

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De Bilt

Verslagen

V - 240

H.C. Bijvoet

Over de nauwkeurigheid van windverwachtingen
voor verwachtingsperioden van 12 en 24 uur

De Bilt, 1971

Publikationsnummer: K.N.M.I. V-240 (II).

U.D.C.: 551.509.5 :
551.509.322

OVER DE NAUWKEURIGHEID VAN WINDVERWACHTINGEN
VOOR VERWACHTINGSPERIODEN VAN 12 EN 24 UUR

door
H.C. Bijvoet

1. Inleiding

1.1 Om een schatting te verkrijgen van de nauwkeurigheid van windverwachtingen op ongeveer 10 m hoogte boven zee, werd gedurende ruim een jaar dagelijks een speciale "verifikatie-verwachting" opgesteld. De resultaten van deze proef voor verwachtingsperioden van 12 en 24 uur worden in dit verslag verder uitgewerkt. Met behulp van een eenvoudige methode is voorts getracht met deze gegevens een indruk te verkrijgen van de nauwkeurigheid van windverwachtingen boven land.

1.2 Bij de bewerking van het materiaal werd als doel gesteld het verkrijgen van cijfers aan de hand waarvan diverse vragen uit de praktijk kunnen worden beantwoord, zoals:
"Wat is de kans dat de windsnelheid 1, 2, 3, knopen hoger zal zijn dan de verwachte windsnelheid?";
"Wat is de kans dat de windrichting meer dan 10, 20, 30, graden zal afwijken van de verwachte windrichting?";
"Hoe wordt het resultaat van de windverwachtingen beïnvloed, wanneer de meteoroloog systematisch in de verwachtingen te hoge windsnelheden opgeeft met het oogmerk de overschrijdingskansen te verkleinen?".

2. De beschikbare gegevens

2.1 Door de meteorologen, belast met de weerberichtgeving aan booreilanden op de Noordzee, werd van 1 juni 1968 t/m 30 juni 1969 dagelijks een speciale windverwachting opgesteld t.b.v. het verifikatie-experiment en wel voor twee posities langs de kust. Het ene punt was ongeveer 20 km ten noorden van Ameland gelegen, het andere punt ongeveer 70 km ten westen van Petten.

De verwachtingen, die omstreeks 15 GMT op een verifikatieformulier werden ingeschreven, omvatten voor elk punt:

de verwachte windrichting (één waarde in dekagraden) en de verwachte windsnelheid (één waarde in knopen) voor de tijdstippen 18, 21, 24, 03, 06, 09, 12 en 15 GMT. Voor elk van de verwachtingstijdstippen werd de volgende dag de opgetreden windrichting en -snelheid zo nauwkeurig mogelijk bepaald met behulp van de waarnemingen van nabijgelegen stations en de luchtdrukverdeling afgeleid uit weerkaarten.

Voor elk verwachtingstijdstip en voor elk punt waren rond 380 verwachtingen voor verifikatie beschikbaar.

2.2 In tabel 1 zijn de frekwenties van de waargenomen windsnelheden tijdens de proefperiode weergegeven en ter vergelijking de frekwenties van waargenomen windsnelheden op het lichtschip Terschellingerbank in de jaren 1910-1939. Uit deze tabel komt niet naar voren, dat de proef onder ongewone omstandigheden is uitgevoerd.

2.3 De uitwerking van het omvangrijke materiaal moest in verband met de daaraan verbonden werkzaamheden worden beperkt. De keuze is gevallen op de verifikatie van de tijdstippen: $t_0 + 12$ uur en $t_0 + 24$ uur, waarbij t_0 de waarnemingstijd van de laatst beschikbare volledig geanalyseerde weerkaart aanduidt. Bij de verifikatieproef was $t_0 = 12$ GMT en de tijd van opstelling van de verwachting ongeveer 16 GMT. De verwachting $t_0 + 12$ uur betreft dus de wind te middernacht 00 GMT; de verwachting $t_0 + 24$ uur heeft betrekking op de wind te 12 GMT van de volgende dag.

3. Onvolkomenheden van het materiaal

3.1 Het ligt voor de hand de nauwkeurigheid van de windverwachtingen te bepalen als functie van de verwachte windsnelheid. Groepeerst men het materiaal in windsnelheidsklassen, dan neemt het aantal voorgekomen gevallen in de klassen met hoge windsnelheden zover af, dat de frekwentieverdeling van afwijkingen tussen de verwachte en opgetreden waarden te veel door "toevalligheden" wordt beïnvloed. Aangezien niet kon worden aangetoond, dat de uitkomsten van de verwachtingen voor het punt ten noorden van Ameland significant verschilden van dat ten westen van Petten, werden bij de verdere bewerking van het materiaal de gegevens van beide posities samengenomen. De op deze wijze verkregen frekwentieverdelingen van afwijkingen tussen verwachte en opgetreden wind vertonen grotere regelmaat.

3.2 Zeer opvallend komt in de verifikatieproef een systematische afwijking naar voren. Groepeerst men het materiaal in klassen van verwachte windsnelheden, dan blijkt (tabel 2) dat de gemiddelde afwijking tussen de

opgetreden windsnelheid u en de verwachte windsnelheid \hat{u} voor alle u -klassen >10 knopen negatief is en toeneemt met \hat{u} en de verwachtings-termijn. Duidelijk is hier sprake van een zekere in de weerkamer niet onbekende gedragslijn, die beoogt de overschrijdingskans van de verwachte windsnelheid te verkleinen.

Bij de verdere bewerking van het materiaal werd deze "systematische" fout geëlimineerd (zie paragraaf 4) en wel om twee redenen:

1e het gekorrigeerde materiaal geeft zuiverder de meteorologische prestatie weer, en

2e het gekorrigeerde materiaal laat zich op eenvoudige wijze parameteriseren in tegenstelling tot de ongekorrigeerde gegevens.

4. Parameterisering van het materiaal

4.1 Zij met \hat{V} aangeduid de verwachte windvektor, nadat per u -klasse een korrektie is aangebracht voor de systematische windsnelheidsfout zoals weergegeven in tabel 2. Zij voorts V de opgetreden windvektor en verder v_x en v_y de componenten van de verschilvektor $V - \hat{V}$ resp. in de richting van de verwachte wind en loodrecht daarop (zie fig. 1). In tabel 3 treft men de waarden aan van het gemiddelde van v_x en v_y en de "spreiding" om deze waarden (σ_{v_x} en σ_{v_y}). Stelt men bij benadering het gemiddelde van v_x en v_y gelijk aan nul en gebruikmakend van het resultaat, dat $\sigma_{v_x} \cong \sigma_{v_y}$ (tabel 3), dan kan men de frekwentieverdelingen van afwijkingen tussen de verwachte en waargenomen windsnelheid en tussen de verwachte en waargenomen windrichting vastleggen met de verhouding σ/\hat{u} en \hat{u} (zie o.a. [1_7]) waarbij voor σ is genomen $(\sigma_{v_x} + \sigma_{v_y}) \frac{1}{2} \sqrt{2}$.

4.2 Voor de twee verwachtingstermijnen $t_0 + 12$ uur en $t_0 + 24$ uur werd uit het gekorrigeerde verifikatiemateriaal de verhouding σ/\hat{u} bepaald per snelheidsklasse (zie tabel 3). De gevonden waarden zijn uitgezet in fig. 2. In deze figuur is ook opgenomen een waarde (aangeduid met een cirkeltje), die is geschat uit een verifikatie van de wind- en storm-waarschuwingsdienst [2_7]. De door de punten getrokken krommen in fig. 2 zijn bij de verdere uitwerking benut voor het "berekenen" van de frekwentieverdelingen uit de verhouding σ/\hat{u} als functie van \hat{u} .

4.3 Het grote voordeel van de parameterisering van het materiaal is wel dat het trekken van de krommen door de punten van fig. 2 de enige "gladstrijking" is, die bij de verdere uitwerking is toegepast.

Het tweede voordeel van het parameteriseren is, dat vrijwel alle vragen van praktische aard kunnen worden beantwoord zonder telkens het materiaal opnieuw te moeten bewerken voor specifieke doeleinden.

Hoewel men de mate van nauwkeurigheid van de inpassing uit fig. 2 kan afleiden, zijn bovendien in paragraaf 6 enkele tabellen opgenomen waarin de uitkomsten afgeleid uit het "statistisch model" en de uitkomsten van de verifikatieproef met elkaar kunnen worden vergeleken.

5. De nauwkeurigheid van de verwachtingen voor de wind op ongeveer 10 m hoogte boven zee

5.1 Met de waarden van de verhouding σ/\bar{u} volgens de krommen uit fig. 2 zijn de overschrijdingskansen van de windsnelheid u als functie van de verwachte windsnelheid \bar{u} berekend en wel voor de verwachtingstijdstippen $t_0 + 12$ uur (fig. 3) en $t_0 + 24$ uur (fig. 4).

Voorbeelden:

- 1) Als voor $t_0 + 12$ uur een windsnelheid wordt verwacht van 20 knopen, dan is de kans op een optredende windsnelheid van 25 knopen of hoger 18% (zie fig. 3);
- 2) Als voor $t_0 + 24$ uur een windsnelheid wordt verwacht van 25 knopen, is de kans op een optredende wind van 40 knopen of hoger 8% (zie fig. 4).

5.2 Op overeenkomstige wijze zijn de overschrijdingskansen van de absolute afwijkingen tussen optredende en verwachte windrichting als functie van de verwachte windsnelheid \bar{u} berekend, eveneens voor de verwachtingstijdstippen $t_0 + 12$ uur (fig. 5) en $t_0 + 24$ uur (fig. 6).

Voorbeelden:

- 1) Als voor $t_0 + 12$ uur een windrichting wordt verwacht van D graden en een windsnelheid van 12 knopen, dan is de kans op een optredende windrichting, die 45 graden of meer van D afwijkt, 5% (fig. 5);
- 2) Als voor $t_0 + 24$ uur een windrichting wordt verwacht van D graden en een windsnelheid van 20 knopen, dan is de kans op een optredende windrichting, die 30 graden of meer van D afwijkt, 18%.

5.3 Strikt genomen zijn de verkregen cijfers over de nauwkeurigheid van windverwachtingen op ongeveer 10 m hoogte boven zee alleen representatief voor de verwachtingsmethodiek (na eliminering van systematische fouten), zoals die in de jaren 1968-69 werd toegepast. Er zijn evenwel geen redenen

om aan te nemen, dat thans de nauwkeurigheid van de windverwachtingen veel zal verschillen van die uit de proefperiode.

Bij de uitwerking - in de volgende paragraaf - van voorbeelden van vragen en antwoorden over de nauwkeurigheid van windverwachtingen kan men stellen, dat de opgegeven prestaties op zijn minst kunnen worden bereikt.

6. Voorbeelden van vragen en antwoorden

- 6.1 "Wanneer de windsnelheidsverwachting wordt uitgedrukt in één cijfer van de B(eaufort)-schaal, met welke afwijkingen van de verwachting zal een belanghebbende rekening moeten houden?"

Het antwoord geven de tabellen 4 (voor $t_0 + 12$) en 5 (voor $t_0 + 24$). Met de tabellen 4 en 5 kan men ook "trefferpercentages" bepalen van windsnelheidsverwachtingen, die worden uitgedrukt met een interval van 3 schaaldelen B, bijv. B = 4 met windkracht 3-5, B = 5 met windkracht 4-6, enz. Voor $t_0 + 12$ zijn de trefferpercentages tot het interval 5-7 B gelijk of groter dan 90%. Uit het oogpunt van informatie-overbrenging kan men de vraag stellen of het gebruik van intervallen ter grootte van 3 schaaldelen B niet iets aan de ruime kant is.

Voor $t_0 + 24$ zijn de trefferpercentages beduidend minder dan voor $t_0 + 12$. Vooral de voorspelbaarheid van het optreden van stormachtige wind of storm blijkt voor 24 uur een moeilijke opgave.

- 6.2 "Wanneer een meteoroloog bij het uitgeven van windsnelheidsverwachtingen systematisch "naar boven afrondt", wat zijn dan de gevolgen van deze gedragslijn?"

Met behulp van fig. 4 werd voor $t_0 + 24$ de nauwkeurigheid van de verwachtingen berekend, indien systematisch "verhogingen" werden toegepast ongeveer gelijk aan die, welke uit de proef zijn gebleken (zie tabel 2). De resultaten zijn weergegeven in tabel 6. In tabel 7 treft men de resultaten aan zoals die tijdens het verifikatie-experiment (zonder aanbrenging van korrekties!) werden behaald. De grote mate van overeenstemming tussen de cijfers in de tabellen 6 en 7 geeft een indruk van de bruikbaarheid van de parameterisering.

Beide tabellen tonen aan, dat werd bereikt wat de meteoroloog beoogde, nl. een belangrijke verkleining van de overschrijdingskans van u, evenwel gepaard gaande met een belangrijk vergrote kans op onderschrijding.

Vergelijkt men de cijfers uit de tabellen 5 en 6, dan blijkt verder dat bij systematische "af rondingen naar boven" het trefferpercentage van de verwachtingen voor $t_0 + 24$ slechts in geringe mate wordt beïnvloed.

6.3 "Wat is de Prestatie Index (PI) van de windsnelheidsverwachtingen?"

De PI van windverwachtingen, uitgedrukt in de B-schaal, verkrijgt men door als volgt te werk te gaan. Bij een verwachte snelheid \hat{B} zouden op een "kritiekformulier" moeten worden aangestreept de B-cijfers waarvan de kans op optreden groter wordt geacht dan de "klimatologische" kans. De som van de klimatologische frekwenties van deze B-cijfers geeft de "inzet". Het trefferpercentage bij de verwachte snelheid \hat{B} is gelijk aan de som van de frekwenties van later optredende B voor zover binnen de "streep" gelegen. Het aantal malen dat \hat{B} verwacht zal worden, is gelijk aan de klimatologische kans op B (volgt uit de ervaring dat het gemiddelde van $\checkmark - \checkmark^{\wedge} = 0$).

De benodigde gegevens voor het berekenen van de PI treft men aan in tabel 1 (bijv. Terschellingerbank) en voor $t_0 + 12$ in tabel 4, voor $t_0 + 24$ in tabel 5).

Uitvoering van de berekening geeft voor $t_0 + 12$ een $PI = 0,34$ en voor $t_0 + 24$ een $PI = 0,27$.

6.4 "Binnen welke grenzen blijft de afwijking tussen de verwachte en de opgetreden windrichting in 80% van de gevallen?"

Het antwoord is gegeven in tabel 8, waarin zowel de resultaten, afgeleid uit de figuren 5 en 6, als de uitkomsten van de verifikatieproef zijn opgenomen. Ook hier blijkt een redelijke overeenstemming.

6.5 "Met welke afwijkingen tussen verwachte en optredende windrichting zal een belanghebbende rekening moeten houden?"

Het antwoord volgens berekening geeft tabel 9 voor $t_0 + 12$ en tabel 10 voor $t_0 + 24$.

6.6 Gesteld dat met een numerieke voorspelmethode de computer voor $t_0 + 12$ een windsnelheidsverwachting oplevert uitgedrukt in knopen en wel met een nauwkeurigheid precies gelijk aan die van de huidige konventionele methode (fig. 2!).

"Hoe moet het programma luiden bij "automatisering" van de wind- en stormwaarschuwingsdienst?"

Bij het vaststellen van de numeriek berekende windsnelheidswaarden \hat{u} , die gevolgd moeten worden door een waarschuwing voor bijv. 7, 8 of 9

Beaufort, zijn gegevens nodig zoals weergegeven in tabel 11. Deze cijfers werden uitgaande van fig. 2 bepaald. Opvallend in tabel 11 is, dat bij $\hat{u} = 32$ knopen de kans op een wind van 7 B kleiner is dan de kans op een wind van 8 B of meer en bij $\hat{u} = 38$ knopen de kans op een wind van 8 B kleiner is dan de kans op een wind van 9 B of meer. Daarentegen is bij $\hat{u} = 28$ knopen de kans op een wind van 7 B kleiner dan de kans op een wind van 6 B of lager.

Met enige voorzichtigheid zouden uit de cijfers van tabel 11 voor de uitvoering van de wind- en stormwaarschuwingdienst bij toepassing van de konventionele methodiek de volgende vuistregels kunnen worden afgeleid:

- 1) Bij "twijfel" tussen windkracht 7 en 8 een waarschuwing voor 8 B uitgeven.
- 2) Bij "twijfel" tussen windkracht 8 en 9 een waarschuwing voor 9 B uitgeven.
- 3) Bij "twijfel" tussen windkracht 6 en 7 dient men te bedenken, dat bijv. bij $\hat{u} = 27$ knopen een waarschuwing voor 7 B in 53% van de gevallen niet zal worden gehonoreerd maar er is gelijktijdig ook een kans van 13% op 8 B of meer.

6.7 De hierboven gestelde "vragen" zijn slechts een selectie. Er zouden voor praktische doeleinden nog andere vragen zijn te formuleren, bijv. "wat is de kans op noordwest 30 knopen of meer als de verwachting luidt zuidwest 25 knopen?" Het antwoord op deze vraag en vele andere kunnen thans, uitgaande van het verband tussen σ/\hat{u} en \hat{u} volgens fig. 2, door berekening worden verkregen.

7. Over de nauwkeurigheid van windsnelheidsverwachtingen voor ongeveer 10 m hoogte boven land

7.1 De ervaring, dat bij de windverwachtingen het vektorieële gemiddelde van de afwijkingsvektoren bij benadering gelijk is aan nul (zie paragraaf 4.1), hangt vermoedelijk samen met de verwachtingsmethodiek waarbij de te verwachten drukverdeling en daarmee samenhangend de te verwachten verdeling van de geostrofische wind een belangrijke rol speelt.

Zij nu met \hat{u}_g en u_g aangeduid resp. de verwachte en de optredende geostrofische windsnelheid. Stelt men bij benadering $u = a u_g$ en $\hat{u} = a \hat{u}_g$, waarin a een reductiefaktor voorstelt, dan is $u_g - \hat{u}_g = \frac{1}{a} (u - \hat{u})$. De frekwentieverdelingen van de verschillen $u_g - \hat{u}_g$ kunnen

bij bekende a met behulp van de relatie volgens fig. 2 worden bepaald. Is \hat{u}_g ook de basis van de windsnelheidsverwachting u_1 boven land, waarbij de betrekking $\hat{u}_1 = b \hat{u}_g$ wordt benut, dan kunnen ook de frekwentieverdelingen van $u_1 - \hat{u}_1$ worden bepaald, uitgaande van de in fig. 2 gegeven betrekkingen, wanneer voor b een bepaalde waarde wordt aangenomen.

7.2 Onder de gestelde voorwaarden geldt dus:

$$u_1 - \hat{u}_1 = b(u_g - \hat{u}_g) = \frac{b}{a} (u - \hat{u})$$

De overschrijdingskansen van u_1 als functie van \hat{u}_1 kunnen onmiddellijk uit de figuren 3 en 4 worden afgelezen en wel als volgt:

$$\begin{aligned} \text{Men vervangt } \hat{u}_1 \text{ door } \hat{u}'_1 = \frac{a}{b} \hat{u}_1 = \hat{u} \quad \text{en} \\ u_1 \text{ door } u'_1 = \frac{a}{b} u_1 = u \end{aligned}$$

7.3 Vraag: "Welke windsnelheidsintervallen moeten in de windsnelheidsverwachtingen geldend boven land worden opgegeven, opdat de waargenomen wind in 80% van de gevallen binnen het aangegeven interval blijft?"

Neemt men aan, dat boven zee $a = 0,7$ en op een bepaalde tijd van de dag en voor een bepaald gebied boven land $b = 0,5$, dan wordt het antwoord op de vraag gegeven in tabel 12.

8. Besluit

Uit dit verslag moge zijn gebleken, dat tijd en moeite, die de meteorologen, belast met de meteorologische voorlichting aan de booreilanden, hebben besteed aan de verifikatieproef, tot het verkrijgen van waardevolle gegevens hebben geleid.

Zou men in de toekomst nog eens verifikatie-experimenten willen uitvoeren, dan heeft de onderhavige proef en de uitwerking van de gegevens ook geleerd dat een bescheiden opzet reeds de relevante gegevens kan opleveren.

Literatuur:

- [1] C.E.P. BROOKS, C.S. DURST a.o. (1950):
Upper winds over the world; Met. Office London,
Geophysical Memoirs No. 85.
- [2] H. TIMMERMAN (1964):
Wind- en stormwaarschuwingen uit de jaren 1960-1963,
KNMI-Verslagen V-154.

Tabel 1

WINDSNELHEIDSKLASSEN (knopen)	≤ 10	11-16	17-21	22-27	28-33	34-40	≥ 41
TERSCHELLINGERBANK 1910-1939 Frekwenties in procenten	40	34	13	7	3	2	0,6
VERIFIKATIEPROEF 1-6-68 t/m 30-6-68 Frekwenties in procenten	35	32	19	8	4	2	0,1

Tabel 2 (alle snelheden in knopen)

VERWACH- TINGS- TERMIJN ↓	GROEPERING VAN DE VERWACHTE WINDSNELHEID \bar{u} in klassen → (Beaufort-schaal)	0-10	11-16	17-21	22-27	28-33	34-40
		t_0 + 12 uur	aantal verwachtingen	286	225	136	67
	klasse-gemiddelde van \bar{u}	5.4	13.7	18.0	23.0	29.9	36.0
	gemiddelde van $(u-\bar{u})$ per \bar{u} -klasse	+0.8	-0.5	-1.1	-1.6	-2.0	-2.6
t_0 + 24 uur	aantal verwachtingen	178	285	158	95	32	6
	klasse-gemiddelde van \bar{u}	5.7	13.5	18.4	23.1	28.9	36.1
	gemiddelde van $(u-\bar{u})$ per \bar{u} -klasse	+1.0	-1.2	-2.7	-4.5	-4.6	-5.0

Tabel 4

Als voor t_0+12 uur in de B-schaal verwacht wordt										
is de kans (in %) op u in de B-schaal										
0-1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10	
3	19	41	31	5	1	0	0	0	0	3B
0	3	20	47	26	3	1	0	0	0	4
0	0	3	22	45	26	3	1	0	0	5
0	0	1	3	26	44	21	4	1	0	6
0	0	0	1	6	25	39	23	5	1	7
0	0	0	0	2	7	22	38	23	8	8
0	0	0	0	0	3	12	25	26	34	9

Tabel 5

Als voor t_0+24 uur in de B-schaal verwacht wordt										
is de kans (in %) op u in de B-schaal										
0-1	2	3	4	5	6	7	8	≥ 9		
4	15	34	29	15	2	1	0	0	0	3B
2	7	17	37	28	7	2	0	0	0	4
0	2	6	19	33	27	9	3	1	5	5
0	1	2	9	19	29	24	13	5	6	6
0	0	1	3	12	20	22	20	22	7	7
0	0	1	4	10	13	14	16	42	8	8

Tabel 6

Als voor t_0+24 uur na "verhoging" in knopen van en daarna in de B-schaal verwacht wordt										
is de kans (in %) op u in de B-schaal										
0-2	3	4	5	6	7	8	≥ 9			
18	17	37	23	3	2	0	0	4	+1	
7	11	34	32	12	2	2	0	5	+3	
2	6	21	33	25	11	1	1	6	+4	
1	2	9	19	27	26	11	5	7	+5	

Tabel 7

Als voor t_0+24 uur in de verifikatieproef in de B-schaal verwacht werd										
bleek de frekwentie- verdeling (in %) voor u in de B-schaal										
0-2	3	4	5	6	7	8	≥ 9			
20	20	39	17	2	2	0	0	4		
7	11	34	31	12	3	2	0	5		
2	6	23	31	25	10	2	1	6		
1	3	10	21	25	24	11	5	7		

Tabel 8

In 80% van de gevallen is een richtingsafwijking tussen verwachte en opgetreden windrichting kleiner dan aangegeven aantal graden.

Uitkomsten verifikatieproef

Volgens fig. 5 en 6

Verwachte windsnelheid in de B-schaal					
3	4	5	6	7	
41°	25°	19°	18°	17°	t ₀ +12 uur
63°	37°	29°	27°	27°	t ₀ +24 uur
43°	27°	21°	22°	20°	t ₀ +12 uur
60°	44°	35°	29°	30°	t ₀ +24 uur

Tabel 9

Als voor t₀+12 uur verwacht wordt een windsnelheid in de B-schaal, dan is de kans (in %) op een afwijking tussen verwachte en optredende windrichting in de klasse:

	0-25°	26-50°	51-75°	76-100°	>100°	
	61	26	7	4	2	3B
	80	13	6	1	0	4
	90	8	2	0	0	5
	93	6	1	0	0	6
	94	5	1	0	0	7
	94	5	1	0	0	8

Tabel 10

Als voor t₀+24 uur verwacht wordt een windsnelheid in de B-schaal, dan is de kans (in %) op een afwijking tussen verwachte en optredende windrichting in de klasse:

	0-25°	26-50°	51-75°	76-100°	>100°	
	42	29	17	5	7	3B
	65	26	6	1	2	4
	74	20	3	2	1	5
	78	16	3	2	1	6
	78	16	3	2	1	7
	76	18	3	2	1	8

Tabel 11

Als voor t_0+12 uur verwacht wordt in knopen											
is de kans (in %) op u in de B-schaal →											
	<7	7	>7		<8	8	>8		<9	9	>9
22	86	11	3								
24	74	21	5								
26	60	31	9								
27	53	33	13								
28	47	35	18		82	14	4				
30	32	39	29		71	23	6				
31	28	37	35		65	27	8				
32	23	36	41		59	31	10				
33	20	32	48		52	33	15				
34	16	30	54		46	35	19		81	15	4
36	10	23	67		33	38	29		71	21	8
37					29	37	34		66	24	10
38					26	33	41		59	29	12
40					20	30	50		50	30	20
41					18	27	55		45	30	25
42					16	24	60		40	30	30

Tabel 12

Als voor \hat{u}_1 verwacht wordt dan blijft in 80% van de gevallen de opgetreden wind u_1		
voor t_0+12 uur binnen het interval	voor t_0+24 uur binnen het interval	
3-8	2-9	5
7-13	6-15	10
11-19	9-21	15
16-25	12-29	20
19-31	14-38	25
22-38	?	30
		knopen







