voor de maximale afwijking in windsnelheid per

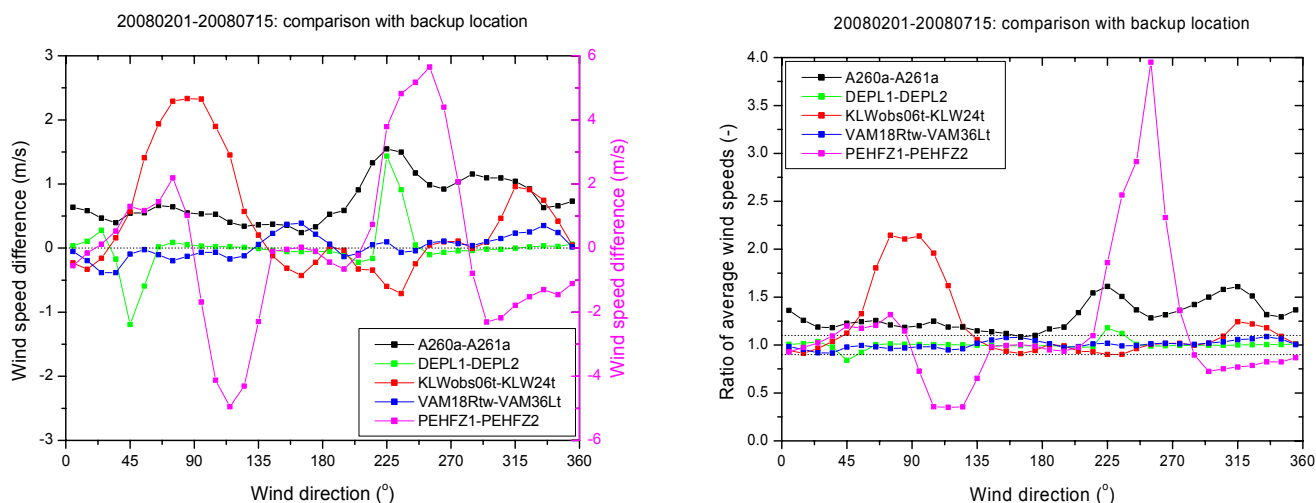
windrichtingsector voor een back-uplocatie. Voor de getoonde stations wordt dit, bij analyse van de KMDS 2008 dataset, alleen gehaald voor de combinatie VAM18Rtw-VAM36Lt op Schiphol.

LEEWARDEN kLu 06270

27 juli 2006 panoramisch foto overzicht Back-up LCB 24 6meter wind



Figuur 3.21. Panoramisch overzicht voor windrichtingen tussen ONO en OZO vanaf de 6-meter windmast op locaties KLW24t.



Figuur 3.22. Windrichtingafhankelijkheid van het gemiddelde windsnelheidsverschil (links) en de verhouding van de gemiddelde windsnelheden (rechts) voor een vijftal combinaties van windmeetlocaties (zie Tabel 3.2), voor de periode 1 februari-15 juli 2008.

Samenvatting test Do4

- Een validatiemethode gebaseerd op vergelijking van de windsnelheid tussen twee geco-loceerde waarneemlocaties op hetzelfde station lijkt niet zinvol zonder een afhankelijkheid van de windrichting te gebruiken.
- In het algemeen zijn lokale verschillen in beschutting en de waarneemhoogte cruciaal voor de vergelijking van de windsnelheidwaarnemingen, waardoor afhankelijk van de omgeving een windrichtingafhankelijkheid bestaat.
- Het is cruciaal dat bij het uitvoeren van deze test bepaalde ongunstige windrichtingsectoren worden uitgefilterd, afhankelijk van de locatie.

3.8 Testen op model samenhang

3.8.1 Verwerping tijdens assimilatie VIMOLA

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
VIMOLA assimilatie <i>Test op goedkeuring tijdens VIMOLA assimilatie</i>	Eo1 pp wordt niet verworpen Eo2 dd wordt niet verworpen Eo3 ff wordt niet verworpen	Verdacht pp Verdacht dd Verdacht ff

In verband met het ontbreken van de logfiles waarin de resultaten van de VIMOLA assimilatiestappen zijn opgenomen, zijn deze testen niet uitgevoerd voor de periode van inzameling. Eventueel kunnen de logfiles op aanvraag beschikbaar worden gemaakt door W-PPI, of nagedraaid voor een periode uit het verleden waar METAR- of SYNOP-rapporten voor invoer beschikbaar zijn.

3.8.2 Vergelijking met VIMOLA

TEST	CRITERIUM	STATUS BIJ FALEN
VIMOLA analyse/verwachting <i>Test op overeenkomst met VIMOLA uitvoer</i>	Eo4 $ \Delta pp < X$ hPa Eo5 $ \Delta dd < X^\circ$ Eo6 $ \Delta ff < X$ m/s	Verdacht pp Verdacht dd Verdacht ff

In de periode 13 februari-15 juli 2008 zijn de uurlijkse VIMOLA uitvoervelden met de analyse en de verwachting tot en met 9 uur vooruit opgeslagen. Uit deze velden zijn met behulp van een extractietool de waarden voor de herleide 10-meter windsnelheid en windrichting en luchtdruk op zeeniveau gehaald voor alle stations in de KMDS 2008 dataset. Dit programma voert de extractie uit op basis van het ingegeven stationscoördinaat (zie Appendix A) en geeft een geïnterpoleerde waarde op basis van de vier omliggende roosterpunten uit. Het VIMOLA model kent een horizontale roosterafstand van 50 km.

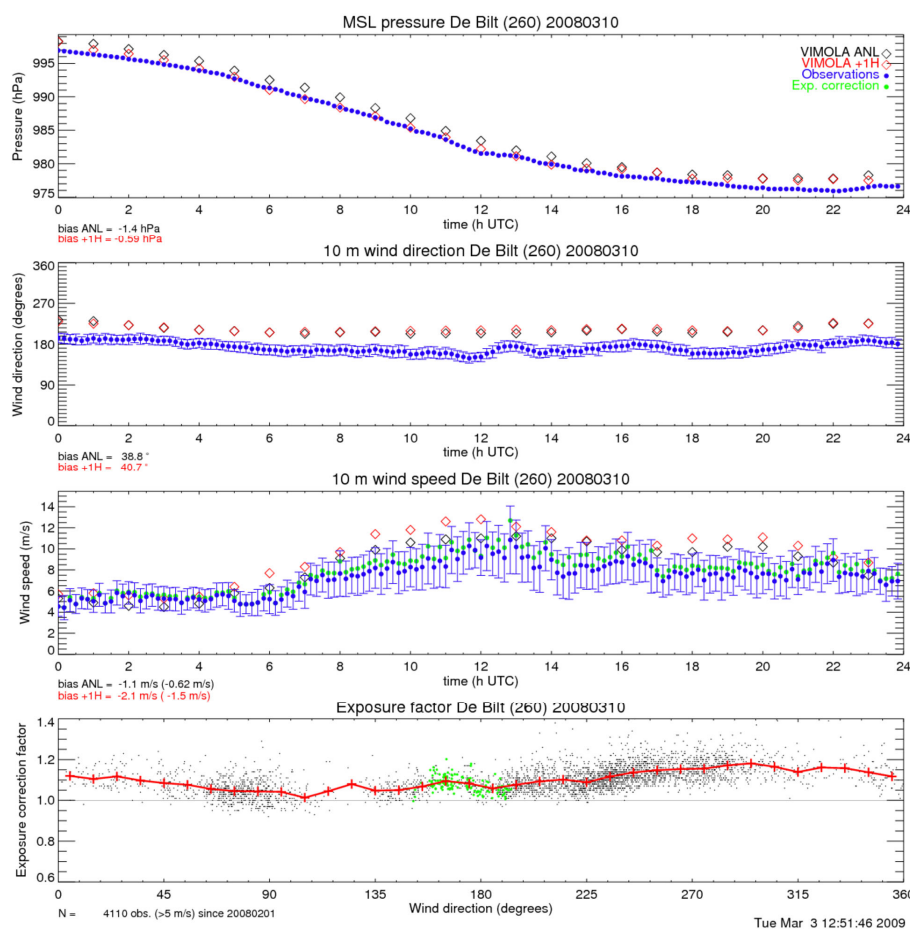
Eo4-Eo6 $|\Delta pp| < X$ hPa, $|\Delta dd| < X^\circ$, $|\Delta ff| < X$ m/s

In testen Eo4-Eo6 wordt onderzocht of de VIMOLA analyse en de +1 uur verwachting van een uur geleden kunnen worden gebruikt bij de near real-time validatie van 10' druk- en windwaarnemingen. Hierbij is voor ieder uur in de genoemde periode waarvoor de VIMOLA-velden en de waarnemingen gelijktijdig beschikbaar waren de 10' luchtdruk-, windrichting- en windsnelheidwaarneming van de hoofdlocaties van de stations in de KMDS dataset met de waarde uit de VIMOLA analyse en +1 uur verwachting voor die locatie vergeleken.

Een voorbeeld van de vergelijking voor station De Bilt (260) op 10 maart 2008 is weergegeven in Figuur 3.23. In de bovenste tijdserie is een groot verschil zichtbaar tussen de luchtdruk uit de VIMOLA analyse/verwachting en de waarneming. In de analyse wordt de luchtdruk ingemengd, dus er mag verwacht worden dat de verschillen erg klein zijn. Het is hier echter zo dat de +1 uur verwachting beter overeenkomt met de waarnemingen dan de analyse, met een dagelijkse gemiddelde afwijking van respectievelijk -1.4 hPa en -0.6 hPa.

In de figuur is ook te zien dat de hele dag grote verschillen in windrichting optreden tussen de VIMOLA analyse/verwachting en de waarnemingen. Er is sprake van een vrij constante afwijking van 20 tot 40 graden, waarbij de VIMOLA waarden altijd 'geruimd' zijn ten opzichte van de waarnemingen. Het is niet duidelijk waardoor dit komt, maar kan mogelijk te maken hebben met de herleiding naar 10-meter windrichting in het VIMOLA model. De berekende wind in VIMOLA is namelijk de geostrofische wind. Deze wordt omgerekend naar de werkelijke 10-meter wind door gebruik te maken van informatie tussen de waargenomen wind en de berekende geostrofische wind van een uur geleden.

De windsnelheid heeft in dit geval een daggemiddelde afwijking van -1.1 m/s voor de analyse en -2.1 m/s voor de +1 uur verwachting. Dit betekent dat VIMOLA de windsnelheid voor station De Bilt in het algemeen overschat. Het model mist namelijk orografische en lokale (beschuttings-)effecten die van invloed zijn op het windklimaat op de windmeetlocaties. In feite wordt hier een gemiddelde waarde voor een 50x50 km grid box vergeleken met de waargenomen waarde in een punt. Daarnaast kunnen verschillen optreden omdat in VIMOLA de windsnelheid en windrichting oorspronkelijk worden berekend op het 1000 hPa-vlak en vervolgens pas worden herleid naar 10 meter hoogte.



Figuur 3.23. Overzicht van de vergelijking tussen 10' druk- en windwaarnemingen waargenomen in De Bilt (260) en de VIMOLA analyse en +1u verwachting op 10 maart 2008.

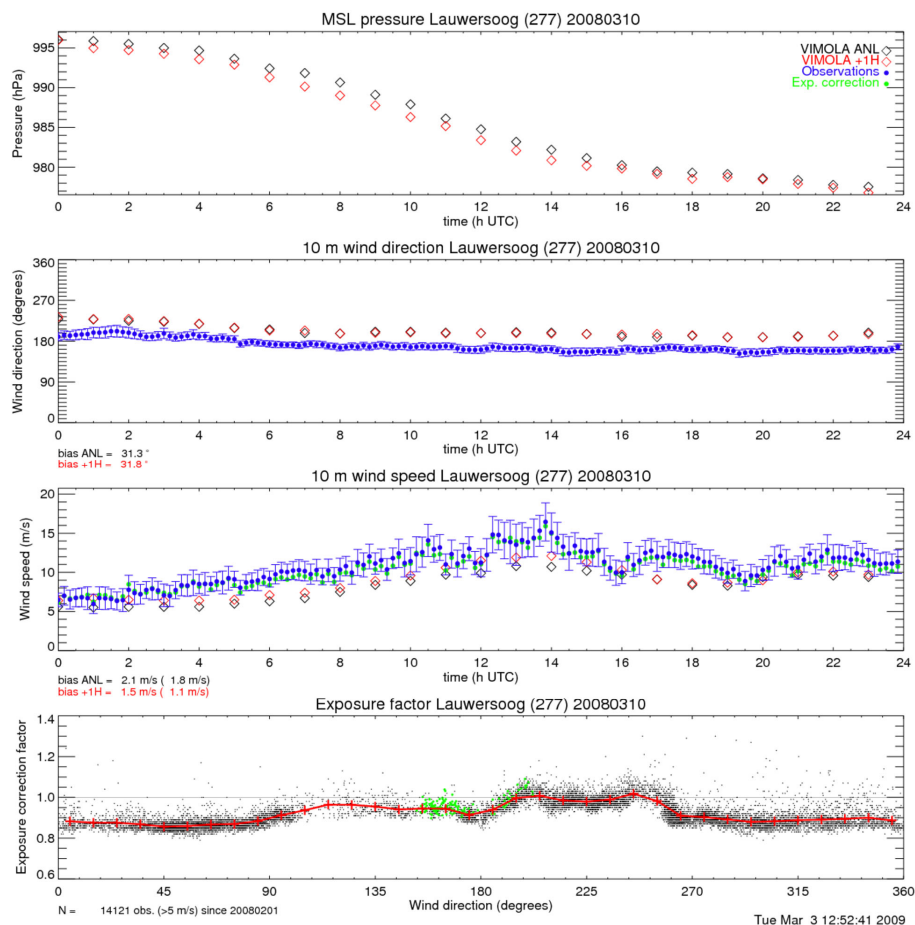
In het onderste panel van Figuur 3.23 staat een overzicht van de beschuttingsfactor als functie van de windrichting. De zwarte puntjes representeren de 10' waarden in de hele periode 1 februari-15 juli (met de rode lijn het gemiddelde), terwijl de groene puntjes de waarden van de huidige dag voorstellen. De beschuttingsfactor is een maat voor de beschutting die op de windmeetlocatie wordt ervaren als gevolg van bomen, gebouwen en andere obstakels in de nabije omgeving. Voor een aantal locaties is deze factor sterk afhankelijk van de aanvoerrichting. De beschuttingsfactor is uitgerekend volgens (Van der Meulen, 2000):

$$F = 0.76427(1 + 1.79176 \times \frac{fsd}{ff})$$

voor alle datapunten met een 10' windsnelheid (ff) groter dan 0.5 m/s. De parameter fsd is de 10' standaarddeviatie van de windsnelheid.

De beschuttingsfactor wordt momenteel alleen gebruikt om achteraf karakteristieken van de windsnelheid te vertalen naar potentiële windsnelheid, voor klimatologisch gebruik. Voor De Bilt is de beschuttingsfactor sterk afhankelijk van de windrichting en gemiddeld genomen voor alle windrichtingen groter dan 1 (veel beschutting), terwijl voor onbeschutte locaties op zee de beschuttingsfactor doorgaans lager is dan 1. In het derde panel van de figuur is de windsnelheid vermenigvuldigd met de instantane beschuttingsfactor, waarbij de groene puntjes het resultaat zijn. De windsnelheden voor De Bilt zijn hierbij naar boven bijgesteld en hierdoor verbeterd de overeenkomst met de modelwaarden uit VIMOLA. De daggemiddelde afwijkingen van de analyse en +1 uur verwachting zijn na deze correctie respectievelijk -0.6 en -1.5 m/s.

In Figuur 3.24 zijn de tijdseries van luchtdruk en wind voor station Lauwersoog op 10 maart 2008 weergegeven. Op dit station wordt geen luchtdruk gemeten. Voor de windrichting is een soortgelijke afwijking te zien als in Figuur 3.23, echter gemiddeld over de dag is deze wat kleiner (31.3 en 31.8°). Aan de tijdserie voor de windsnelheid is te zien dat, in tegenstelling tot de vergelijking in De Bilt, het VIMOLA model de windsnelheid ten opzichte van de waarnemingen juist onderschat voor zowel de analyse als de +1 uur verwachting. De daggemiddelde afwijking is respectievelijk 2.1 en 1.5 m/s.



Figuur 3.24. Gelijk aan Figuur 3.23, maar voor station Lauwersoog (277).

Ook voor dit geval worden de verschillen kleiner na een correctie van de windsnelheden met de beschuttingsfactor, die de waarden in het algemeen naar beneden bijstelt. De berekende beschuttingsfactoren voor Lauwersoog zijn in het onderste panel van de figuur te zien. Voor de meeste windrichtingen is de waarde ten gevolge van het relatief gladde zeeoppervlak in de nabijheid van de windmast kleiner dan 1, maar voor de sector 180-250° staat de windwaarneming onder invloed van een brug en obstakels (veerboten) in de nabij gelegen haven (Bron: Stationsgids). De beschuttingsfactor is daardoor voor die richtingen met een gemiddelde waarde van rond de 1 een stuk hoger.

Toetsing KMDS 2008 dataset:

- Voor tien stations zijn hieronder de resultaten van de vergelijking van druk- en windwaarnemingen met de uitvoer van het VIMOLA model weergegeven voor de periode 1 februari–15 juli 2008. Deze stations zijn Schiphol (240), K13 Alpha Platform (252), Houtribdijk (258), De Bilt (260) Stavoren (267), Heino (278), Huibertgat (285), Vlissingen (310), Lichteiland Goeree (320) en Beek (380). De gemiddelde afwijking tussen de waarneming en VIMOLA staat in de tabel voor zowel de analyse (ANL) als de +1 uur verwachting van een uur terug (F1H). De volledige set resultaten is te vinden in Tabel B.6 en B.7 in Appendix B. Merk op dat niet op alle stations luchtdruk wordt gemeten.

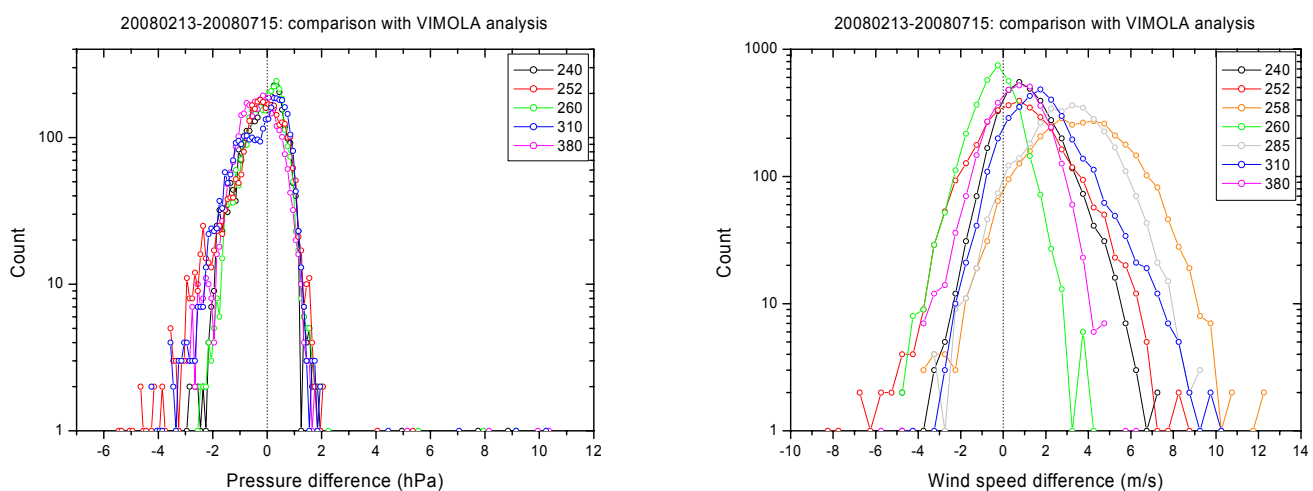
Tabel 3.3. Overzicht van de gemiddelde afwijking van de 10' stationswaarneming van luchtdruk op zeeniveau, 10-meter windrichting en windsnelheid met de VIMOLA analyse (ANL) en +1 uur verwachting (F1H) voor de periode 13 februari-15 juli 2008. De variabele ffc is de windsnelheid gecorrigeerd voor de instantane beschuttingsfactor.

		pp-ppvīm		dd-ddvīm		ff-ffvīm		ffc-ffvīm	
station	N	ANL	F1H	ANL	F1H	ANL	F1H	ANL	F1H
		<i>hPa</i>	<i>hPa</i>	<i>°</i>	<i>°</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
240	3301	-0.10	-0.09	41.44	43.20	1.13	1.04	0.99	0.90
252	3289	-0.24	-0.10	34.74	37.27	0.79	0.95	0.79	0.95
258	3145			36.01	38.34	3.62	3.50	2.71	2.59
260	3301	-0.06	-0.07	41.10	43.68	-0.36	-0.47	-0.23	-0.35
267	3301			34.84	36.78	1.49	1.42	1.22	1.15
278	3299			44.41	47.51	-0.33	-0.42	-0.29	-0.38
285	3195			25.10	27.32	3.04	2.93	2.11	2.00
310	3301	-0.19	-0.16	44.78	45.97	1.84	1.84	1.51	1.51
320	3282	-0.09	-0.03	40.24	40.97	2.17	2.23	2.17	2.23
380	3277	-0.33	-0.34	56.82	55.40	0.68	0.67	0.64	0.64

- Het verschil in luchtdruk met de VIMOLA analyse en +1 uur verwachting is voor de getoonde stations in Tabel 3.3 negatief. De gemiddelde waarde voor alle stations (Tabel B.6) is respectievelijk -0.16 en -0.13. De verdeling van het luchtdrukverschil is voor vijf locaties geplot in Figuur 3.25. De smalste verdelingen zijn zichtbaar voor Schiphol (240) en De Bilt (260), terwijl de meeste afwijkingen op 10' basis over het algemeen tussen -3 en +3 hPa liggen. De enkele gevallen met een grotere afwijking dan 4 hPa komen overeen met een vreemde signatuur in de VIMOLA luchtdruk uitvoer op 15 maart 2008, waarbij tussen 2 en 3 UTC een sprong van meer dan 10 hPa optreedt.
- Voor de windrichting is de gemiddelde afwijking van dezelfde orde als die in de voorbeelden voor De Bilt en Lauwersoog in Figuur 3.23 en 3.24. De twee windmasten met open water in de omgeving, Houtribdijk (258) en Huibertgat (285), vertonen een betere overeenkomst met de VIMOLA windrichting dan de andere stations. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt

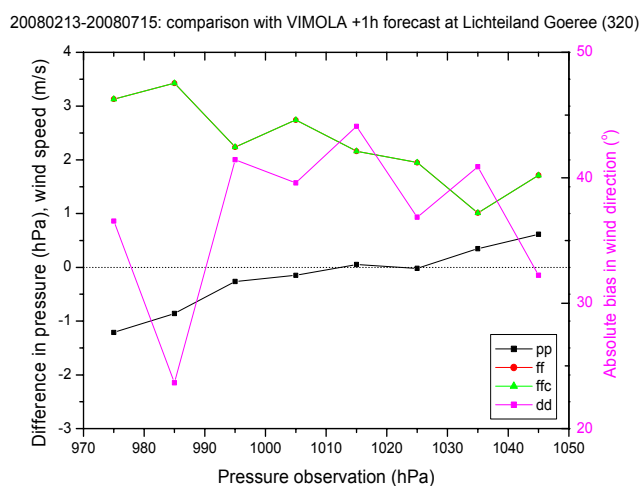
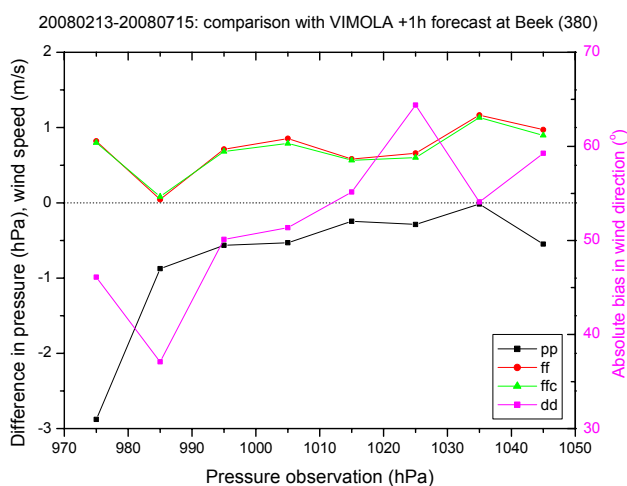
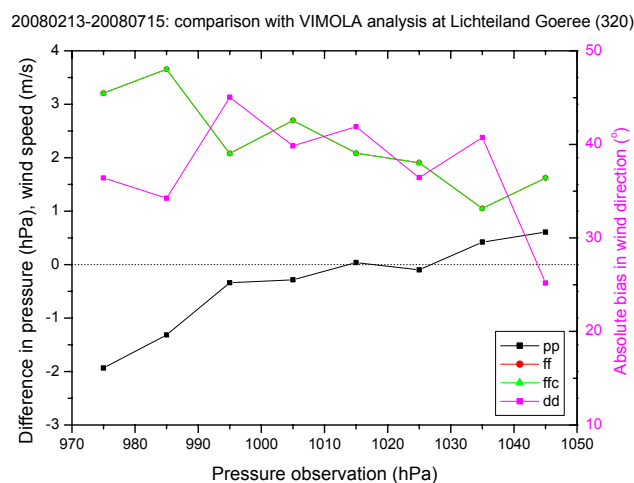
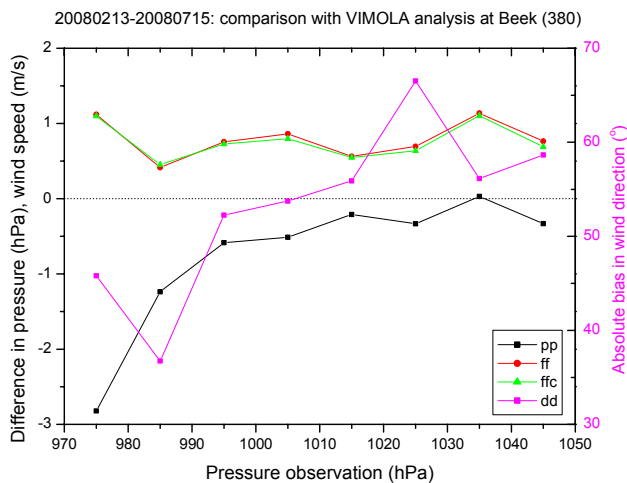
doordat deze stations een gemiddelde hoge windsnelheid kennen en daardoor de windrichting minder vaak afwijkt als gevolg van lage windsnelheden.

- De afwijking in windsnelheid varieert sterk van station tot station. Voor Huibertgat en Houtribdijk is de windsnelheid in de VIMOLA analyse en +1 uur verwachting gemiddeld ongeveer 3.5 en 3.0 m/s lager dan de waarneming, terwijl de windsnelheid op de beschutte landstations De Bilt (260) en Heino (278) overschat wordt ten opzichte van de waarneming. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat in het VIMOLA model geen orografie en beschutting is meegenomen. Bij vergelijking van de stationswaarneming met het gemiddelde voor de 50x50 km grid box kunnen daardoor grote verschillen ontstaan. De verdeling voor het windsnelheidsverschil is te zien in de rechterfiguur van Figuur 3.25. Deze is voor alle stations erg breed en, afhankelijk van de gemiddelde afwijking, meer naar links of rechts verschoven ten opzichte van de nulwaarde. Vrijwel alle punten voor deze stations liggen tussen -6 en +10 m/s.



Figuur 3.25. Verdeling van het verschil in 10' luchtdruk (links) en windsnelheid (rechts) voor een aantal KNMI stations uit Tabel 3.3 met de VIMOLA analyse voor de periode 13 februari-15 juli 2008. Bingrootte is 0.1 hPa en 0.5 m/s.

Figuur 3.26 toont voor stations Beek (380) en Lichteiland Goeree (320) de gemiddelde afwijking tussen de waarnemingen en de VIMOLA analyse en +1 uur verwachting als functie van de (waargenomen) luchtdruk. Het valt direct op dat de afwijking in luchtdruk met toenemende luchtdruk kleiner wordt en de overeenkomst dus beter. Voor de windsnelheid is tevens de afwijking met de gecorrigeerde windsnelheid (ffc) weergegeven, op basis van een correctie met de instantane (10') beschuttingsfactor. Merk op dat de lijnen voor ff en ffc voor Lichteiland Goeree op elkaar vallen omdat voor dat station geen fsd wordt gerapporteerd. Voor Beek is te zien dat de afwijking met het VIMOLA model afneemt voor de gecorrigeerde windsnelheid, maar dat de verschillen met de ongecorrigeerde 10-meter windsnelheid slechts klein zijn. Het verband met de luchtdruk voor de windrichting is niet eenduidig; wel is goed te zien dat de gemiddelde absolute windrichtingafwijking kleiner is voor de locatie op zee (Goeree) dan boven land (Beek), in overeenstemming met Tabel 3.3.



Figuur 3.26. Overzicht van de vergelijking tussen 10' druk- en windwaarnemingen waargenomen in Lauwersoog (277) en de VIMOLA analyse en +1u verwachting op 10 maart 2008.

Sinds de introductie van VIMOLA het KNMI mid-jaren tachtig is er niet meer aan het model gesleuteld. Het model is zeer eenvoudig, maar kent daardoor ook een lage rekentijd en zodoende is het mogelijk ieder uur een nieuwe verwachting te maken. Het is niet zeker of gebruik van fijnmazigere modellen zoals het nieuwe HARMONIE model (2.5x2.5 km) betere mogelijkheden voor near real-time validatie biedt. Het oplossen van kleinschaliger systemen is hiermee mogelijk, maar tegelijk daardoor is er ook een grotere kans op plaatsingsonzekerheden bij de vergelijking met stationswaarnemingen. De hoge resolutie kan zo dus ook nadelige effecten hebben. Bovendien is de rekentijd dusdanig dat het HARMONIE model slechts één keer per 24 uur wordt gedraaid.

Uit een eerdere vergelijking van de forecast skills van VIMOLA en HIRLAM is bovendien gebleken dat VIMOLA de eerste 4 a 5 uren een betere overeenkomst toont met waarnemingen dan HIRLAM. De redenen hiervoor zijn dat VIMOLA snel beschikbaar is en meer gebruik maakt van de waarnemingen in de analyse. Mogelijk biedt de nieuwe downscaling techniek voor HIRLAM-velden aanknopingspunten om de overeenkomsten met stationswaarnemingen te verbeteren.

Samenvatting test Eo4-Eo6

- Deze test is gebaseerd op de vergelijking van 10' waarnemingen van de luchtdruk, 10-meter windrichting en windsnelheid met de VIMOLA analyse en +1 uur verwachting van een uur terug.
- De luchtdruk wordt in VIMOLA gemiddeld iets onderschat. Indien een vaste marge voor een instantane test aangehouden dient te worden, lijkt ± 3 hPa een geschikte waarde.
- De absolute verschillen in 10-meter windrichting zijn opvallend groot en bedragen gemiddeld tussen 30 en 60 graden. De oorzaak hiervan is onbekend en een validatie van de windrichtingwaarneming lijkt niet haalbaar.
- Voor locaties op zee onderschat het VIMOLA model de windsnelheid in het algemeen, terwijl overschatting plaatsvindt voor beschutte landstations. Een correctie met de instantane beschuttingsfactor maakt de verschillen kleiner, maar deze blijven aanzienlijk. Validatie van de windsnelheid met een vaste marge lijkt niet mogelijk.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Samenvatting

De waarnemingen uit het meteorologische waarneemnetwerk van het KNMI worden momenteel op verschillende plaatsen in de waarneemketen voor verschillende doeleinden gevalideerd. Automatische (near) real-time validatie is gewenst om de algemene kwaliteit van de waarnemingen te verhogen, maar dit is complex. Deze studie bevat een verkennende studie naar de mogelijkheden om druk- en windwaarnemingen op het KNMI near real-time te valideren. Er is gekozen voor deze twee parameters om de aanzet eenvoudig te houden. Tevens kan voor deze 2 parameters onderzocht worden of een eenvoudig model dat in gebruik is voor korte termijn verwachtingen van druk en wind, het zogenaamde VIMOLA model, geschikt is voor validatiedoeleinden.

Diverse testen zijn onderzocht op bruikbaarheid ten bate van de validatie van 10' waarnemingen van luchtdruk en wind. Deze testen zijn deels gebaseerd op validatiemethoden die momenteel al op het KNMI in gebruik zijn. De validatiemethoden kunnen worden ingedeeld in vijf categorieën:

- **Aanwezigheid/bereik**
Testen op aanwezigheid van de waarneming en of deze valt binnen een gespecificeerd of klimatologisch bereik.
- **Inconsistenties**
Testen op interrelatie van waarnemingen met behulp van definities of empirisch bepaalde verbanden.
- **Variabiliteit**
Testen op het maximaal toegestane of de minimaal vereiste variabiliteit van een waarneming over een bepaald tijdsinterval.
- **Ruimtelijke vergelijking**
Testen op de overeenkomst met vergelijkbare waarneemstations in de omgeving of back-uplocaties op hetzelfde station.
- **Modelvergelijking**
Testen op de overeenkomst met de analyse of korte termijn verwachting van een model.

De testen zijn getoetst aan een tweetal datasets met druk- en windwaarnemingen uit het meteorologische waarneemnetwerk. In Tabel 4.1 zijn de uitgevoerde testen in deze categorieën weergegeven, samen met een kleurcode voor een inschatting van het nut en het aantal gefaalde testen als percentage van het totaal voor de near real-time toepassing op de KMDS 2008 dataset (1 februari-15 juli 2008). Het betreft hier een indicatie op basis van de gebruikte marges, waarbij bedacht moet worden dat deze mogelijk niet optimaal zijn. Bovendien verschilt het aantal gefaalde testen sterk per locatie, zoals op te maken valt uit Appendix D. Wanneer een bepaalde test een bijdrage kent die kleiner is dan 0.005%, is dit aangegeven met '+0.00%'. Indien voor een test slechts een globale verkenning is uitgevoerd en geen toetsing heeft plaatsgevonden op basis van de 10' datasets, is geen percentage weergegeven in de tabel. Zie sectie 3 voor een nadere uitleg van de testen of voor specifieke resultaten van de verkenning.

Tabel 4.1. Overzicht van uitgevoerde testmethoden, het resultaat uitgedrukt in een kleurcode voor de bruikbaarheid en het percentage van voorkomen (falen) in de KMDS 2008 dataset, eventueel aangevuld met opmerkingen.

TEST	CRITERIUM	RESULTAAT	OPMERKINGEN
Aanwezigheid <i>Test op tijdige aanwezigheid van een waarneming</i>	A01-A07 pp,dd,dsd,ff,fsd,fx,gff aanwezig	1.49%-3.77%	Triviale test, maar noodzakelijk
Bereik <i>Test op bereik specificaties meetketen</i>	A08 pp in [940,1060] hPa ^{SIAM}	0.00%	Specificaties SIAM Voegt weinig toe, enkele gevallen voor dd
	A09 dd in [0,360]° ^{SIAM}	+0.00%	
	A10 ff in [0,75] m/s ^{SIAM}	0.00%	
	A11 fx in [0,75] m/s ^{SIAM}	0.00%	
	A12 gff in [0,75] m/s ^{SIAM}	0.00%	
Bereik/extremen <i>Test op klimatologisch reële waarde</i>	A13 pp in [960,1050] hPa ^{I-ID}	0.00%	Marges bepaald uit extremen Foutieve situaties herkend
	A14 ff in [0,5] m/s ^{I-ID}	+0.00%	
	A15 fx in [0,50] m/s ^{I-ID}	+0.00%	
	A16 gff in [0,50] m/s ^{I-ID}	0.00%	
Logische inconsistentie <i>Test op fouten betreffende definitiekwesties</i>	B01 ff ≤ gff	+0.00%	Definitiekwestie, voegt weinig toe
			Mogelijk foutief door herleidingsformules
Overig <i>Test op empirische interrelaties</i>	B02 ff > 0 m/s indien dsd > 0° ^{WMO 488}	0.03%	Veel meldingen bij windstilte, of vastvriezen
	B03 dsd > 0° indien ff > 0 m/s ^{WMO 488}	0.42%	Met threshold ff 0.5-1.0 m/s wel bruikbaar
	B05 (gff-ff)/fsd ≤ 5 ^{Van der Meulen/SIAM}	0.17%	Veel vortex detecties op vliegveldlocaties
Max. variabiliteit <i>Test op maximaal toegestane variabiliteit/sprong</i>	C01 Δ pp (10') < 2 hPa ^{WMO 488}	0.02%	Natuurlijke sprongen tot 3.7 hPa
	C02 Δ ff (10') < 10 m/s ^{WMO 488}	+0.00%	Criterium van 15 m/s mogelijk beter
Min. variabiliteit <i>Test op minimaal vereiste variabiliteit/verandering</i>	C03 pp veranderlijk over laatste uur ^{I-ID}	0.58%	"Langzame" variabele, komt vaak voor
	C04 dd veranderlijk over laatste uur ^{I-ID}	0.06%	In combinatie met criterium ff > 2 m/s
	C05 ff veranderlijk over laatste uur ^{I-ID}	0.01%	Niet haalbaar voor ff=0 (windstilte)
Omliggende stations <i>Test op maximale afwijking t.o.v. andere stations</i>	D01 Δ pp < X hPa	-	Locatie-afhankelijk, of vaste marge ±4 hPa
	D02 Δ ff < X m/s	-	Locatie-afhankelijk of vaste marge ±10 m/s
Back-uplocatie <i>Test op maximale afwijking t.o.v. back-up-locatie(s)</i>	D03 Δ pp < 0.5 hPa ^{I-ID}	10.38%	Geschikt mits sensorhoogte goed in CIBIL
	D04 Δ ff < 3.0 m/s ^{I-ID}	1.97%	Sterk windrichting(sector)afhankelijk door verschillen in beschutting
VIMOLA assimilatie <i>Test op goedkeuring tijdens VIMOLA assimilatie</i>	E01 pp wordt niet verworpen	-	Niet getest
	E02 dd wordt niet verworpen	-	
	E03 ff wordt niet verworpen	-	
VIMOLA analyse/forecast <i>Test op overeenkomst met VIMOLA uitvoer</i>	E04 Δ pp < X hPa	-	Locatie-afhankelijk, of vaste marge ±3 hPa
	E05 Δ dd < X°	-	In het algemeen zeer grote afwijking
	E06 Δ ff < X m/s	-	Locatie-afhankelijk en tevens land/zee effect

4.2 Conclusies en aanbevelingen

Het uitvoeren van een near real-time validatie van de druk- en windwaarnemingen in het nationale meteorologische waarnemennetwerk van het KNMI lijkt op bepaalde punten haalbaar. Verder onderzoek en ontwikkeling van de gepresenteerde testen, die zich hier toespitsen op de 10-minuut waarnemingen, is echter noodzakelijk. De meeste testen kunnen, na optimalisatie van de testcriteria en eventueel gebruik van striktere locatie- en/of windrichting afhankelijke criteria, automatisch

worden uitgevoerd op de operationele datastroom. Echter dit zal meestal enkel een waarschuwing als gevolg hebben waarna manuele bevestiging/uitsluitel noodzakelijk is. Om deze informatie te kunnen afhandelen en benutten evenals efficiënt gebruik te kunnen maken van meta-informatie betreffende technische, onderhoud en omgevingfactoren dient (1) een koppeling van betreffende databases te worden gerealiseerd en (2) de datastroom in staat te zijn de afwikkeling van diverse stappen in het (auto) validatie proces te kunnen faciliteren. Hiervoor dient een informatiemodel m.b.t. kwaliteitsinformatie ontwikkeld te worden, dat onder meer beschrijft hoe de informatie die op verschillende plaatsen in de meetketen toegekend wordt propageert naar de data op langere tijdschalen. Hierbij moet rekening gehouden worden met de verschillende toepassingen en de daarvoor benodigde meta-informatie voor de gebruikersgroepen Weer en Klimaat.

Het aantal ondervangen foutieve situaties is niet eenvoudig in te schatten op basis van deze rapportage. Enerzijds is het niet altijd duidelijk wat de reden is voor het falen van een test, daarnaast is dit sterk afhankelijk van de locatie en het toegepaste criterium. Behalve voor de testen op aanwezigheid en het voldoen aan de SIAM specificaties (Ao 1-A 1 2) is de meest waarschijnlijke status die aan een waarneming toegevoegd kan worden, zonder de waarde daarvan te wijzigen, dan ook 'verdacht/waarschuwing'. Een nadere inventarisatie van de behoeften van de gebruikers, de wijze van toepassing van de testen en de mogelijkheden om de verdachtmakingen te evalueren zijn nodig, voordat een nadere invulling gegeven kan worden aan de uit te voeren testen en de implementatie daarvan.

Voor de testen die zijn getoetst in sectie 3, kunnen de volgende conclusies (●) en aanbevelingen (⇒) worden opgesteld:

Aanwezigheid/bereik (Ao 1-A 1 6)

- De testen op aanwezigheid zijn noodzakelijk om te bepalen of vervolgtesten op een bepaald element uitgevoerd kunnen worden.
 - Vooral waarnemingen van RMI locaties, windmeetpalen en secundaire KLu locaties blijken bovengemiddeld vaak niet direct beschikbaar.
 - Wanneer het bereik dat volgt uit de specificaties van de SIAM in een test wordt vernauwd tot klimatologisch reële waarden, worden foutieve metingen in de datasets herkend. Dit geldt voor het bereik in druk [960, 1050] hPa, windsnelheid [0, 35] m/s en windstoten [0, 50] m/s.
 - Valse alarms treden voor de geanalyseerde data ten gevolge van deze vernauwing niet op, desondanks is het automatisch afkeuren van hoge windsnelheidsmetingen niet aan te raden aangezien het een potentieel risico inhoudt. Merk op dat maar een kleine dataset beschikbaar van de nieuw ingerichte platforms op de Noordzee waardoor de klimatologische range nog onzeker is.
- ⇒ Er bestaat helaas geen indicator voor sensor uitwisseling in de gearchiveerde 10' databases om het effect van veroudering/vervuiling na te kunnen gaan in een onderzoek. Dit is een algemene behoefte die voor ieder type waarneming geldt.
- ⇒ Informatie over uitwisseling en onderhoud van sensoren in het waarneemnetwerk door I-WIS/Service zouden eenvoudiger beschikbaar gemaakt moeten worden voor onderzoeksdoeleinden. Nu kost het meestal veel tijd voor de medewerkers Service om deze incidenten te achterhalen.
- ⇒ Het bereik van de windrichting [0, 360>° wordt op station K1 3 een aantal keer overschreden. De reden hiervoor is onbekend, maar dient te worden uitgezocht.

Inconsistenties (Bo 1-Bo6)

- Cross-checks tussen de windvaan en de cupanemometer worden vaak niet gehaald bij lage windsnelheden, omdat het aanloopkoppel van de sensoren niet overtroffen wordt.

- De test op een windrichtingsvariatie (dsd) nul dient aangevuld te worden met een minimale windsnelheid in de range 0.5 tot 1.0 m/s om bruikbaar te zijn. De variatie van de windrichting gemeten op grotere hoogte (platforms, Cabauw) is vaak nul omdat daar een onverstoorde windveld gemeten kan worden.
 - Eén geval werd gevonden waarbij op een KLu 6-meter locatie de herleide 10-meter windstoot (gff) kleiner was dan de herleide 10-meter windsnelheid (ff), doordat voor de herleiding van beide variabelen vanaf de meethoogte verschillende formules gebruikt worden.
 - De test op overschrijding van vortex criteria (Van der Meulen, 1998) wordt op 10' basis met grote regelmaat niet gehaald, vooral (95%) voor de locaties op Schiphol en andere vliegvelden. Deze overschrijdingen van de vortex criteria treden veelal op voor windrichtingen waarvoor de windmeetlocatie stroomafwaarts ligt ten opzichte van in gebruik zijnde baan, en lijken dus correct te zijn.
 - Ook op niet-vliegveld locaties worden – in mindere mate – vortex situaties gedetecteerd. Bij toepassing van de criteria die in de SIAM toegepast worden neemt dat aantal toe en worden dus tevens meer natuurlijke uitschieters (t.g.v. turbulentie) als vortices beoordeeld.
 - Een duidelijke afname van de standaarddeviatie van de windrichting (dsd) met toenemende windsnelheid is zichtbaar. Validatie is echter complex omdat minimaal een threshold in windsnelheid van 5 m/s toegevoegd moet worden, en de marges verschillen per station.
 - De vereiste variabelen voor de uitvoering van bepaalde testen zijn niet op alle locaties aanwezig. Het gaat hierbij vooral om de standaarddeviaties.
- ⇒ De vortexcompensatie in de SIAM is momenteel voor een test alleen voor een drietal locaties op Schiphol, de twee windmeetlocaties in Beek, De Bilt Test en Cabauw ingeschakeld. Gezien het aantal detecties op de overige locaties lijkt het inzetten van een detectie/compensatie voor windmetingen langs landingsbanen onvermijdelijk. Hierbij lijken de criteria van Van der Meulen (1998) beter geschikt dan de huidige SIAM criteria, maar hiervoor is aanvullend onderzoek noodzakelijk.
- ⇒ Doordat verschillende herleidingsformules gebruikt worden voor de herleiding naar 10-meter windstoot en gemiddelde windsnelheid, kan een inconsistentie optreden waarbij de stoot kleiner is dan de gemiddelde waarde. Dit dient nader uitgezocht te worden.
- ⇒ Er dient nagegaan te worden of het algoritme dat de operationele windset op platforms selecteert, goed functioneert. Nu wordt de set met de hoogste 1' windrichting gekozen, maar in sommige gevallen leidt dit tot een hogere variatie in de windrichting (dsd) voor de operationele locatie.
- ⇒ Rapporteer indien mogelijk de standaarddeviatie van de windsnelheid (fsd) voor alle windmeetlocaties. Dit gebeurt momenteel niet voor de RMI locaties.
- ⇒ Af en toe lijkt een sprong op te treden tijdens onderhoud. Dit fenomeen dient nader te worden uitgezocht en de onderhoudsprocedures dienen eventueel te worden herzien om foutieve sprongen te voorkomen.
- ⇒ Het KNMI is in 2008 een veldtest gestart met de Thies 2D sonische anemometer op een tiental windlocaties in Nederland. Wanneer (een aantal van) de testen uit deze rapportage nader op haalbaarheid worden onderzocht, is het nuttig deze ook voor deze locaties uit te voeren op de waarnemingen van zowel de cupanemometer/windvaan combinatie als de sonische anemometer.

Variabiliteit (Co1-Co5)

- Een sprong van meer dan 2 hPa in 10 minuten kan voorkomen in onstuimige weer situaties, bij het passeren van (kleinschalige) lagedrukssystemen. Met een grens van ± 4 hPa worden valse verdachtmakingen in natuurlijke situaties voorkomen.

- Bovenstaande geldt eveneens voor de grens voor een sprong in gemiddelde windsnelheid van 10 m/s. Met een grens van 15 m/s worden voor de data in deze studie geen valse alarms geïntroduceerd.
 - Voor dubbel uitgevoerde windsets op platforms die niet elkaars back-up zijn (zoals Platform F16) kan de test op windsnelheidssprong niet op beide locaties apart worden uitgevoerd.
 - De luchtdruk is in veel gevallen een heel uur onveranderlijk en deze test is dan ook niet bruikbaar om verstoringen in de waarnemingen te detecteren. De test op veranderlijkheid van de luchtdruk is mogelijk over langere tijdschalen (3-6 uur) wel succesvol.
 - Onveranderlijkheid van de windrichting treedt vaak op bij periodes met lage windsnelheden. Een aanvullend criterium met de actuele 10' windsnelheid, zoals $ff > 2$ m/s, lijkt geschikt om alleen foutieve gevallen te detecteren.
 - Omdat het aanloopkoppel van de anemometer bij weinig wind vaak niet gehaald wordt, is de windsnelheid in dat geval vaak lange tijd achter elkaar onveranderlijk. De test lijkt slechts bruikbaar over langere periodes om de stugheid te kunnen herkennen, of in combinatie met een vergelijking van de windsnelheid op omliggende stations.
- ⇒ De check op luchtdruksprong in de SIAM is met een criterium van 15 hPa in 12" ruim gekozen. Het lijkt goed haalbaar een waarschuwingsstatus toe te voegen voor een beperktere sprong in de gemeten luchtdruk.
- ⇒ In een aantal gevallen is de windsnelheid zonder duidelijke reden lange tijd onveranderlijk nul geweest bij weinig wind. Aanvullende informatie over deze inconsistenties (Twente en Soesterberg, 2005) uit de voorijking van de vervangen anemometers kan uitsluitsel bieden over de stugheid.

Ruimtelijke vergelijking (D01-D04)

- De verschillen tussen een station en het omgevingsgemiddelde zijn sterk afhankelijk van de afstand tot en oriëntatie van de omgevingsstations. Marges kunnen voor ieder station geconstrueerd worden uit de eigenschappen van de verdeling van het verschil.
- Voor luchtdruk lijkt een vaste marge van ± 5 hPa bruikbaar. Deze hoge marge wordt vooral veroorzaakt door afgelegen stations zoals Beek (380).
- Voor windsnelheid is een ruimtelijke vergelijking problematisch, de ligging en afstand van omgevingsstations een grotere rol spelen dan bij druk. Een vaste marge moet minimaal ± 10 m/s bedragen.
- Voor een beperkt aantal stations kan validatie plaatsvinden met behulp van een back-up sensor, zoals op een aantal vliegvelden en KLu-bases. Marges kunnen voor ieder station geconstrueerd worden uit de eigenschappen van de verdeling van het verschil. Voor luchtdruk is de vergelijking mogelijk met een marge van ± 0.5 hPa.
- De grote hoeveelheid inconsistenties voor de test op back-up luchtdruk wordt veroorzaakt door verkeerde hoogte-instellingen van de meetlocaties in CIBIL. I-ID/Datavalidatie heeft hiervoor een actie uitgezet.
- Een validatiemethode gebaseerd op vergelijking van de windsnelheidsensoren op hetzelfde station lijkt niet zinvol zonder de windrichting-(sector)afhankelijkheid in beschouwing te nemen. In het algemeen zijn lokale verschillen in beschutting cruciaal voor de vergelijking van de windsnelheid, waardoor een sterke afhankelijkheid van de windrichting bestaat die verschilt van station tot station. Dit geldt met name voor de vergelijking met KLu 6-meter locaties op Leeuwarden en Deelen, waar de faalkans voor een back-up test hoog is.
- De gemeten windsnelheid op RMI platforms wordt sterk verstoord door de sensoren van de andere windset en het verschil tussen beide windsets is daardoor sterk windrichting afhankelijk. Het gaat hierbij om het effect van zowel de cup anemometer als – in mindere mate – de windvaan op de andere cup anemometer en is significant aanwezig voor o.a. Euro Platform.

- In de ruimtelijke vergelijking (met omliggende stations of back-uplocaties) moet rekening gehouden worden met het feit dat het falen voor een bepaalde test niet eenduidig aangeeft welke waarneming verdacht is; dit kan zowel de waarneming op de meetlocatie zelf als op de locatie(s) in de vergelijking zijn.
 - Er dient bij ruimtelijke vergelijking tevens rekening gehouden te worden met de nodige aanpassingen in het geval van inkrimping/uitbreiding van stations of variabelen in het waarneemnetwerk.
- ⇒ Kwantificeer de verstoring van de windmetingen voor de twee windsets op de RMI platforms en pas indien noodzakelijk een selectie-algoritme toe voor de operationele waarneming. Mogelijk dient ook de opstelling voor deze locaties worden heroverwogen.

Modelvergelijking (Eo 1-Eo6)

- De luchtdruk wordt in de VIMOLA analyse en +1 uur verwachting onderschat ten opzichte van de stationswaarnemingen. Een vaste marge van ± 3 hPa lijkt bruikbaar voor vergelijking.
 - De absolute verschillen met de VIMOLA 10-meter windrichting zijn opvallend groot en bedragen gemiddeld tussen 30 en 60 graden. De oorzaak hiervan is onbekend en een validatie van de windrichtingwaarneming is niet haalbaar.
 - Voor locaties op zee onderschat het VIMOLA model de windsnelheid, terwijl overschatting plaatsvindt voor beschutte landstations. Dit heeft te maken met het feit dat VIMOLA geen orografie/beschutting heeft en tevens omdat in de verkenning een stationswaarneming met een gemiddelde waarde voor de 50x50 km grid box vergeleken is.
 - Een correctie met de instantane beschuttingsfactor maakt de verschillen kleiner, maar deze blijven aanzienlijk. Validatie van de windsnelheid met een vaste marge lijkt niet mogelijk.
- ⇒ Validatie van 10' waarnemingen op basis van de VIMOLA analyse en verwachting lijkt in beperkte mate mogelijk, en slechts voor de luchtdruk. Het gebruik van gedetailleerde informatie over orografie en beschuttingsfactoren is essentieel voor een evaluatie van de wind. Mogelijk kan het nieuwe HARMONIE model of downscaling van de wind uit HIRLAM een grotere bijdrage leveren aan de validatie van druk- en windwaarnemingen dan het VIMOLA model. Hierbij moet opgemerkt worden dat de hogere resolutie ook nadelige effecten kan hebben en dat de rekentijd vele malen groter is, waardoor near real-time toepassing niet haalbaar is.

4.3 Dankwoord

Aan de totstandkoming van dit document werkten de volgende mensen mee:

- Wiel Wauben en Bert van den Oord (I-RD): Review en aanvulling van de rapportages.
- Bert Bergman (I-ID): Informatie over de validatiestappen bij I-ID/Datavalidatie.
- Rudolf van Westrhenen (W-PPI): Extractietool voor VIMOLA en informatie over het model.
- Maarten Plieger (I-RD): Overzichtskaartje van de KNMI windmeetlocaties.
- Medewerkers Service (I-WIS): Overzicht storingen/werkzaamheden voor selectie van events.

Referenties

- Benschop, H., 2005: Representativiteit windmetingen, in het bijzonder op luchthavens. *KNMI Technical Report TR-277*, KNMI, De Bilt, The Netherlands.
- Bijma, J.R., 2006: DWO-SIAM Wind, versie 1.0, 28 maart 2006. INSA Documentnummer ID-30-051. *KNMI Internal document*, KNMI, De Bilt, The Netherlands.
- Bijma, J.R., 2007: DP1-SIAM Paroscientific barometer, versie 1.2, 4 december 2007. Infra Documentnummer ID-30-054. *KNMI Internal document*, KNMI, De Bilt, The Netherlands.
- Heijboer, L.C., H. Timmerman and A. van der Hoek, 1989: Description and performance of an hourly nowcasting and very short-range forecasting system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol. 115, Issue 485, p.93-125.
- International Civil Aviation Organisation ICAO, 1998: Meteorological Service for International Air Navigation, International Standards and Recommended Practices, annex III to the convention of International Civil Aviation. 13th edition. *ICAO, Montreal, Canada*.
- KNMI, 2001: Handboek waarnemingen. *KNMI Internal document*, KNMI, De Bilt, The Netherlands.
- Meulen, J.P. van der, 1998: Wake vortex induced wind measurements at airfields: a simple algorithm to reduce the vortex impact. Paper presented at the WMO Technical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-1998), Casablanca, Morocco, 13-15 May 1998, IOM 70 (TD 877).
- Meulen, J.P. van der, 2000: Wind measurements: potential wind speed derived from wind speed fluctuations measurements, and the representativity of wind stations. Paper presented at TECO 2000.
- Roosz, M. de, 2007: Bepaling van de karakteristieken van de KNMI cup-anemometer. *KNMI stageverslag*, KNMI, De Bilt, The Netherlands.
- Wauben, W.M.F., 2001: Algoritmen RIS. Versie 3.0: 28/08/01. *Internal report*, KNMI, De Bilt, The Netherlands.
- Wauben, W., F. Kuik and T. Haig, 2002: The New Meteorological Observation Network in the Netherlands. Paper presented at the WMO Technical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-2002), Bratislava, Slovakia, 23-25 September 2002, IOM 75 (TD 1123).
- Wauben, W.M.F., 2005: Real-time Automatische Validatie Waarnemingen. Brainstormsessie 23 augustus 2006. KNMI, De Bilt, The Netherlands.
- Wauben, W.M.F., 2006: Automated Operational Validation of Meteorological Observations in the Netherlands. Paper presented at the WMO Technical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-2006), Geneva, Switzerland, 4-6 December 2006, IOM 94 (TD 1354).
- WMO, 2006: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. WMO-No. 8. Preliminary seventh edition. *Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland*.
- WMO, 2007: Guide to the Global Observing System. WMO-No. 488. Third edition. *Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland*

Online informatiebronnen

Validatie actuele waarnemingen door I-ID (intranet):

<http://info.knmi.nl/infra/info/datavalidatie/validatie.htm>

Validatieprocedures I-ID (intranet):

http://info.knmi.nl/infra/info/datavalidatie/beschrijving_per_element.html

Kaartje van de laatste VIMOLA analyse met verworpen waarnemingen (intranet):

<http://info.knmi.nl/~westrhen/vimola/vimola.html>

Storingsmeldingen I-ID:

http://bxp221/storingsmeldingen_tonen

Stationsgids KNMI:

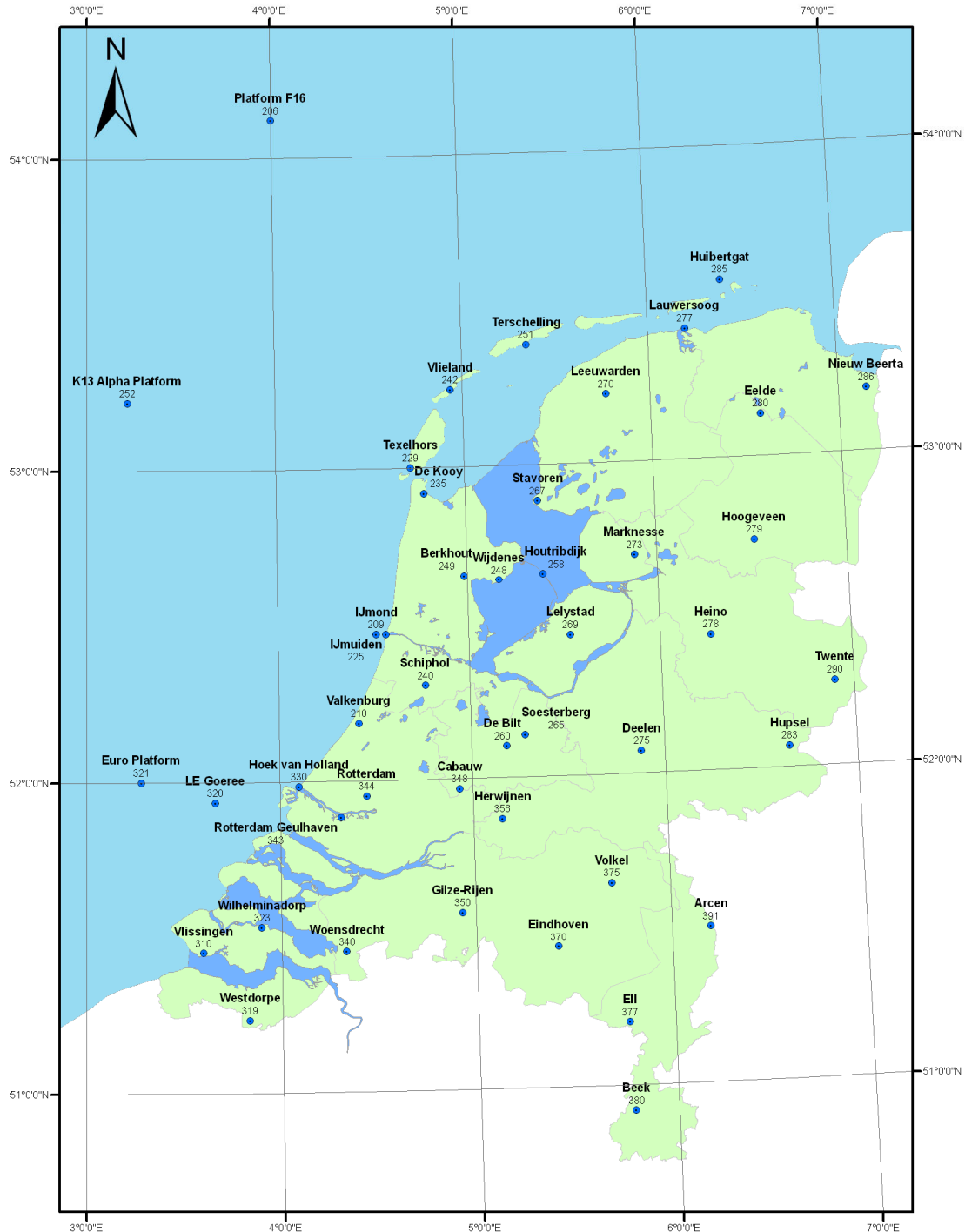
http://bxp218/stationsgids_publick.php

Appendix A Overzicht van de gebruikte meetlocaties

Tabel A.1. Overzicht van de MetNet locaties met druk- en windwaarnemingen die in sectie 3 zijn gebruikt. In de laatste kolommen is aangegeven of op de locatie luchtdruk wordt gemeten en op welke hoogte de windsensoren zijn geïnstalleerd (peildatum 1 maart 2008). In groen zijn de SYNOP-locaties aangegeven, in wit de back-up- of additionele windlocaties.

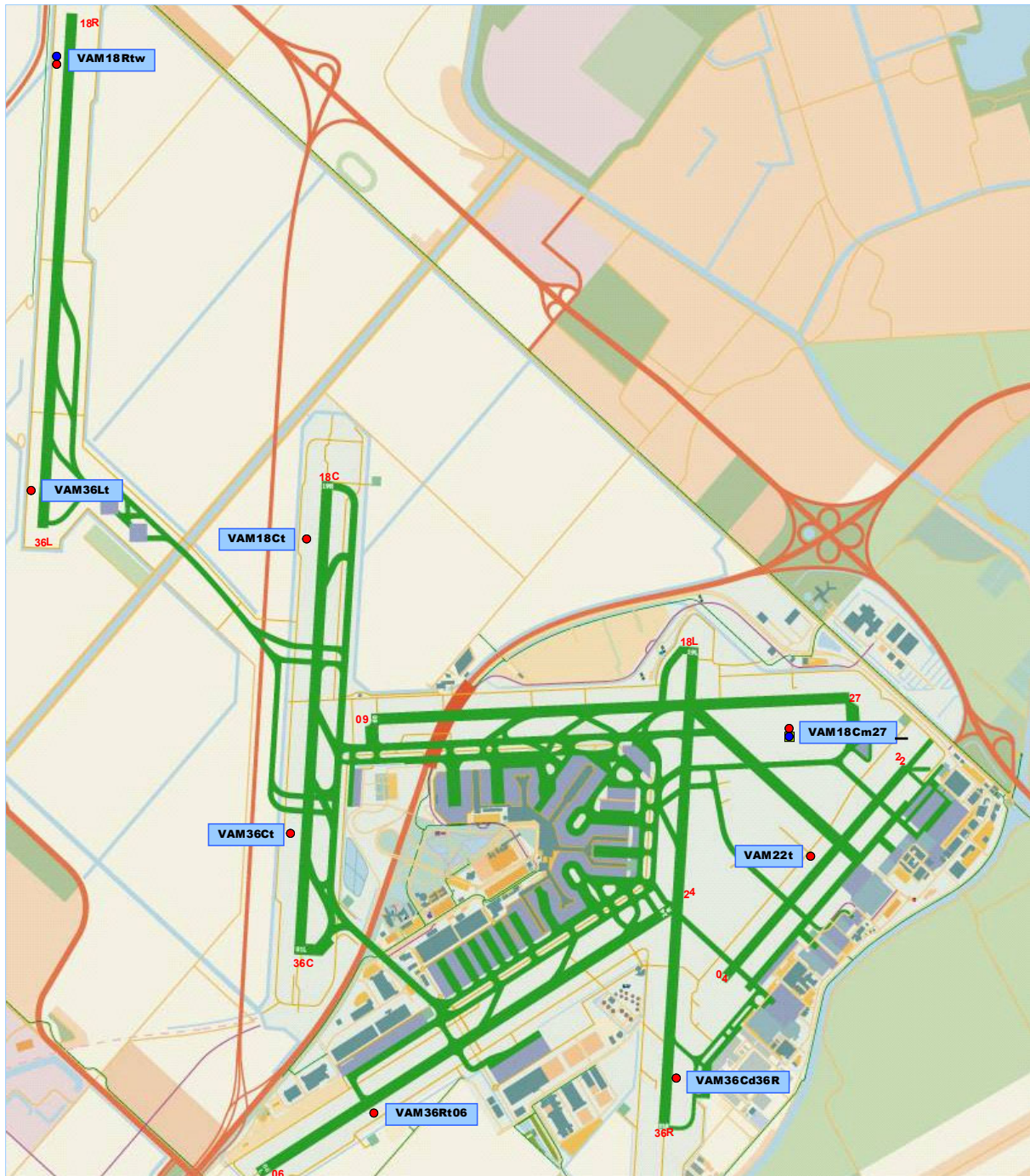
Naam	WMO loc.	Locatie	Lat	Lon	Hoogte (m)	Druk	Wind
PEHFZ	206	Platform F16	54.1200	4.0000	0.0	x	
PEHFZ1	206	Platform F16					76 m
PEHFZ2	206	Platform F16					76 m
DSPY1	209	IJmond wind	52.4667	4.5167	0.0		17 m
XVBobs	210	Valkenburg	52.1833	4.4167	0.0	x	10 m
A225a	225	IJmuiden wind	52.4667	4.5667	0.0		19 m
A229a	229	Texelhors wind	53.0000	4.7167	0.0		10 m
VKDobs	235	De Kooy	52.9167	4.7833	0.0	x	10 m
VAM18Cm27	240	Schiphol	52.3000	4.7667	-4.4	x	10 m
VAM18Ct	240	Schiphol					10 m
VAM18Rtw	240	Schiphol				x	10 m
VAM22t	240	Schiphol					10 m
VAM36Cd36R	240	Schiphol					10 m
VAM36Ct	240	Schiphol					10 m
VAM36Lt	240	Schiphol					10 m
VAM36Rt06	240	Schiphol					10 m
KVLobs	242	Vlieland	53.2500	4.9333	4.0	x	10 m
KVLpres	242	Vlieland				x	
KVLwind	242	Vlieland					8 m
A248a	248	Wijdenes wind	52.6333	5.1667	-1.2		10 m
A249a	249	Berkhout	52.6500	4.9833	-2.5		10 m
A251a	251	Terschelling Hoor	53.3833	5.3500	0.5	x	10 m
DK131	252	K13 Alpha Platform	53.2167	3.2167	0.0	x	74 m
DK132	252	K13 Alpha Platform					74 m
A258a	258	Houttridijk wind	52.6483	5.4000	7.3		10 m
A260a	260	De Bilt	52.1000	5.1833	2.0	x	20 m
A261a	261	De Bilt Test	52.1000	5.1833	2.0	x	10 m
KSB09t	265	Soesterberg					6 m
KSB27t	265	Soesterberg				x	6 m
KSBobs09t	265	Soesterberg	52.1330	5.2800	14.0	x	10 m
A267a	267	Stavoren	52.8833	5.3833	-0.9		10 m
VLE23t	269	Lelystad	52.4500	5.5333	-4.2	x	10 m
KLW06t	270	Leeuwarden					6 m
KLW24t	270	Leeuwarden				x	6 m
KLWobs06t	270	Leeuwarden	53.2167	5.7667	0.2	x	10 m
A273a	273	Marknesse	52.7000	5.8833	-3.1		10 m
KDL20t	275	Deelen				x	6 m
KDLobs02t	275	Deelen	52.0700	5.8800	50.0	x	10 m
A277a	277	Laurosoog	53.4167	6.2000	3.0		10 m
A278a	278	Heino	52.4333	6.2667	5.0		10 m
A279a	279	Hoogeveen	52.7333	6.5167	15.6	x	10 m
VGG23t	280	Eelde	53.1333	6.5833	4.0	x	10 m
A283a	283	Hupsel	52.0667	6.6500	29.1		10 m
A285a	285	Huibertgat wind	53.5667	6.4000	0.0		18 m
A286a	286	Nieuw Beerta	53.2000	7.1500	-1.0		10 m
KTW06t	290	Twente					6 m
KTW24t	290	Twente				x	6 m
KTWobs06t	290	Twente	52.2700	6.9000	34.5	x	10 m
A310a	310	Viissingen	51.4500	3.6000	8.0	x	10 m
A319a	319	Westdorpe	51.2333	3.8333	1.4		10 m
DLEG1	320	Lichteiland Goeree	51.9333	3.6667	0.0	x	38 m
DLEG2	320	Lichteiland Goeree					38 m
DEPL1	321	Euro Platform	52.0000	3.2833	0.0	x	29 m
DEPL2	321	Euro Platform					29 m
A323a	323	Wilhelminadorp	51.5333	3.9000	1.5	x	10 m
A330a	330	Hoek van Holland	51.9833	4.1000	0.0	x	15 m
KWO07t	340	Woensdrecht					6 m
KWO25t	340	Woensdrecht				x	6 m
KWOobs07t	340	Woensdrecht	51.4500	4.3333	14.9	x	10 m
A343a	343	Rotterdam Geulhaven	51.8833	4.3167	4.5		10 m
VRD06t	344	Rotterdam					10 m
VRD24t	344	Rotterdam	51.9500	4.4500	-5.0	x	10 m
A348a	348	Cabauw	51.9667	4.9333	0.0	x	10 m
KGR10t	350	Gilze-Rijen					6 m
KGR28t	350	Gilze-Rijen				x	6 m
KGRobs10t	350	Gilze-Rijen	51.5700	4.9300	11.5	x	10 m
A356a	356	Herwijnen	51.8667	5.1500	0.9		10 m
KEH04t	370	Eindhoven					6 m
KEH22t	370	Eindhoven				x	6 m
KEHobs04t	370	Eindhoven	51.4500	5.4167	20.9	x	10 m
KVK06Lt	375	Volkel					6 m
KVK24Rt	375	Volkel				x	6 m
KVKobs06Lt	375	Volkel	51.6500	5.7000	20.1	x	10 m
A377a	377	Ell	51.2000	5.7667	30.0		10 m
VBK04t	380	Beek					10 m
VBK22t	380	Beek	50.9167	5.7833	114.3	x	10 m
A391a	391	Arcen	51.5000	6.2000	19.0		10 m

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77



Figuur A.1. Overzichtskaart met de gebruikte stations met windwaarneming in deze studie. Merk op dat niet op al deze stations luchtdruk gemeten wordt.

Amsterdam Airport Schiphol



Figuur A.2. Locaties op Schiphol waar wind (rood) en luchtdruk (blauw) gemeten wordt. De lichtblauwe labels bij de locaties geven de MetNet namen aan, die ook in Tabel A.1 gebruikt worden.

Appendix B Overzicht marges verkennende testen

Vergelijking omliggende stations

Tabel B.1. Overzicht van de vergelijking (2003-2007) tussen de 10' luchtdruk (MSL) op KNMI stations met het omgevingsgemiddelde, bepaald uit de waarnemingen van drie geselecteerde stations in de omgeving. In de 4^e t/m 7^e kolom staan de statistieken van het absolute verschil tussen het station en het omgevingsgemiddelde.

station	comparison	N	pp-psurr mean hPa	stdev hPa	min hPa	max hPa
210	240,330,344	247232	0.03	0.15	-2.80	4.10
235	240,242,270	155677	0.11	0.46	-11.59	2.49
240	210,235,260	246250	-0.10	0.20	-4.24	5.63
242	235,251,270	155165	-0.20	0.49	-11.97	2.06
251	235,242,270	155165	-0.27	0.55	-11.05	1.56
252	235,242,321	146573	-0.18	1.23	-5.84	4.22
260	240,265,348	133432	0.02	0.20	-1.45	1.32
265	260,269,275	132882	0.07	0.22	-1.67	2.80
269	240,265,279	133378	-0.03	0.18	-2.34	2.62
270	235,251,280	161341	0.05	0.95	-2.09	33.19
275	265,269,375	131200	0.02	0.32	-2.40	5.30
279	269,280,290	138509	-0.07	0.30	-2.71	1.81
280	251,270,279	162147	-0.01	0.58	-10.07	2.64
290	275,279,375	136438	-0.02	0.55	-3.59	2.23
310	330,340,344	187300	0.27	0.61	-3.72	4.61
320	310,321,330	241298	-0.06	0.27	-28.34	1.99
321	310,320,330	241298	-0.38	0.50	-3.12	8.95
330	210,320,344	245334	0.01	0.14	-1.50	9.48
340	310,344,350	180329	0.06	0.36	-1.90	4.02
344	210,330,348	246766	0.03	0.16	-12.54	2.01
348	260,344,350	239124	-0.03	0.18	-3.88	5.91
350	340,348,370	162986	0.05	0.16	-1.92	3.56
370	350,375,380	144288	-0.02	0.17	-2.29	1.81
375	275,370,380	143728	-0.10	0.31	-2.75	1.68
380	350,370,375	144288	0.37	0.95	-4.64	5.12

Tabel B.2. Gelijk aan Tabel B.1, maar voor 10-meter windsnelheid.

station	surroundings	N	ff-ffsurr mean m/s	stdev m/s	min m/s	max m/s	ff/ffsurr mean -	stdev -	min -	max -
210	240,330,344	247375	-0.66	1.22	-8.86	10.53	0.86	0.28	0.00	8.53
235	240,242,270	156072	-0.28	1.25	-8.13	11.39	0.95	0.27	0.00	5.77
240	210,235,260	246375	0.39	1.10	-7.04	15.47	1.10	0.33	0.00	11.38
242	235,251,270	156136	2.39	1.71	-5.78	19.43	1.49	0.45	0.00	15.14
251	235,242,270	156136	0.25	1.23	-9.07	8.33	1.06	0.28	0.00	8.73
252	235,242,321	150912	0.88	2.19	-15.43	12.78	1.17	0.47	0.00	9.59
260	240,265,348	134373	-0.99	0.97	-8.40	3.76	0.79	0.24	0.00	6.84
265	260,269,275	133680	-0.25	0.87	-6.92	9.48	0.93	0.32	0.00	11.00
269	240,265,279	134288	0.23	0.99	-9.83	8.23	1.07	0.34	0.00	18.09
270	235,251,280	162355	-0.64	1.17	-8.53	10.91	0.89	0.28	0.00	30.00
275	265,269,375	131930	-0.07	0.94	-7.97	9.95	0.99	0.44	0.00	91.50
279	269,280,290	138539	0.01	0.91	-5.98	12.85	1.04	0.65	0.00	198.00
280	251,270,279	163171	-0.83	1.10	-8.49	10.16	0.84	0.27	0.00	9.56
290	275,279,375	136378	-0.40	0.99	-7.38	10.24	0.90	0.35	0.00	14.74
310	330,340,344	187582	0.83	1.53	-7.36	14.45	1.24	0.50	0.00	17.87
320	310,321,330	245552	0.76	1.21	-10.11	12.45	1.11	0.24	0.00	5.42
321	310,320,330	245552	1.00	1.51	-11.34	11.78	1.17	0.37	0.00	34.16
330	210,320,344	245480	1.36	1.37	-7.08	16.60	1.31	0.38	0.00	15.16
340	310,344,350	180616	-0.93	1.23	-16.94	8.39	0.79	0.32	0.00	6.23
344	210,330,348	247100	-0.99	1.31	-10.37	7.60	0.79	0.27	0.00	6.05
348	260,344,350	239682	0.54	0.98	-4.97	9.59	1.17	0.38	0.00	28.06
350	340,348,370	163305	-0.25	1.00	-7.35	8.92	0.88	0.43	0.00	13.33
370	350,375,380	161727	-0.04	0.87	-6.20	9.15	0.99	0.31	0.00	28.86
375	275,370,380	161098	-0.24	0.91	-7.49	9.62	0.95	0.32	0.00	7.53
380	350,370,375	161727	0.51	1.36	-7.88	11.03	1.25	0.69	0.00	41.25

Vergelijking back-uplocaties

Tabel B.3. Overzicht van de vergelijking (1 februari-15 juli 2008) tussen de 10' luchtdruk (MSL) op KNMI stations met een back-uplocatie op hetzelfde station. In de 4^e t/m 7^e kolom staan de statistieken van het absolute verschil tussen het station en de back-uplocatie.

location	backup	station	N	pp-ppbu mean hPa	stdev hPa	min hPa	max hPa
A260a	A261a	260	20649	0.11	0.06	-0.10	0.30
KDL20t	KDLobs02t	275	21904	-0.46	0.58	-5.53	7.13
KEH22t	KEHobs04t	370	21697	0.17	0.05	-0.20	0.70
KGR28t	KGRobs10t	350	21772	0.26	0.06	-0.11	0.80
KLW24t	KLWobs06t	270	21911	-0.09	0.06	-0.90	0.30
KSB27t	KSBobs09t	265	21910	0.00	0.08	-0.43	0.99
KTW24t	KTWobs06t	290	18464	-0.21	0.08	-1.13	0.19
KVK24Rt	KVKobs06Lt	375	17795	0.20	0.07	-0.30	0.60
KWO25t	KWOobs07t	340	21911	-0.47	0.06	-0.90	-0.10

Tabel B.4. Gelijk aan Tabel B.3, maar voor 10-meter windrichting.

location	backup	station	N	dd-ddbu mean °	stdev °	min °	max °
A260a	A261a	260	20648	9.17	16.93	0.00	179.20
DEPL1	DEPL2	321	20837	5.91	1.92	0.00	96.60
DK131	DK132	252	11388	5.39	1.86	0.00	73.10
DLEG1	DLEG2	320	20876	1.06	2.21	0.00	171.70
KDL20t	KDLobs02t	275	21896	16.87	25.04	0.00	180.00
KEH22t	KEHobs04t	370	21695	9.38	15.30	0.00	178.60
KGR28t	KGRobs10t	350	21757	9.77	17.04	0.00	179.80
KLW24t	KLWobs06t	270	21909	9.74	14.13	0.00	178.90
KSB27t	KSBobs09t	265	21908	13.99	21.40	0.00	179.90
KTW24t	KTWobs06t	290	18463	15.68	23.27	0.00	179.80
KVK24Rt	KVKobs06Lt	375	17793	8.67	15.33	0.00	177.10
KWO25t	KWOobs07t	340	21910	12.09	20.16	0.00	179.90
PEHFZ1	PEHFZ2	206	21877	41.19	58.18	0.00	180.00
VAM18Cm27	VAM22t	240	21903	6.41	11.16	0.00	175.40
VAM18Ct	VAM36Ct	240	21896	8.13	13.29	0.00	173.50
VAM18Rtw	VAM36Lt	240	21892	9.29	15.52	0.00	179.70
VBK04t	VBK22t	380	21765	9.24	15.99	0.00	179.00
VRD06t	VRD24t	344	21908	7.57	14.07	0.00	179.70

Tabel B.5. Gelijk aan Tabel B.3, maar voor 10-meter windsnelheid.

location	backup	station	N	ff-ffbu mean m/s	stdev m/s	min m/s	max m/s	ff/ffbu mean -	stdev -	min -	max -
A260a	A261a	260	20648	0.81	0.66	-1.54	8.81	1.45	1.09	0.00	82.00
DEPL1	DEPL2	321	20837	0.10	0.63	-2.85	4.56	1.01	0.08	0.67	1.56
DK131	DK132	252	20882	0.26	0.26	-2.55	8.55	1.20	2.89	0.00	155.50
DLEG1	DLEG2	320	20877	0.00	0.30	-4.03	3.81	1.00	0.04	0.50	1.38
KDL20t	KDLobs02t	275	21896	-0.79	0.85	-5.36	2.65	0.84	0.41	0.00	14.60
KEH22t	KEHobs04t	370	21695	-0.05	0.63	-4.31	4.83	1.00	0.37	0.00	32.39
KGR28t	KGRobs10t	350	21757	-0.20	0.94	-5.66	5.80	0.95	0.39	0.00	27.35
KLW24t	KLWobs06t	270	21909	-0.41	1.20	-6.38	31.11	0.91	0.37	0.00	26.29
KSB27t	KSBobs09t	265	21908	-0.51	0.80	-5.87	3.29	0.88	0.70	0.00	66.38
KTW24t	KTWobs06t	290	18463	0.07	0.85	-6.84	3.49	1.06	0.61	0.00	33.46
KVK24Rt	KVKobs06Lt	375	17793	0.12	0.68	-6.50	6.46	1.05	0.46	0.00	30.27
KWO25t	KWOobs07t	340	21910	0.03	0.81	-5.42	4.17	1.04	0.50	0.00	37.17
PEHFZ1	PEHFZ2	206	21877	0.99	2.88	-7.62	13.30	1.41	0.94	0.12	11.50
VAM18Cm27	VAM22t	240	21903	0.10	0.61	-3.41	4.23	1.04	0.32	0.00	23.50
VAM18Ct	VAM36Ct	240	21896	-0.08	0.65	-6.45	4.06	0.99	0.38	0.00	41.00
VAM18Rtw	VAM36Lt	240	21892	0.00	0.69	-4.18	9.43	1.03	0.46	0.00	49.50
VBK04t	VBK22t	380	21770	-0.44	0.74	-5.38	3.61	0.92	0.26	0.00	14.25
VRD06t	VRD24t	344	21908	0.05	0.62	-3.63	4.71	1.06	0.41	0.00	31.88

Vergelijking met VIMOLA

Tabel B.6. Overzicht van de vergelijking (13 februari-15 juli 2008) tussen de 10' luchtdruk, windrichting en windsnelheid op KNMI stations met de waarde uit de VIMOLA analyse. De gemiddelde waarde en standaarddeviatie van de verdeling voor de parameters pp, dd en ff staan weergegeven. De variabele 'ffc' is de windsnelheid gecorrigeerd met de instantane beschuttingsfactor.

station	N	pp-ppv mean hPa	stdev hPa	dd-ddv mean °	stdev °	ff-ffv mean m/s	stdev m/s	ffc-ffv mean m/s	stdev m/s
206	3301	-0.01	0.85	39.46	21.03	0.95	1.85	-0.07	1.79
209	3294			39.05	24.63	2.99	1.87	2.99	1.87
210	3301	-0.06	1.09	41.84	26.58	0.39	1.38	0.36	1.32
225	3297			36.33	25.55	2.94	1.97	2.23	1.60
229	3283			37.82	21.27	1.61	1.63	0.89	1.40
235	3300	0.03	0.76	38.28	23.44	0.62	1.47	0.41	1.33
240	3301	-0.10	0.93	41.44	23.88	1.13	1.35	0.99	1.24
242	3159	-0.23	0.71	31.80	21.42	0.19	1.50	0.16	1.39
248	3146			38.36	24.15	1.22	1.87	1.00	1.56
249	3301	0.01	0.31	39.48	23.91	0.93	1.39	0.77	1.27
251	3299	-0.14	0.74	32.90	21.66	1.45	1.51	1.06	1.32
252	3289	-0.24	0.91	34.74	22.72	0.79	1.88	0.79	1.88
258	3145			36.01	25.64	3.62	2.19	2.71	1.74
260	3301	-0.06	1.09	41.10	25.62	-0.36	1.06	-0.23	1.06
261	3184	-0.20	0.71	43.82	28.63	-1.17	1.27	-1.11	1.22
265	3301	-0.15	0.95	45.67	29.55	0.00	1.15	0.06	1.18
267	3301			34.84	22.19	1.49	1.37	1.22	1.24
269	3301	-0.09	0.84	39.06	25.05	0.73	1.15	0.65	1.10
270	3301	-0.04	0.75	32.02	23.75	0.59	1.23	0.52	1.18
273	3301	0.01	0.61	38.23	23.43	0.50	1.17	0.47	1.14
275	3300	-0.17	0.66	44.91	29.08	0.34	1.22	0.35	1.24
277	3300			31.35	23.87	2.30	1.81	1.79	1.43
278	3299			44.41	28.06	-0.33	1.11	-0.29	1.13
279	3299	-0.12	0.68	36.12	22.65	0.46	1.16	0.45	1.15
280	3301	-0.17	0.64	34.98	22.43	0.51	1.15	0.48	1.13
283	3275			41.68	27.22	-0.10	1.15	-0.07	1.16
285	3195			25.10	23.18	3.04	1.82	2.11	1.49
286	3279			33.77	21.60	1.21	1.25	1.05	1.16
290	3224	-0.07	0.69	42.95	28.64	-0.04	1.14	0.01	1.16
310	3301	-0.19	1.21	44.78	25.08	1.84	1.68	1.51	1.38
319	3251			47.39	25.40	0.45	1.19	0.42	1.15
320	3282	-0.09	0.88	40.24	23.66	2.17	1.82	2.17	1.82
321	3283	-0.38	0.87	42.99	23.67	1.62	1.60	1.62	1.60
323	3269	-0.30	0.85	41.97	22.28	0.96	1.33	0.85	1.21
330	3300	-0.16	0.82	32.98	24.84	1.86	1.61	1.35	1.39
340	3301	-0.23	0.85	44.33	26.61	0.11	1.32	0.12	1.26
343	3301	0.01	0.70	42.43	24.50	1.19	1.32	1.03	1.24
344	3301	-0.17	0.91	44.40	24.99	0.27	1.41	0.23	1.35
348	3290	-0.10	0.73	43.36	25.28	0.46	1.18	0.40	1.12
350	3278	-0.22	0.73	41.57	25.50	0.06	1.20	0.10	1.19
356	3300			50.09	25.51	0.40	1.20	0.35	1.14
370	3301	-0.22	1.20	46.05	26.03	0.32	1.15	0.32	1.15
375	3301	-0.18	0.85	43.80	26.16	0.24	1.14	0.23	1.12
377	3301	0.02	1.12	49.62	27.53	0.15	1.13	0.14	1.12
380	3277	-0.33	0.78	56.82	30.18	0.68	1.27	0.64	1.21
391	3301	0.02	1.18	48.63	29.06	-0.39	1.09	-0.34	1.11
AVERAGE	150770	-0.16	0.76	40.44	25.70	0.88	1.74	0.71	1.56

Tabel B.7. Gelijk aan Tabel B.6, maar voor een vergelijking met de VIMOLA +1 uur verwachting.

station	N	pp-ppv mean hPa	stdev hPa	[dd-ddv] mean °	stdev °	ff-ffv mean m/s	stdev m/s	ffc-ffv mean m/s	stdev m/s
206	3301	0.13	0.95	42.31	22.75	0.91	1.87	-0.11	1.81
209	3294			40.41	25.84	2.98	1.86	2.98	1.86
210	3301	-0.04	1.09	43.16	28.15	0.33	1.44	0.30	1.36
225	3297			37.78	26.54	2.92	1.95	2.21	1.58
229	3283			39.01	22.77	1.77	1.67	1.04	1.43
235	3300	0.07	0.75	39.48	24.77	0.71	1.44	0.51	1.32
240	3301	-0.09	0.97	43.20	25.35	1.04	1.40	0.90	1.29
242	3159	-0.17	0.72	32.87	22.24	0.34	1.54	0.31	1.43
248	3146			40.36	25.42	1.12	1.97	0.89	1.65
249	3301	0.01	0.42	41.40	25.34	0.85	1.45	0.70	1.33
251	3299	-0.10	0.74	34.66	22.08	1.49	1.48	1.10	1.30
252	3289	-0.10	0.92	37.27	23.37	0.95	1.92	0.95	1.92
258	3145			38.34	26.79	3.50	2.15	2.59	1.72
260	3301	-0.07	1.15	43.68	26.12	-0.47	1.17	-0.35	1.17
261	3184	-0.21	0.74	46.32	29.26	-1.28	1.38	-1.22	1.33
265	3301	-0.16	1.01	48.22	30.11	-0.11	1.27	-0.05	1.30
267	3301			36.78	22.66	1.42	1.37	1.15	1.25
269	3301	-0.09	0.88	41.43	26.00	0.61	1.18	0.53	1.14
270	3301	-0.02	0.71	34.50	24.60	0.53	1.26	0.46	1.21
273	3301	0.01	0.70	41.03	24.06	0.36	1.24	0.34	1.20
275	3300	-0.16	0.69	48.02	29.73	0.26	1.27	0.28	1.28
277	3300			34.59	24.84	2.20	1.84	1.69	1.45
278	3299			47.51	28.79	-0.42	1.16	-0.38	1.16
279	3299	-0.10	0.68	39.53	23.53	0.36	1.18	0.36	1.18
280	3301	-0.14	0.64	38.30	23.13	0.40	1.17	0.37	1.15
283	3275			44.16	27.69	-0.15	1.16	-0.12	1.17
285	3195			27.32	24.07	2.93	1.75	2.00	1.42
286	3279			36.74	22.49	1.08	1.22	0.93	1.13
290	3224	-0.03	0.68	45.46	29.28	-0.09	1.16	-0.04	1.18
310	3301	-0.16	1.25	45.97	27.70	1.84	1.72	1.51	1.45
319	3251			48.54	28.17	0.49	1.29	0.45	1.26
320	3282	-0.03	0.88	40.97	25.87	2.23	1.81	2.23	1.81
321	3283	-0.26	0.87	43.63	24.75	1.80	1.66	1.80	1.66
323	3269	-0.29	0.85	43.40	25.32	0.93	1.39	0.83	1.28
330	3300	-0.13	0.83	34.05	26.64	1.82	1.58	1.31	1.35
340	3301	-0.24	0.91	45.73	27.52	0.08	1.46	0.10	1.40
343	3301	0.01	0.68	43.35	25.28	1.12	1.41	0.96	1.33
344	3301	-0.16	0.91	45.96	26.46	0.18	1.48	0.14	1.42
348	3290	-0.11	0.77	45.97	26.26	0.36	1.24	0.30	1.19
350	3278	-0.23	0.78	44.58	26.45	-0.01	1.24	0.02	1.23
356	3300			52.80	25.86	0.32	1.26	0.27	1.20
370	3301	-0.22	1.20	48.65	25.88	0.27	1.20	0.26	1.21
375	3301	-0.18	0.87	46.62	26.51	0.17	1.19	0.16	1.17
377	3301	0.02	0.93	50.10	27.86	0.10	1.17	0.09	1.17
380	3277	-0.34	0.80	55.40	30.90	0.67	1.33	0.64	1.27
391	3301	0.02	1.16	50.89	29.25	-0.47	1.14	-0.43	1.16
AVERAGE	150770	-0.13	0.78	42.43	26.64	0.83	1.78	0.67	1.60

Appendix C Overzicht testvlagresultaten KS-KA dataset 2003-2007

Tabel C.1. Overzicht van het aantal gefaalde testen voor de 1 o' waarnemingen van luchtdruk (pp), windrichting (dd) en windsnelheid (ff) in de KS-KA 2003-2007 dataset. Merk op dat het aantal beschouwde waarnemingen verschilt omdat een aantal KLu stations later is toegevoegd.

Testen luchtdruk (pp)				Testen windrichting (dd)				Testen windsnelheid (ff)														
station	N	A01 aantal	A08 bereik	C03 verander	C01 sprong	D03 backup	N	A02 aantal	A02 afwezig	A09 bereik	C04 verander	B03 dsd=0	N	A03 aantal	A03 afwezig	A10 bereik	C05 verander	B02 ff=0	B01 >gust	B05 vortex	C02 sprong	D04 backup
210	249840	67	0	3777	9	1	249840	120	1017	0	3	330	249840	86	1018	0	54	123	-	-	-	3
235	249840	986	0	3651	2	1	249840	1017	0	0	0	113	249840	1018	0	12	88	-	-	-	-	1
240	249840	366	0	1839	1	1	249840	240	0	0	0	229	249840	240	0	13	63	-	-	-	-	4
242	165024	5270	0	370	2	1	165024	6896	0	0	0	156	165024	5268	0	0	7	-	-	-	-	9
251	249840	1130	0	2890	1	1	249840	438	0	0	41	553	249840	438	0	0	19	-	-	-	-	1
252	249840	8006	0	890	1	1	249840	7693	20	1	7387	7597	249840	7597	0	2209	2308	-	-	-	-	0
260	249840	413	0	2172	46	1	249840	405	0	0	20	198	249840	405	0	33	97	-	-	-	-	0
261	249840	3807	0	2102	39	1	249840	3936	0	0	42	568	249840	3761	0	1561	1803	-	-	-	-	6
265	139968	4894	0	125	0	1	139968	4114	0	0	26	160	139968	4112	0	441	875	-	-	-	-	2
267	-	-	-	-	-	-	249840	532	0	4	167	249840	528	0	164	204	-	-	-	-	-	3
269	249840	385	0	1831	4	1	249840	404	0	0	3	109	249840	393	0	83	217	-	-	-	-	3
270	165168	1323	0	1538	4	1	165168	1056	0	0	6	130	165168	1056	0	4	32	-	-	-	-	1
275	249840	8465	0	20	2	1	249840	8372	0	0	20	645	249840	8628	0	179	407	-	-	-	-	19
278	249840	450	0	150	0	1	249840	465	0	0	61	521	249840	465	0	56	156	-	-	-	-	2
280	249840	173	0	1794	1	1	249840	133	0	0	17	363	249840	131	0	61	144	-	-	-	-	3
290	139968	243	0	31	2	1	139968	266	0	0	7	103	139968	266	0	1017	1764	-	-	-	-	2
310	249840	246	0	558	1	1	249840	282	0	0	0	120	249840	280	0	10	30	-	-	-	-	3
320	249840	2376	0	1219	6	1	249840	2339	0	0	0	2841	249840	2298	0	0	9	-	-	-	-	9
321	249840	6799	0	1449	0	1	249840	2703	0	0	0	1701	249840	2615	0	37	101	-	-	-	-	2
330	249840	173	0	289	5	1	249840	1600	0	0	25	117	249840	302	0	6	32	-	-	-	-	13
340	189360	721	0	85	3	1	189360	451	0	0	42	342	189360	451	0	285	1086	-	-	-	-	2
344	249840	91	0	1538	4	1	249840	206	0	0	288	1373	249840	98	0	54	158	-	-	-	-	0
348	249840	968	0	4644	3	1	249840	667	0	0	15	392	249840	667	0	61	144	-	-	-	-	0
350	249840	8270	0	189	5	1	249840	8112	0	0	46	591	249840	8112	0	292	551	-	-	-	-	0
370	165168	190	0	36	1	1	165168	227	0	0	9	262	165168	213	0	50	103	-	-	-	-	0
375	165168	2128	0	68	1	1	165168	2180	0	0	15	352	165168	2180	0	58	197	-	-	-	-	0
377	-	-	-	-	-	-	249840	663	0	0	18	796	249840	663	0	18	94	-	-	-	-	2
380	249840	17663	0	6	5	1	249840	303	0	0	8	626	249840	230	0	406	412	-	-	-	-	4

Appendix D Overzicht testvlagresultaten KMDS dataset 1 februari-15 juli 2008

Tabel D.1. Overzicht van het aantal gefaalde testen voor de 10 waarnemingen van luchtdruk (pp), windrichting (dd) en windsnelheid (ff) in de KMDS 2008 dataset.

		Testen luchtdruk (pp)				Testen windrichting (dd)				Testen windsnelheid (ff)				Testen windrichting (dd)				Testen windsnelheid (ff)				
station	locatie	N	A01	A08	C03	C01	D03	N	A02	A09	C04	B03	N	A03	A10	C05	B02	B01	B05	C02	D04	
		aantal	afwezig	verander	sprong		backup	aantal	afwezig	bereik	verander	ds=0	aantal	afwezig	bereik	verander	ff=0	>just	vortex	sprong	backup	
205	PEHFZ	-	-	-	-	-	-	21917	39	0	47	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
206	PEHFZ	-	-	-	-	-	-	21917	40	0	-	0	170	21917	40	0	0	0	0	5	1	5766
206	PEHFZ	-	-	-	-	-	-	21917	40	0	-	0	433	21917	40	0	0	0	0	42	3	5766
209	DSFY1	-	-	-	-	-	-	21917	6	0	-	8	59	21917	6	0	0	0	0	0	0	0
210	XV500s	-	-	-	-	-	-	21917	6	0	-	0	21875	21875	0	0	0	0	0	0	0	0
225	A225a	-	-	-	-	-	-	21917	117	0	-	0	17	21884	117	0	0	0	0	0	0	0
225	A225a	-	-	-	-	-	-	21917	117	0	-	0	17	21884	117	0	0	0	0	0	0	0
228	A238a	-	-	-	-	-	-	21900	101	0	-	0	34	21900	101	0	0	0	0	0	0	0
235	VK00bs	-	-	-	-	-	-	21917	14	0	-	2	20	21917	14	0	0	0	0	0	0	0
240	VAM18CI	-	-	-	-	-	-	21917	15	0	-	0	9	92	21917	15	0	1	0	0	12	20
240	VAM18CI	-	-	-	-	-	-	21917	15	0	-	0	9	92	21917	15	0	1	0	0	0	13
240	VAM18Rw	-	-	-	-	-	-	21917	13	0	-	1	15	21917	13	0	1	0	0	67	1	21
240	VAM22	-	-	-	-	-	-	21917	13	0	-	4	20	21917	13	0	1	0	0	11	1	20
240	VAM36CI	-	-	-	-	-	-	21917	47	0	-	26	136	21917	47	0	1	0	0	66	0	-
240	VAM36CI	-	-	-	-	-	-	21917	19	0	-	1	8	21917	19	0	1	0	0	22	0	13
240	VAM36CI	-	-	-	-	-	-	21917	23	0	-	1	13	21917	23	0	1	0	0	179	0	21
240	VAM36CI	-	-	-	-	-	-	21917	18	0	-	1	1	21917	18	0	1	0	0	432	0	-
240	VAM36R06	-	-	-	-	-	-	21091	27	0	-	0	6	21091	27	0	0	0	0	0	0	0
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091	1823	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
242	KVL0bs	-	-	-	-	-	-	21091														

Appendix E Windsnelheidvariabelen op het KNMI

Deze Appendix geeft een overzicht van de windsnelheid variabelen op diverse niveaus in de meetketen en de wijze van totstandkoming.

Sensor/SIAM

De DWo SIAM bemonstert de windsnelheid iedere 250 ms en integreert deze over 3" (WMO voorschrift). Zodoende worden in een 12" cyclus van de SIAM 48 lopend 3" gemiddelden bepaald. Hieruit – en uit de 3" gemiddelden uit eerdere cycli – worden onderstaande parameters berekend en in het SIAM bericht uitgevoerd:

SAMPLE	maximum van de 48 lopend 3" gemiddelden in de afgelopen 12"
MINUUT	rekenkundig gemiddelde van de 240 (= 5x48) lopend 3" gemiddelden in de afgelopen 1'
MAX	maximum van de 2400 (= 10x5x48) lopend 3" gemiddelden uit de laatste 10'
MIN	maximum van de 2400 lopend 3" gemiddelden uit de laatste 10'
10GEM	rekenkundig gemiddelde van de 2400 lopend 3" gemiddelden uit de laatste 10'. Wanneer een significante sprong over de laatste 10' is opgetreden die langer dan 2' aanhoudt (Marked Discontinuity), wordt een kortere periode gemiddeld. Zie voor criteria 'DWo-SIAM wind, beschrijving v1.3' (Bijma, 2007).
STD	standaarddeviatie van de 2400 lopend 3" gemiddelden uit de laatste 10'

CIBIL/MetNet

CIBIL zamelt iedere 10' de tien 1' waarden van het afgelopen interval in vanaf de MIOU van het betreffende station. De SIAM parameters worden gekopieerd in de 1' variabelen.

1' variabelen (op sensorniveau) voor periode hh:mm t/m hh:nn:	
WSa	10' gemiddelde windsnelheid
Wsd	standaarddeviatie windsnelheid
WSm	minuutwaarde windsnelheid
WSn	minimum windsnelheid
WSx	maximum windsnelheid
	waarde van 10GEM op hele minuut
	waarde van STD op hele minuut
	waarde van MINUUT op hele minuut
	waarde van MIN op hele minuut
	waarde van MAX op hele minuut

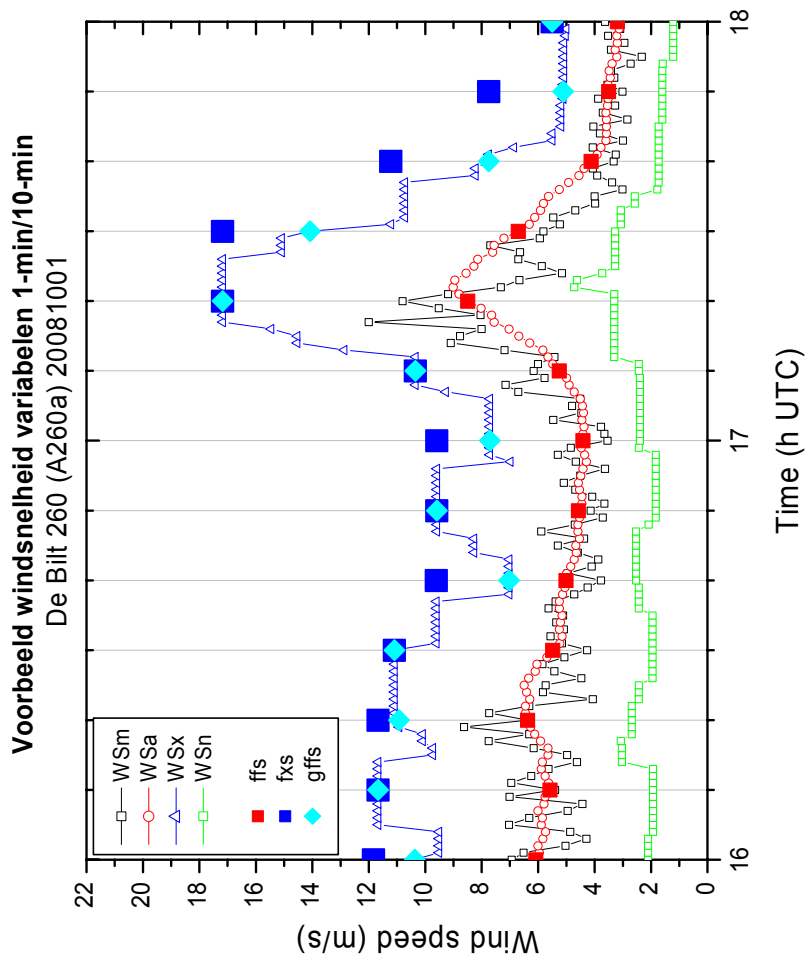
Uit de 1' variabelen worden in CIBIL de 10' variabelen herleid naar zowel sensorhoogte als 10 meter hoogte.

10' variabelen (op sensorniveau) voor tijdstip hh:nn:

ffs	gemiddelde windsnelheid	waarde van WSa op hh:xx
fxs	maximale windsnelheid	hoogste waarde van WSx in 10' interval
gffs	maximale windstoot	waarde van WSx op hh:xx
fsd	standaarddeviatie windsnelheid	waarde van Wsd op hh:xx

10' variabelen (herleid naar 10 meter hoogte) voor tijdstip hh:nn:

ff	gemiddelde windsnelheid	herleiding van ffs naar 10 meter hoogte
fx	maximale windsnelheid	herleiding van fxs naar 10 meter hoogte
gff	maximale windstoot	herleiding van gffs naar 10 meter hoogte



Figuur E.1. Tijdsree van de 1' en 10' windvariabelen uit het KMDS voor De Bilt (locatie A260a) op 1 oktober 2008 tussen 16 en 18 UTC. De geplote 1' variabelen zijn W/m, W/Sa, W/Sx en W/Sn, terwijl de 10' variabelen aangeduid worden door ffs, fxs en gfs. Merk op dat het hier om waarden op sensorniveau gaat en niet om 10-meter wind.