

# Windstotenklimatologie Nederland

*Nander Wever*

**KNMI technical report = technisch rapport; TR-306**

De Bilt, 2009

PO Box 201  
3730 AE De Bilt  
Wilhelminalaan 10  
De Bilt  
The Netherlands  
<http://www.knmi.nl>  
Telephone +31(0)30-220 69 11  
Telefax +31(0)30-221 04 07

Auteur: Wever, N.



KNMI Technisch Rapport TR-306

# **Windstotenklimatologie Nederland**

KNMI, 11 juni 2009  
Nander Wever (Klimaatdata en -advies)



# Inhoud

Inhoud .....	3
Inleiding .....	4
Weeralarm “Zeer zware windstoten” .....	4
Klimatologie .....	5
Onderzoeksvragen .....	5
Data.....	6
Selectie uit database.....	6
Vervolgselecties.....	7
Seizoenen .....	7
Validatie.....	8
Methoden .....	9
De Gumbelverdeling .....	9
Gumbelplot .....	10
Herhalingstijd .....	10
Bootstrapping.....	11
Interpolatie .....	11
Resultaten.....	12
Hoogste gemeten windstoot en gemiddelde windstoot.....	12
Jaar .....	12
Winter en zomer .....	13
Analyse van individuele stations.....	15
Landelijk beeld .....	20
Herhalingstijden.....	20
Terugkeerniveau’s .....	20
Herhalingstijden en herhalingsniveau’s winter .....	25
Herhalingstijden en herhalingsniveau’s zomer .....	34
Conclusie en discussie .....	42
Dankwoord.....	43
Referenties .....	43
Appendix A: Windsnelheidsmetingen .....	44
Appendix B: Locatie stations .....	45
Appendix C: SQL-queries .....	46
Appendix D: Validatie.....	48

## Inleiding

De aanleiding voor deze studie naar de klimatologie van windstoten is de lopende KNMI-evaluatie van het weeralarm en bijbehorende criteria, die bij de sector Weer wordt uitgevoerd. Hierdoor ontstond er behoefte om een indruk te krijgen van de ruimtelijke patronen van windstoten met korte herhalingscycli (2-5 jaar). Een windstotenklimatologie van Nederland is ook nodig als onderdeel van de klimaatdienstverlening, waaronder bijvoorbeeld de klimaatatlas 2011.

### Weeralarm “Zeere zware windstoten”

Op dit moment is het volgende criterium voor “zeere zware windstoten” in het weeralarm van het KNMI in gebruik:

*Terminologie:* “Zeere zware windstoten”

*Criteria:* Vlagerige wind met uitschieters van  $\geq 28,5$  meter per seconde ( $\geq 56$  kts;  $\geq 104$  km/u) op minstens twee kuststations<sup>1</sup> of landinwaarts in een gebied tenminste ter grootte van 50 bij 50 kilometer of langs een coherente band van 50 kilometer lengte

*Heading:* “Zeere zware windstoten: grote schade mogelijk”

*Gevolgen:* Grote schade op uitgebreide schaal mogelijk; gevaar voor rondvliegende objecten; zeer gevaarlijk voor het verkeer met name voor fietsers, bromfietsers, vrachtauto's, auto's met aanhanger en caravans; levensgevaarlijk voor watersporters (alleen mei-september).

Het weeralarm voor zeere zware windstoten is nauw verwant aan die voor storm. Een weeralarm voor storm wordt afgegeven indien op 2 kuststations 's zomers (mei tot en met september) windkracht 9 (storm) of hoger wordt bereikt of 's winters (oktober tot en met april) windkracht 10 (zware storm) of hoger<sup>2</sup>. Een storm, en zeker een zware storm, zal al gauw ook het windstotencriterium overschrijden. Echter, op dat moment heeft het weeralarm voor storm een hogere prioriteit. In de praktijk gaat een weeralarm voor zware storm aan de kust vaak vergezeld van een weeralarm voor zeere zware windstoten landinwaarts. Met het verschil tussen windstoten met en zonder overschrijding van het weeralarmcriterium voor storm is in dit onderzoek geen rekening gehouden. Merk op dat op dit moment in de criteria geen onderscheid wordt gemaakt tussen zomer en winter als het gaat om windstoten, terwijl dit wel het geval is bij storm.

<sup>1</sup> Onder kuststations worden gerekend: 310 (Vlissingen), 330 (Hoek van Holland), 225 (IJmuiden), 235 (De Kooy) en 251 (Hoorn-Terschelling).

<sup>2</sup> Op basis van de gemiddelde windsnelheid in een uurvak.

## Klimatologie

Voor het klimatologisch onderzoek zijn niet alleen de korte herhalingstijden interessant, maar ook de lange herhalingstijden (eens per 10, 20, 30 en 50 jaar). Dat maakt het mogelijk om bijvoorbeeld bij een windexpertise een opgetreden windstoot te relateren aan de klimatologische kans op voorkomen. Er zal daarom ook naar langere herhalingstijden gekeken worden. Daarnaast zal ook naar de ruimtelijke verdelingen van de hoogst opgetreden windstoot en de gemiddelde jaarhoogste windstoot gekeken worden. Tenslotte zijn voor de klimaatdienstverlening niet alleen ruimtelijke verdelingen interessant, maar ook de klimatologie van individuele stations. Ook daar zal in dit rapport aandacht aan besteed worden.

## Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen ten behoeve van de evaluatie van het weeralarmcriterium zijn als volgt gedefinieerd:

- Hoe zien de ruimtelijke verdelingen eruit van de windstoten die optreden met een herhalingstijd van 2, 3, 4 en 5 jaar?
- Hoe zien de ruimtelijke verdelingen eruit van herhalingstijden van windstoten van 26 tot en met 34 m/s in stappen van 1 m/s?

Vanuit de klimatologie zijn deze onderzoeksvragen uitgebreid met:

- Hoe zien de ruimtelijke verdelingen eruit van de windstoten die optreden met een herhalingstijd van 10, 20, 30 en 50 jaar?
- Hoe ziet de windstotenklimatologie van de individuele stations eruit?

# Data

Op een groot aantal locaties in Nederland en op enkele locaties op de Noordzee (o.a. boorplatformen) zijn windmetingen verricht, of vinden nog windmetingen plaats. Voor een overzicht, zie Appendix A. De windstoten zoals die zijn opgeslagen in de database zijn gedefinieerd als het hoogste lopende 3 seconde gemiddelde van de windsnelheid binnen een bepaalde tijdseenheid (zie Handboek Waarnemen voor meer informatie).

## Selectie uit database

Alle gegevens die in dit onderzoek gebruikt zijn, zijn uit de klimatologische database (KIS) geëxtraheerd. Voor de hoogste windstoot per dag zijn de volgende criteria gebruikt:

- 1) De hoogste windstoot per dag (element FXX) is uit de tabel met afgeleide gegevens geëxtraheerd (de zogenaamde REH-tabel). Deze tabel bevat afgeleide gegevens, op dag-, decade-, maand- en jaarbasis. In deze tabel staat alleen een hoogste windstoot per dag indien op alle 24 uurvakken een hoogste windstoot gerapporteerd is. Indien door storingen of uitval de windmeter een tijdje niet of niet naar behoren heeft gefunctioneerd, wordt voor de betreffende dag geen hoogste windstoot vermeld.
- 2) Het aantal dagen per jaar met een geldige maximum windsnelheid moet 300 zijn (jaar), of 150 (zomer en winter): dit criterium vereist dus ongeveer 82% aanwezigheid van de data en zorgt ervoor dat er binnen een blok voldoende data aanwezig is, om een blokmaximum te bepalen. Het is onvermijdelijk dat niet op iedere dag een correcte windsnelheidsmeting is verricht, met name op de stations die niet tot de klimatologische hoofdstations behoren. Vandaar de bovengenoemde criteria. Hiermee worden aanlooperperiodes, testperiodes en langdurige storingen uitgesloten. Tegelijkertijd wordt de hoeveelheid bruikbare gegevens sterk vergroot, omdat korte storingen geaccepteerd worden.
- 3) Alle Nederlandse stations zijn gebruikt, met uitzondering van 250 (Terschelling, Brandaris) en 391 (Arcen). Station Terschelling, Brandaris is opgeheven in 1996, waarna station Hoorn Terschelling (251) als meetlocatie op Terschelling actief werd. De reeksen zijn niet te vergelijken, omdat op station 250 boven op de circa 55 m hoge vuurtoren Brandaris werd gemeten, terwijl op het huidige station 251 op een standaard 10 m mast wordt gemeten. Omdat deze twee onvergelykbare reeksen op zeer korte afstand van elkaar liggen, is besloten de reeks van 250 niet mee te nemen, omdat dat het kaartbeeld zou verstoren. Station Arcen (391) is niet meegenomen, omdat van dit station bekend is dat het te beschut ligt. Op dit moment wordt ook onderzocht of Arcen verplaatst kan worden. Het is al duidelijk dat Arcen op de huidige locatie zeer binnenkort zal stoppen. Er zijn in het binnenland voldoende waarnemingen, waardoor Arcen geen cruciale rol heeft in het bepalen van de ruimtelijke patronen.

Zie Appendix C voor de SQL-query die gebruikt is voor de selectie van de data.



## Vervolgselecties

Nadat de extractie van de data uit de KIS-database, zijn nog de volgende selectiecriteria toegepast:

4) Alleen gegevens vanaf 1961 zijn meegenomen. Deze beslissing komt voort uit het werk van het HYDRA-project naar potentiële wind. Daar zijn alle meetreeksen onderzocht en is geconcludeerd dat het “veilig” is om vanaf 1961 te beginnen. Dat jaar is in het HYDRA-project dan ook als startjaar gekozen (zie referenties).

5) Na toepassing van criteria 1 tot en met 4, is gekeken welke stations minimaal 10 jaar data hebben. Deze periode hoeft niet aaneengesloten te zijn. De lengte van de vereiste periode is voor klimatologische begrippen kort, maar om een goed beeld van de ruimtelijke verdeling te krijgen, zijn zo veel mogelijk stations nodig. Aangezien de interesse voor een deel van de onderzoeksvragen op korte herhalingstijden (tot 5 jaar) ligt, is een meetserie van 10 jaar voldoende. Voor de langere herhalingstijden (tot 10 jaar), moet met de aanwezigheid van de korte reeksen rekening gehouden worden. In het algemeen geeft namelijk een langere reeks een betrouwbaardere schatting van lange herhalingstijden.

Uiteindelijk zijn er 47 stations meegenomen in de analyse.

## Seizoenen

Om een beeld te krijgen van de variabiliteit van windstoten door het jaar heen, is er niet alleen gekeken naar maximum windstoten in een jaar, maar ook in het winterseizoen en zomerseizoen. Het winterseizoen is gedefinieerd als 1 oktober tot en met 30 april. Het zomerseizoen loopt van 1 mei tot en met 30 september. Het doel van deze opsplitsing is het onderscheiden tussen grootschalige windsituaties in de winter, en de kleinschalige convectieve windsituaties in de zomer, waarin ook de risico's voor recreatie groter zijn. Het kan echter zijn dat in de maanden mei tot en met september toch grootschalige stormsituaties en in de maanden oktober tot en met april convectieve windsituaties zijn voorgekomen.

Het selectie criterium voor de winter is strikt genomen niet geheel correct toegepast bij het selecteren van de data. Officieel loopt het winterseizoen van 1 oktober in het vorige jaar tot en met 31 maart in het nieuwe jaar. Een maximum windsnelheid zou dus bepaald moeten worden over deze periode. Voor het gemak is echter bij het selecteren van de data in de KIS-database gekozen voor de maanden januari tot en met april en oktober tot en met december van hetzelfde jaar als winterseizoen. Dit zou tot problemen kunnen leiden als de windstoten in oktober tot en met december gecorreleerd zijn met de windstoten in de periode januari tot en met maart. Met deze selectieprocedure zou een gecorreleerde gebeurtenis eind december en begin januari twee keer in opeenvolgende jaren worden meegenomen. De in dit onderzoek gebruikte statistische methodes vereisen echter onafhankelijke datapunten. Hoewel dat niet onderzocht is, nemen we aan dat dergelijke gebeurtenissen tijdens de jaarovergangen te zeldzaam zijn om de statistische analyse significant te beïnvloeden.

## Validatie

In principe worden dagelijks de waarnemingen gecontroleerd. Indien waarnemingen aantoonbaar niet juist zijn, worden ze niet in de KIS-database opgenomen. Indien er geen aanwijzingen zijn waarnemingen te verwerpen, worden ze wel naar de KIS-database gestuurd. Er is daarom voor dit onderzoek geen extra validatie uitgevoerd. Er is wel gekeken naar extreem hoge windstoten (zie Appendix D). Er werden hier wel verdachte waarden aangetroffen, maar deze bleken op grond van de meteorologische situatie niet geheel uit te sluiten.

Er is geen controle of correctie uitgevoerd op de homogeniteit van de reeksen. Bijvoorbeeld verschillen in meetmethoden en stationsverplaatsingen zouden een rol kunnen spelen in het optreden van eventuele inhomogeniteiten in de data. Het meetnetwerk voor wind is ook niet homogeen wat betreft meethoogte. Hoewel de WMO-standaard een meethoogte van 10 m boven een vlak grasveld voorschrijft, voldoen niet alle stations daaraan. Zo wordt in De Bilt en Vlissingen op 20 m hoogte gemeten en in IJmuiden op 18,5 m, op een pier. De reden om in De Bilt op 20 m te meten is om te corrigeren voor de verplaatsingshoogte van het omliggende bos. Figuur 1 laat twee voorbeelden van windmeting zien, voor Schiphol (links) en IJmuiden (rechts). Te zien is dat de meetlocatie op Schiphol sterk lijkt op de WMO-standaard, terwijl in IJmuiden op zowel afwijkende meethoogte als afwijkende ondergrond gemeten wordt. Binnen het meetnetwerk worden metingen van gemiddelde windsnelheid en windstoten, die niet op 10 m hoogte worden verricht, herleid naar 10 m via de zogenaamde Benschopcorrectie (zie referenties). Dat houdt in dat de windsnelheid herleid wordt onder de aanname van een logaritmisch windprofiel met een ruwheidslengte van 1,6 mm. Dit is een typische lengteschaal voor op zee. De keuze voor deze ruwheidslengte is omdat vrijwel alle meetpalen die hoger zijn dan 10 m boven zee of op de kust staan. Voor station De Bilt is deze correctie om 2 redenen niet terecht: de ruwheidslengte van station De Bilt is veel groter dan die boven zee, en de keuze om op 20 m te meten is bewust gemaakt, en zou niet gecorrigeerd moeten worden.



Figuur 1 Windmast op Schiphol (links) en IJmuiden (rechts).

## Methoden

Voor ieder individueel station is een analyse uitgevoerd van de frequentie van het optreden van hoge windstoten. Deze gegevens zijn vervolgens geïnterpoleerd om tot kaartbeelden voor Nederland te komen. Om de herhalings tijden te bepalen van hoge windstoten, is een Gumbel-analyse uitgevoerd. Hierbij wordt een zogenaamde Gumbelverdeling aan de jaarmaxima van de waarnemingen gefit.

### De Gumbelverdeling

Om de kans op zeer extreme (ofwel zeldzame) gebeurtenissen te beschrijven wordt gebruik gemaakt van extreme-waardenverdelingen. De Generalized Extreme Value verdeling (GEV) is een extreme-waardenverdeling die veelal gebruikt wordt in combinatie met blokmaxima. De Gumbel-verdeling is een speciale vorm van de GEV verdeling. De vergelijking van de Gumbel-verdeling luidt:

$$F(y) = e^{-e^{-x}} \quad (1)$$

Waarbij  $x$  de genormaliseerde Gumbel variabele voorstelt:

$$x = \frac{y - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

Hierin is:

$y$  de grootte die door de verdeling beschreven wordt (in dit geval dus de jaarmaxima van windstoten)

$F(y)$  de cumulatieve kans dat variabele  $Y$  kleiner dan of gelijk aan  $y$  is (  $\Pr(Y \leq y)$  )

$\mu$  de locatieparameter (gerelateerd aan het gemiddelde)

$\sigma$  is the schaalparameter (gerelateerd aan de spreiding)

De grootte  $y$  moet aan bepaalde voorwaarden voldoen:

1. De grootte waaraan een Gumbelverdeling gefit wordt, moet een zogenaamd blokmaximum zijn. Dat betekent dat niet een continue reeks genomen wordt, maar dat er gekeken wordt naar de hoogste opgetreden waarde binnen een bepaalde periode.
2. De blokmaxima moeten onafhankelijk zijn, dat wil zeggen dat de verschillende blokmaxima niet gecorreleerd zijn. In principe is de hoogste windstoot per uur al een blokmaximum, omdat het bepaald wordt door de hoogste waarde van de windsnelheid binnen een uurvak. Echter, de correlatie tussen uurvakken is hoog, zeker in het geval van grootschalige synoptische weerssystemen. Dat betekent dat

van uurvakken en zelfs dagen niet kan worden aangenomen dat de maxima onafhankelijk van elkaar zijn. Daarom wordt in dit onderzoek gekeken naar de maxima die optreden per jaar. Dat betekent tegelijkertijd dat er niet zonder nadere analyse uitspraken kunnen worden gedaan over het optreden van windstoten met een herhalingstijd korter dan een jaar. Gezien de onderzoeksvragen is dat geen probleem.

Het bepalen van de coëfficiënten  $\mu$  en  $\sigma$  van de verdeling behorend bij een station, is gedaan met behulp van de zogenaamde Maximum-Likelihood methode. Dit is een standaard statistische methode om de meest waarschijnlijke schatting van de fit te bepalen.

## Gumbelplot

Een Gumbelverdeling wordt vaak weergegeven in een zogenaamde Gumbelplot. Een Gumbelplot is een type plot, waarbij de x-as dubbel-logaritmisch is afgebeeld. Dit heeft tot gevolg dat de Gumbel verdeling in een Gumbel plot een rechte lijn is. Er kan zo snel worden beoordeeld in hoeverre een verdeling voldoet aan de Gumbelverdeling.

## Herhalingstijd

De herhalingstijd is te bepalen met behulp van de cumulatieve kansdichtheidsfunctie  $F(y)$ .  $F(y)$  geeft de kans aan dat we variabele  $y$  (jaarmaxima van windstoten in dit geval) kleiner dan een bepaalde waarde aantreffen. In dit onderzoek zijn we juist geïnteresseerd in de kans dat de maximale windstoot groter is dan een bepaalde waarde. Die kans wordt beschreven door  $1 - F(y)$ . Deze kans is omgekeerd evenredig met de herhalingstijd, zodat we de herhalingstijden die gerelateerd zijn aan de Gumbeldistributie kunnen bepalen volgens:

$$T(y) = \frac{1}{1 - F(y)} \quad (3)$$

Met:

$T(y)$  de herhalingstijd behorend bij de variabele  $y$ , in dit geval windstoten.

$F(y)$  de verdeling van extreme waarden van variabele  $y$ .

Met vergelijking 3 is uit te rekenen welke herhalingstijd  $T$  hoort bij het optreden van een gegeven  $y$ . Het uitrekenen van  $y$  bij een gegeven herhalingstijd  $T$  kan door het omschrijven van vergelijking 3 en het combineren met vergelijkingen 1 en 2:

$$y = \mu + \sigma \left\{ 1 - \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \quad (4)$$

## Bootstrapping

De schattingen van herhalingstijden die ruim binnen de lengte van de meetserie vallen, zullen over het algemeen betrouwbaarder zijn dan de schattingen die verkregen worden door het extrapoleren van de Gumbelverdeling. Om de betrouwbaarheid van de herhalingstijden te kwantificeren, wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde bootstrapmethode. De bootstrapmethode is een statistische techniek om de onzekerheid in statistische grootheden (zoals gemiddeldes, spreiding, quantielen) op empirische wijze uit de beschikbare data te schatten.

In dit rapport is, daar waar vermeld, de bootstrapmethode gebruikt om het 95% betrouwbaarheidsinterval van een statistische grootheid van een reeks te bepalen. Dit 95% betrouwbaarheidsinterval geeft aan dat, op basis van de metingen, er een kans van slechts 5% is dat de werkelijke waarde van deze grootheid buiten het geschatte betrouwbaarheidsinterval ligt. In het algemeen is het zo dat hoe meer metingen we hebben (hoe groter het sample), hoe betrouwbaarder de schattingen van statistische grootheden zijn.

In de bootstrap methode worden 1000 alternatieve reeksen (bootstrap samples genaamd) gegenereerd op basis van de originele reeks. Deze nieuwe reeksen zijn bepaald door willekeurige datapunten te “trekken” uit de originele reeks en hebben dezelfde lengte. In een bootstrapsample kunnen meerdere keren dezelfde datapunten voorkomen, terwijl sommige datapunten helemaal niet voorkomen. Binnen de statistiek wordt deze methode van trekken vaak aangeduid als “trekken met teruglegging”. Uit ieder afzonderlijk bootstrapsample kan de gewenste statistische grootheid bepaald worden, zodat men dus 1000 schattingen van die grootheid krijgt. De range waarbinnen 950 van de 1000 schattingen vallen, geeft dan het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gewenste statistische grootheid.

## Interpolatie

Om de ruimtelijke verdeling over Nederland in kaart te brengen, zijn met behulp van het softwarepakket GMT de velden geïnterpoleerd. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma SURFACE, dat gebruik maakt van wat in de handleiding wordt omschreven als “adjustable tension continuous curvature surface gridding algorithm”. Deze interpolatie bleek op belangrijke punten af te wijken van het beeld dat op grond van expertise werd verwacht. Zo bleek de invloed van kuststations zoals IJmuiden, Hoek van Holland en Vlissingen, en windpalen op zee, zoals Huijbertgat, te ver op het land merkbaar. Daarom is besloten deze interpolatie weg te laten en alleen de waarden op de stationslocaties weer te geven.

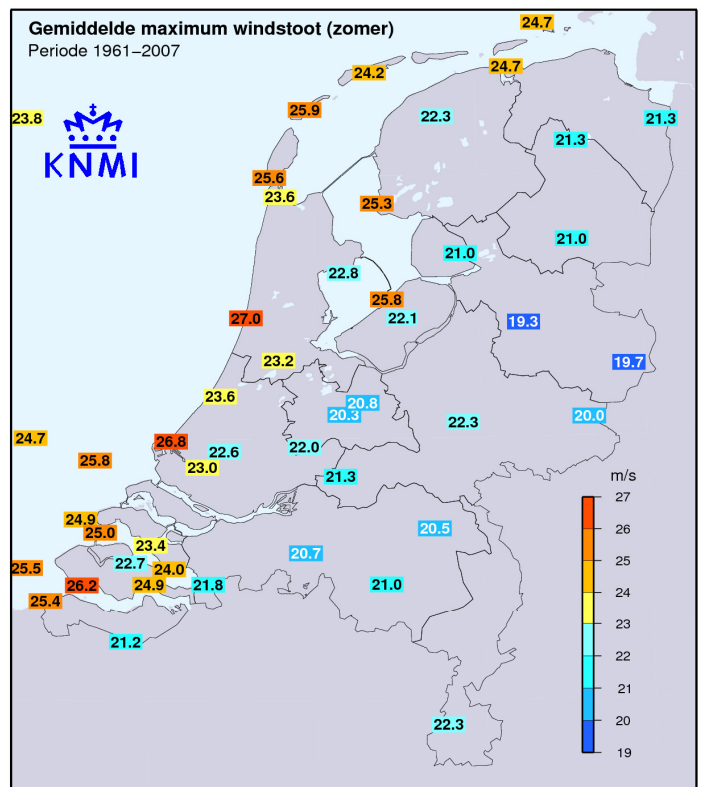
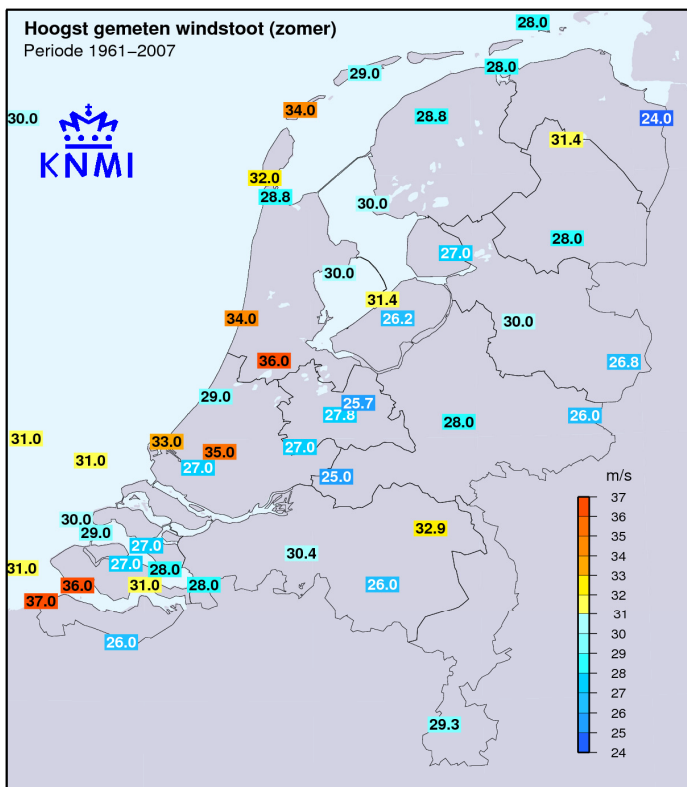
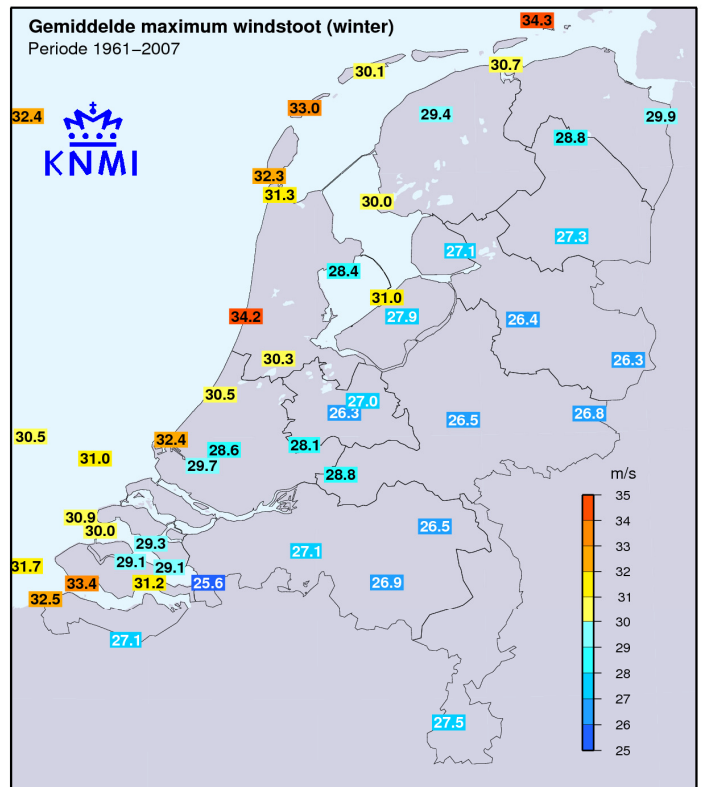
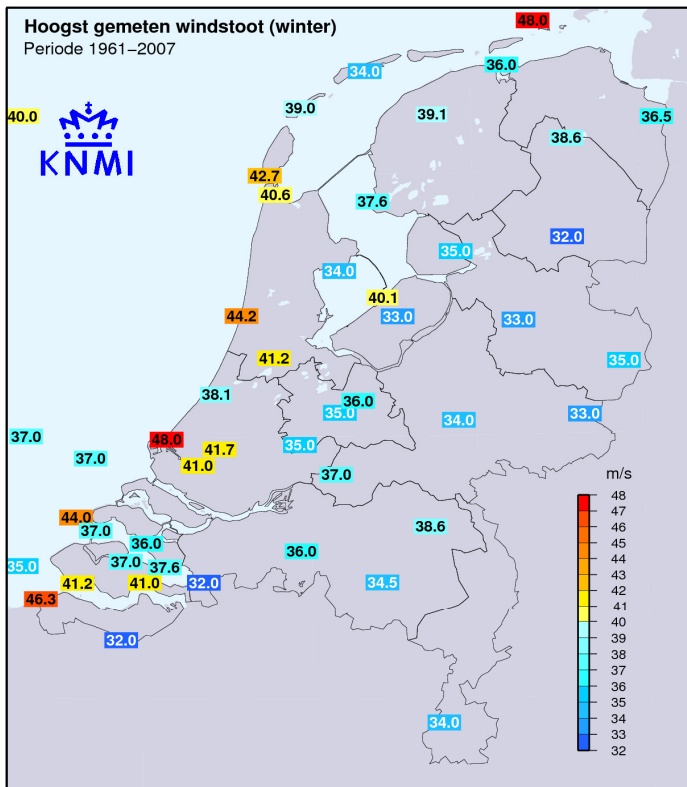
# Resultaten

## Hoogste gemeten windstoot en gemiddelde windstoot

### Jaar

Er is allereerst gekeken naar jaargegevens. Een eerste indicatie die aangeeft hoe sterk de windstoten die boven Nederland optreden zijn, is de hoogst waargenomen windstoot en de gemiddelde jaarlijkse maximum windstoot. Deze zijn afgebeeld in figuur 2. Wat het eerste opvalt, is dat er een sterke overgang aanwezig is aan de kust van relatief hoge windstoten op de Noordzee naar relatief lage windstoten in het binnenland; deze overgang is geconcentreerd rond een smalle strook in de kustprovincies. Daarnaast valt op dat het ruimtelijke patroon van hoogst gemeten windstoot een grote spreiding heeft. Dit is te verklaren door het sterke toevalskarakter van de hoogst gemeten windstoten. Het kan toeval zijn dat op bepaalde stations een bepaalde extreme windstoot gemeten is, die op een ander station nog niet gemeten is. Dit zal vooral gebeuren bij onweersbuien of sterke convectieve synoptische situaties tijdens stormdepressies. Een andere reden is dat de meetseries die in de figuur afgebeeld zijn, niet even lang zijn. Van enkele stations begint de serie al in 1961, terwijl op andere stations, zoals de AWS'en pas in de jaren 1990-1995 is begonnen met meten. Dit verschil in reekslengte geeft ook een andere kans dat bepaalde windsnelheden geregistreerd zijn. Te denken valt bijvoorbeeld aan de zeer zware storm van 25 januari 1990. Stations die op die datum operationeel waren, kunnen een systematisch ander beeld laten zien van de hoogst gemeten windstoot in vergelijking met stations die toen nog niet actief waren. Daarom kan voor een eerste vergelijking tussen stations beter naar de gemiddelde jaarlijkse maximum windstoot.





Figuur 3 Hoogst gemeten windstoot (links) en gemiddelde maximum windstoot (rechts), voor winterseizoen (boven) en zomerseizoen (onder).



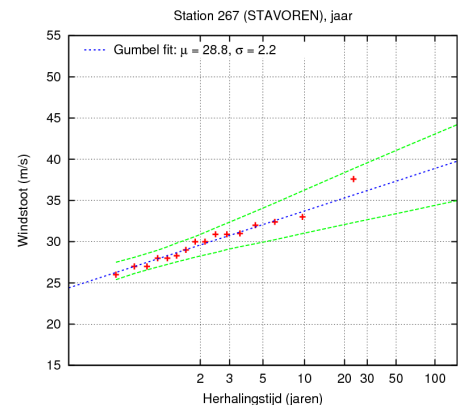
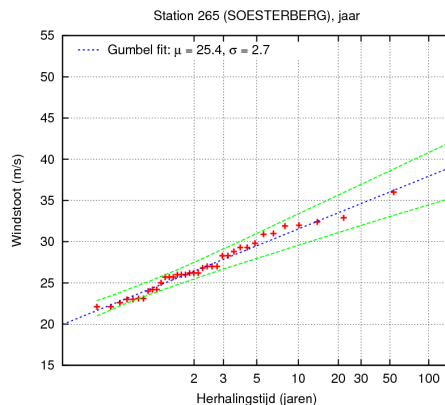
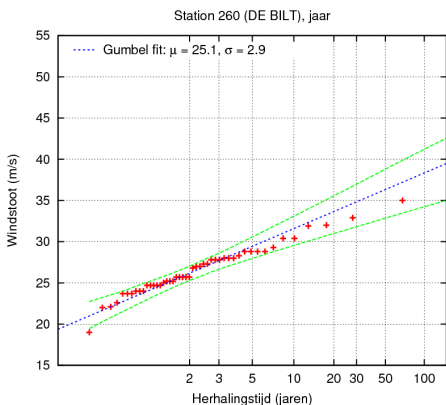
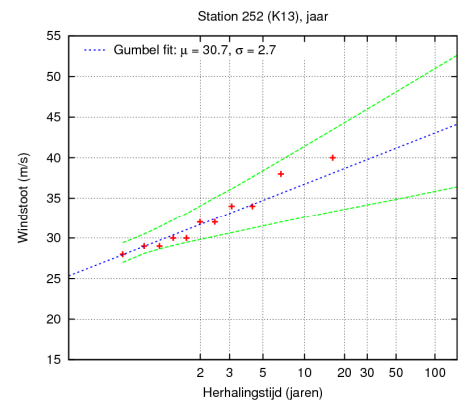
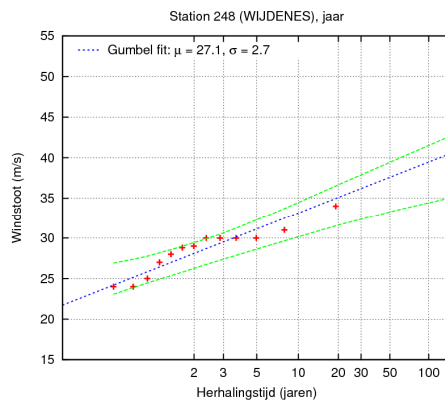
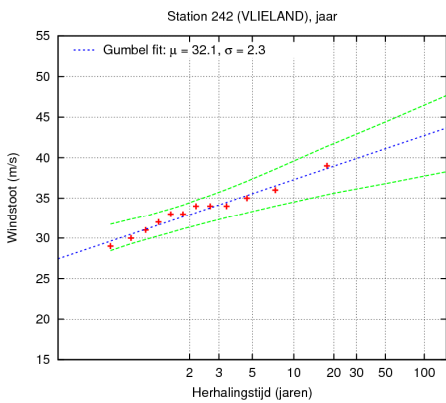
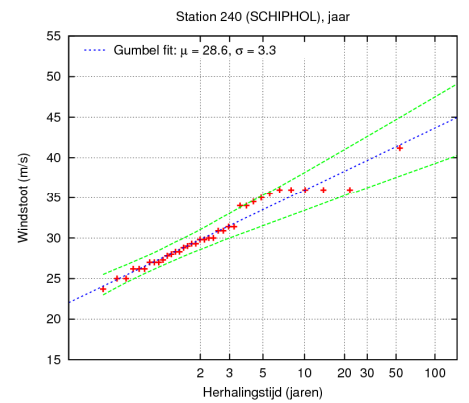
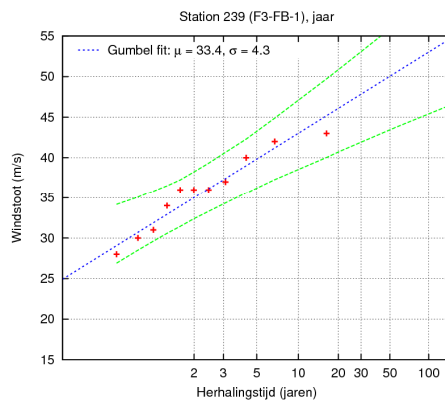
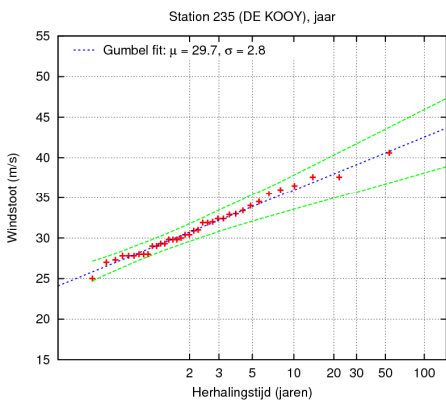
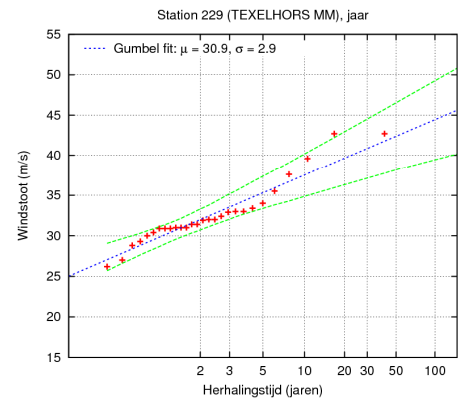
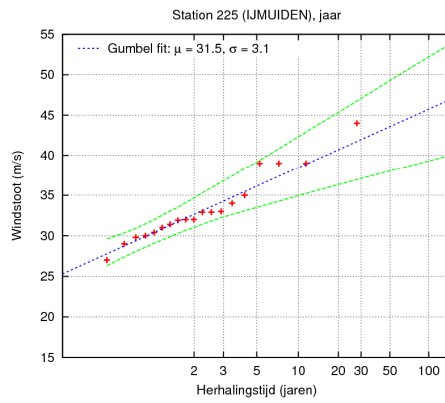
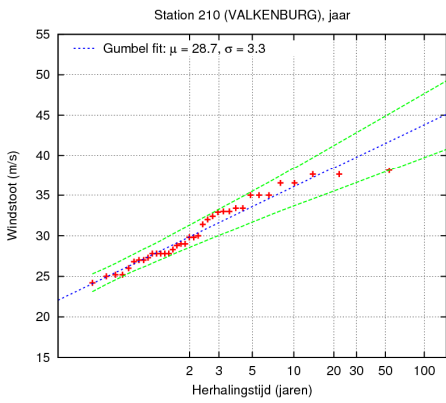
## Analyse van individuele stations

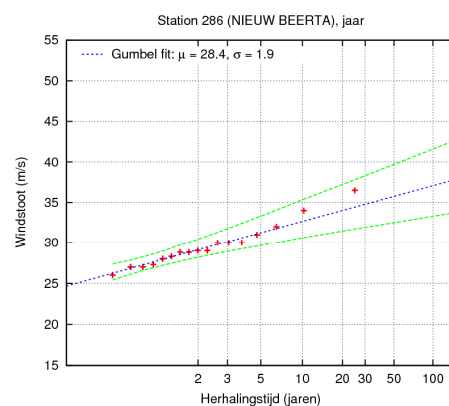
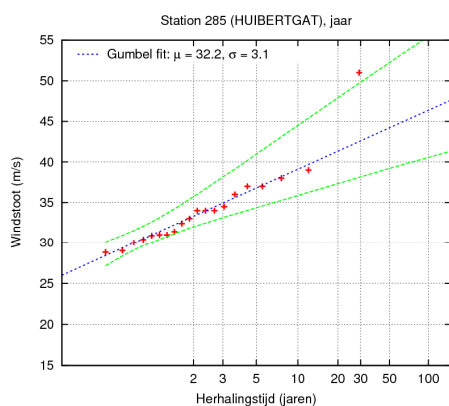
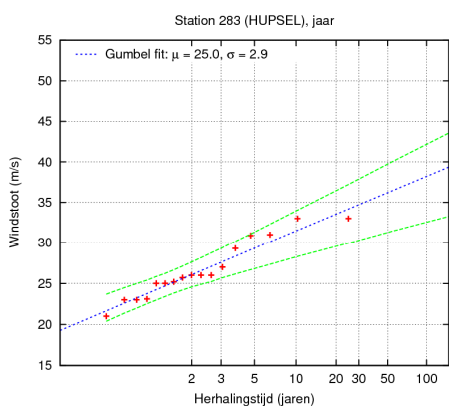
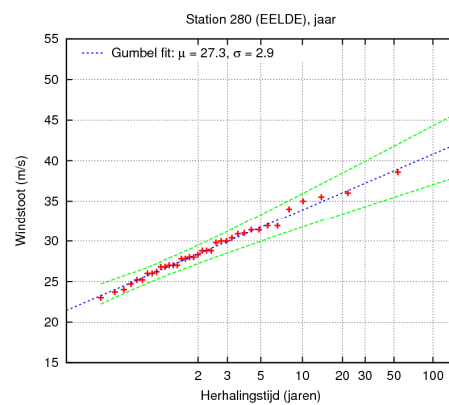
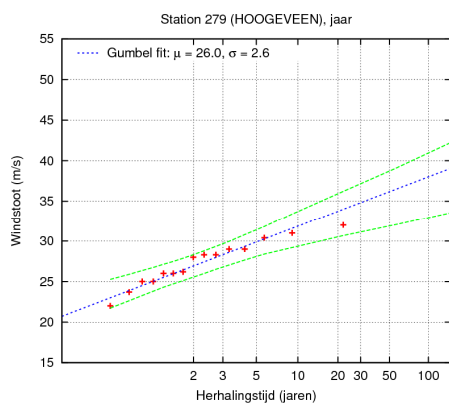
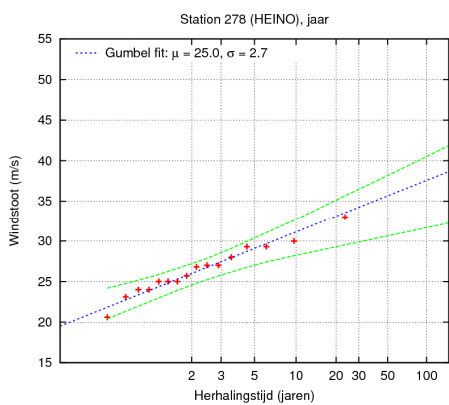
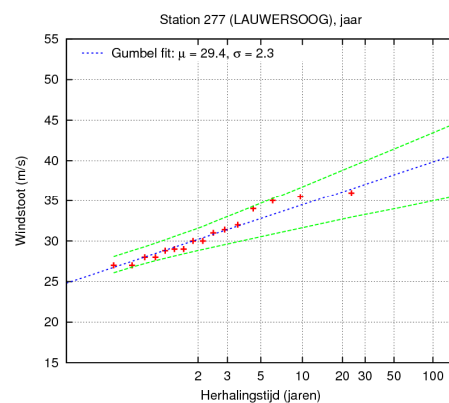
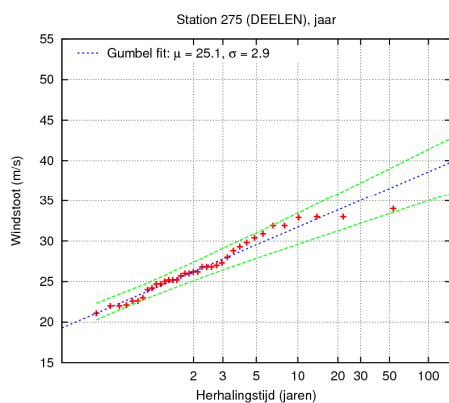
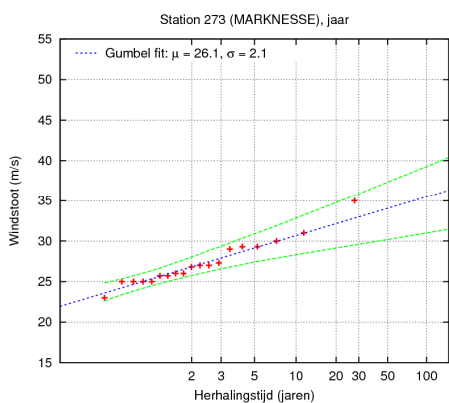
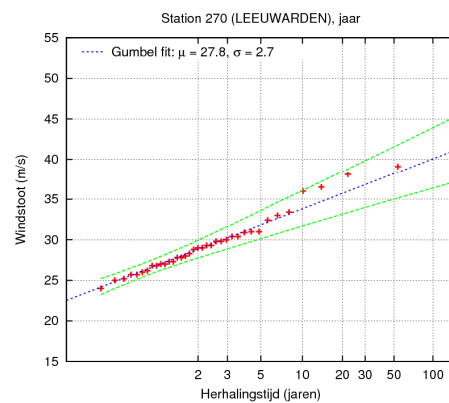
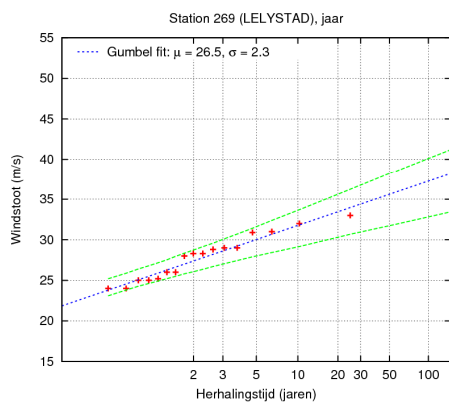
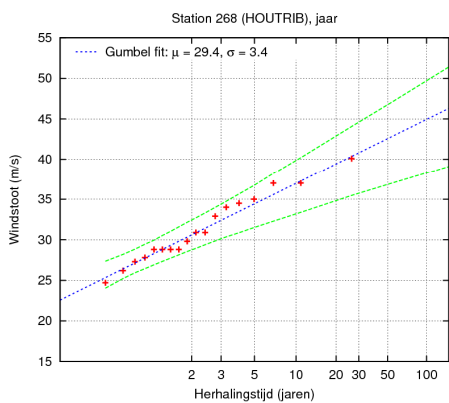
Om tot een ruimtelijke verdeling van de herhalingstijd van extreme windstoten te komen, is voor ieder station afzonderlijk een extreme waarden analyse uitgevoerd. De figuren op pagina's 15 tot en met 18 laten voor alle stations de resultaten zien in Gumbel-plots. De waarnemingen, weergegeven door rode kruisjes, liggen veelal in de buurt van een rechte lijn. Dat betekent dat de extreme windstoten in goede benadering beschreven kunnen worden door een Gumbel-verdeling. Het lijkt niet nodig gebruik te maken van de meer algemene Generalized Extreme Value verdeling (GEV). Het nadeel van de GEV-verdeling is dat er drie parameters nodig zijn om de distributie te beschrijven, tegenover twee voor de Gumbel-verdeling. Daarmee neemt de onzekerheid in de schatting van de parameters toe en daarmee ook de nauwkeurigheid van de resultaten. Daarom is besloten de Gumbel-verdeling te gebruiken voor de analyse.

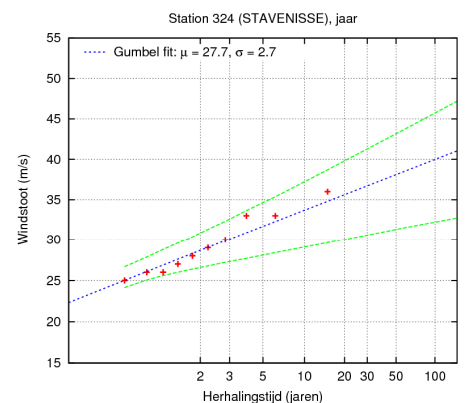
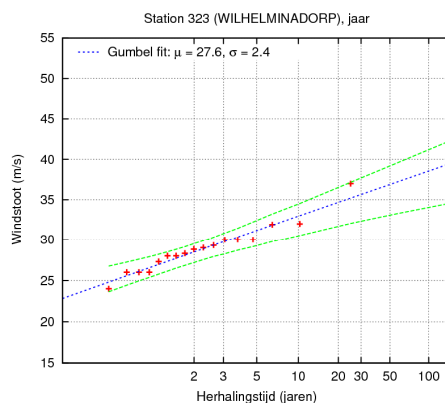
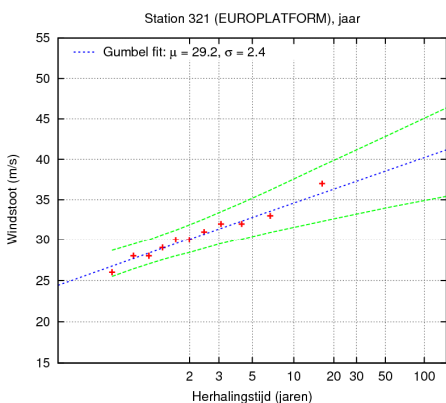
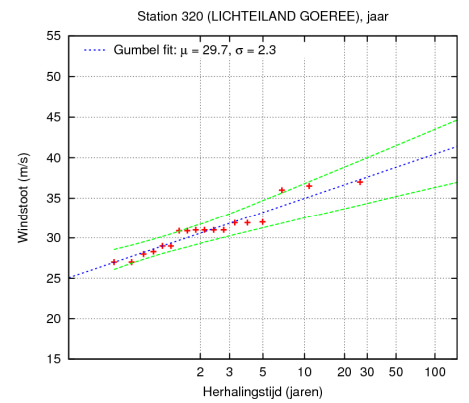
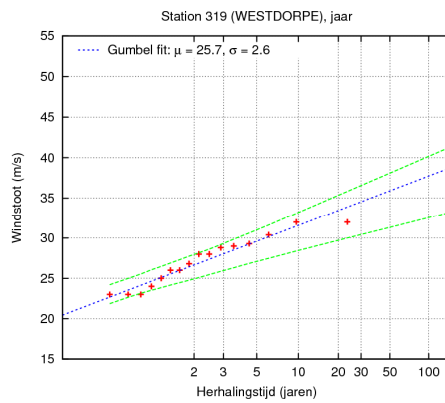
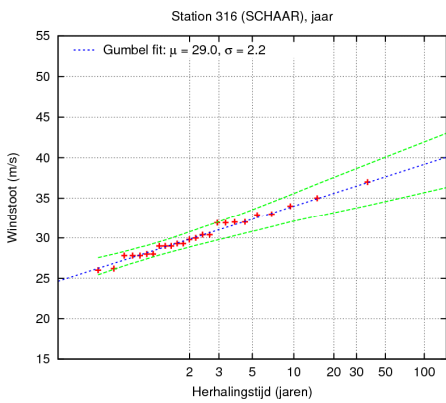
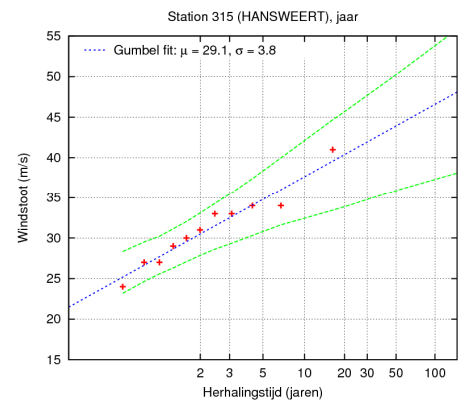
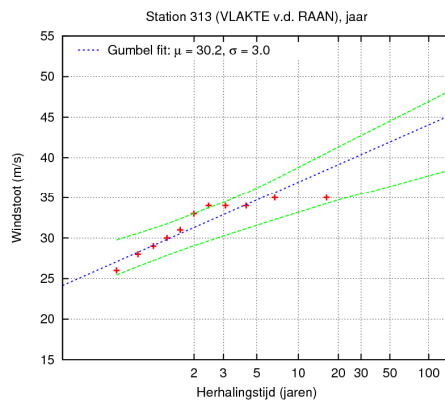
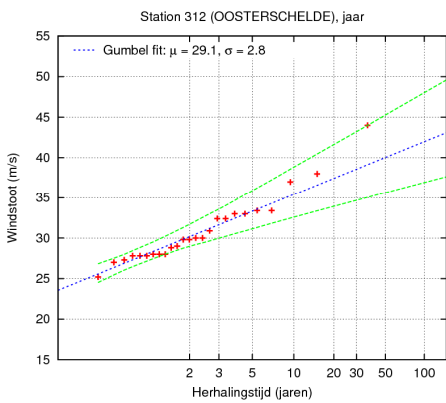
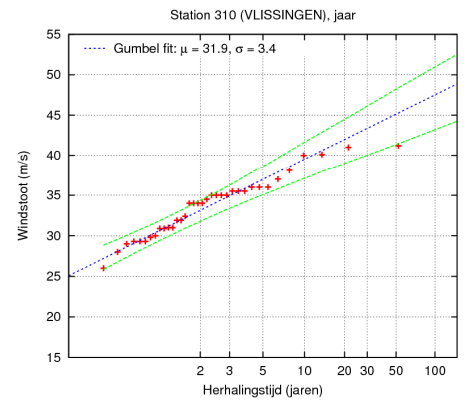
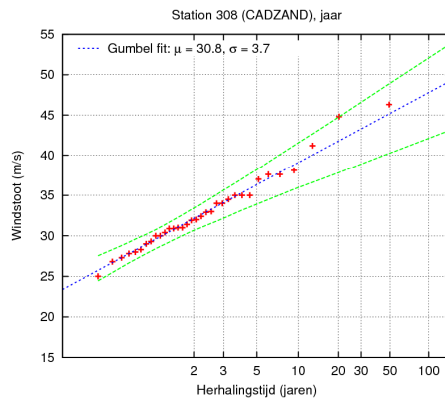
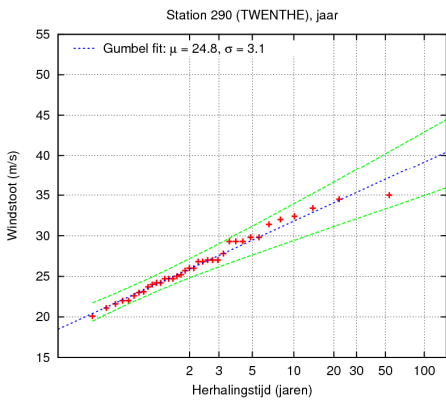
De gefitte Gumbel-verdeling is weergegeven met een blauwe stippellijn. De parameters die de bijbehorende Gumbel-verdeling beschrijven staan linksboven in de figuren weergegeven. De twee groene stippellijnen begrenzen het 95%-bootstrapinterval. Dit bootstrapinterval kan gezien worden als een maat voor het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gefitte Gumbel-verdeling.

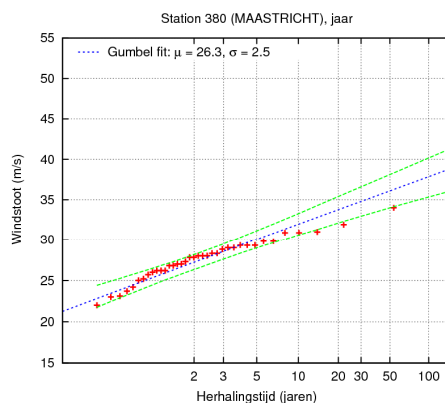
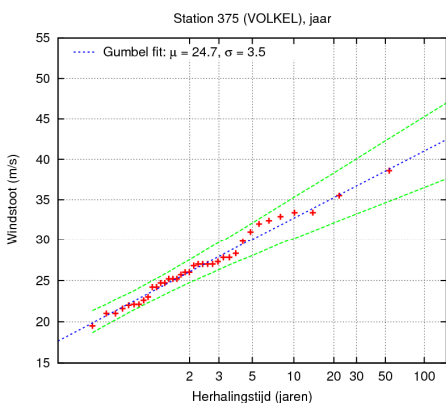
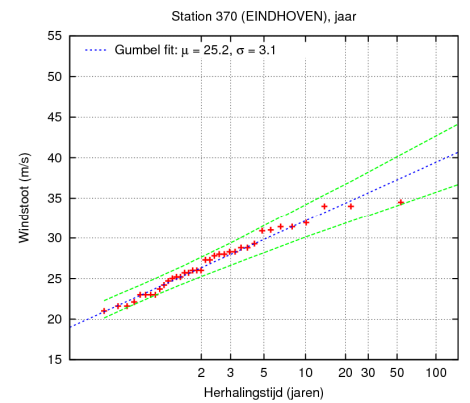
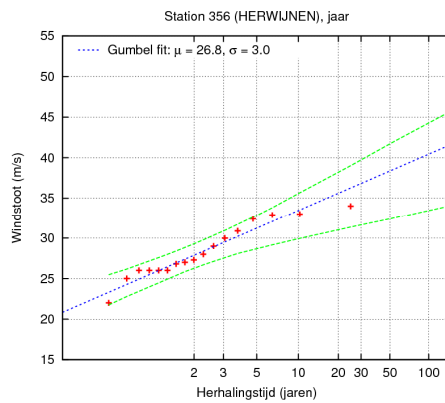
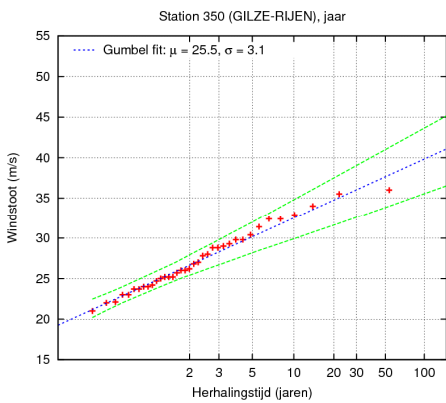
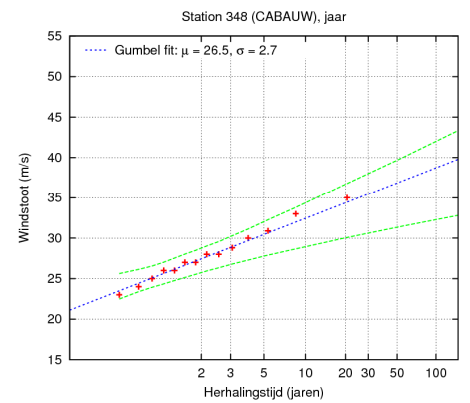
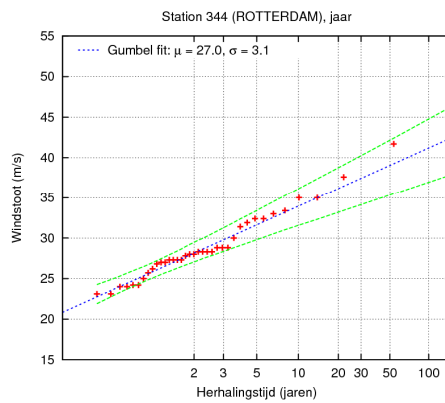
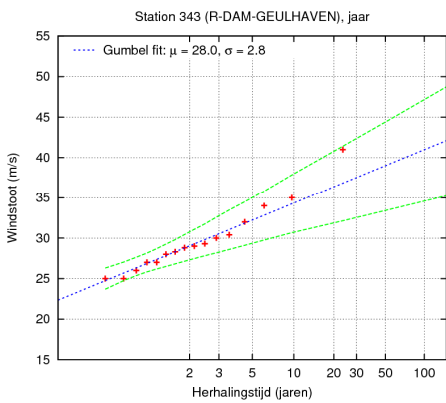
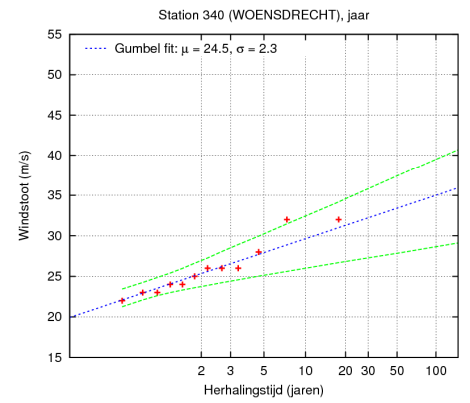
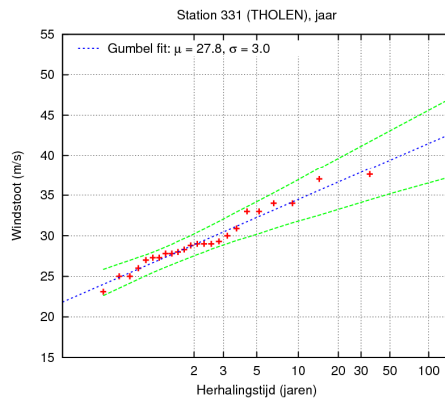
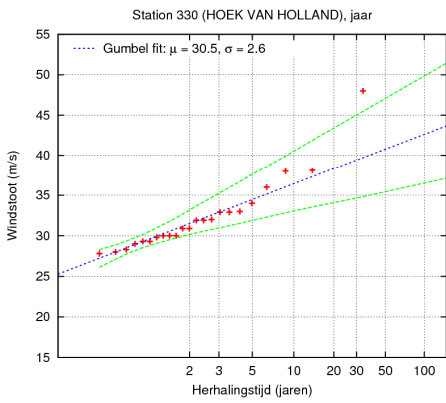
Te zien is dat er stations zijn waarbij de waarnemingen zeer goed worden beschreven door een Gumbel-verdeling, zoals bijvoorbeeld De Kooy (235), Soesterberg (265), Eelde (280), Schaar (316) en Cabauw (348). Op andere stations lijkt de fit slechter, zoals bijvoorbeeld voor Texelhors MM (229), Vlake van de Raan (313) en Maastricht (380). Een slechte fit aan een Gumbelverdeling kan bijvoorbeeld ontstaan bij korte reekslengten door toeval in het optreden van zware windstoten. In het algemeen zullen kortere reekslengten ook een breder 95%-bootstrapinterval hebben, wat het effect van toeval weerspiegelt. Met een kortere reekslengte is namelijk een minder betrouwbare schatting van de fitparameters te maken. Naast toeval kunnen ook nog inhomogeniteiten in de reeksen de kwaliteit van de fit aan een Gumbelverdeling verstoren. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan een verandering van meethoogte, een lokale verplaatsing, of een verandering van de omgeving, waardoor windstoten hoger of lager worden.

Op de stations Huibertgat (285) en Hoek van Holland (330) valt met name de uitschieter op in de hoogst gemeten windstoot. Het is belangrijk op te merken dat dit niets zegt over de betrouwbaarheid van die waarneming. Het is natuurlijk goed mogelijk dat door toeval (sampling effect) in een bepaalde periode windstoten voorkomen met een herhalingstijd die veel langer is dan de meetreeks.









## Landelijk beeld

### Herhalingstijden

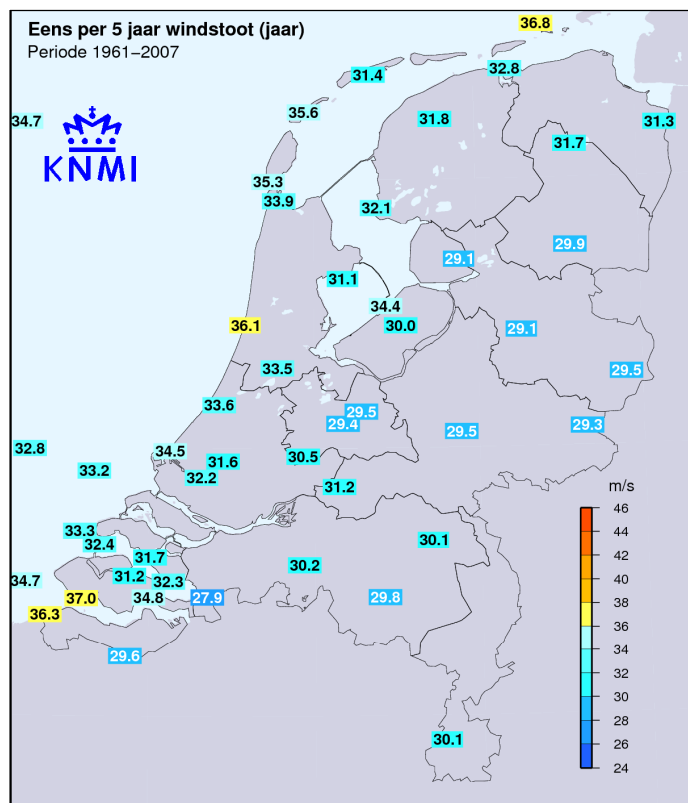
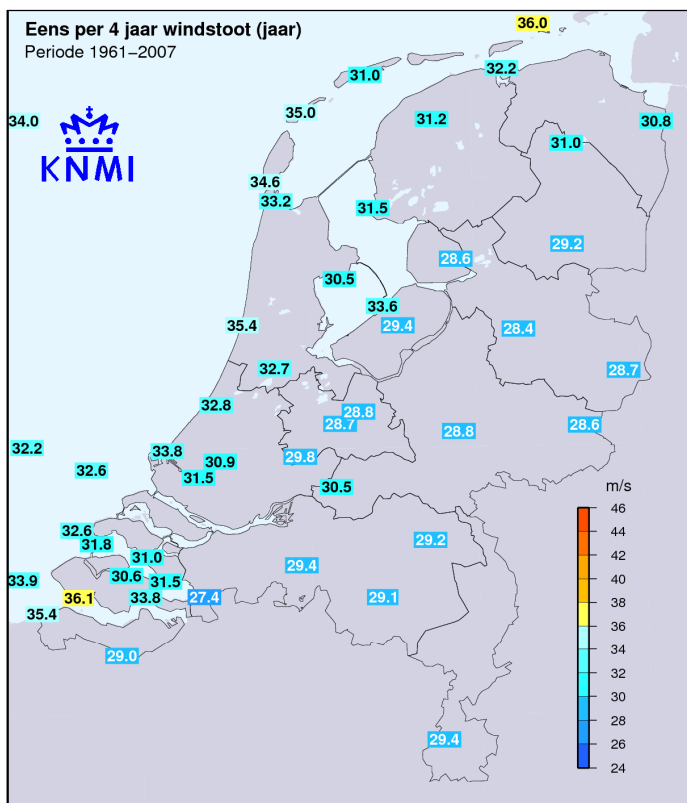
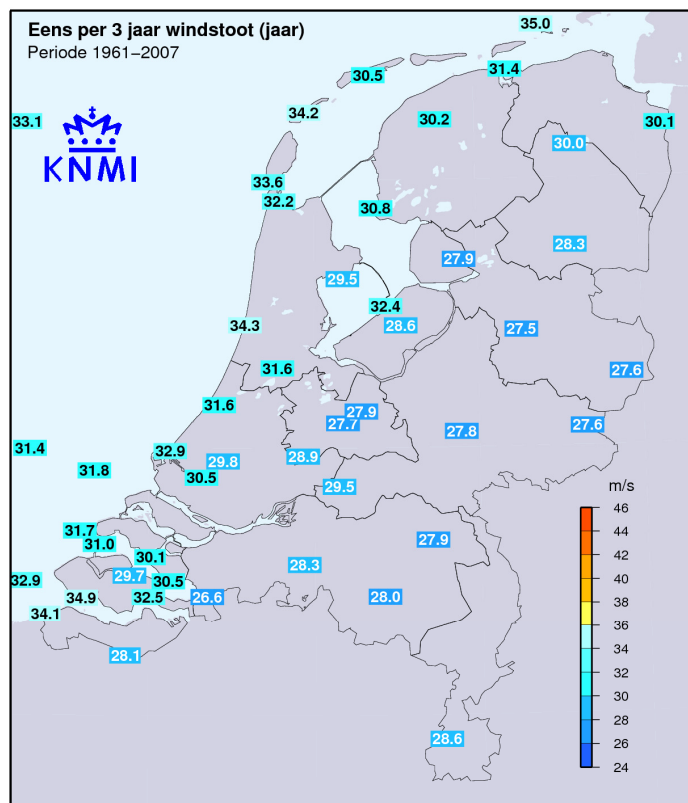
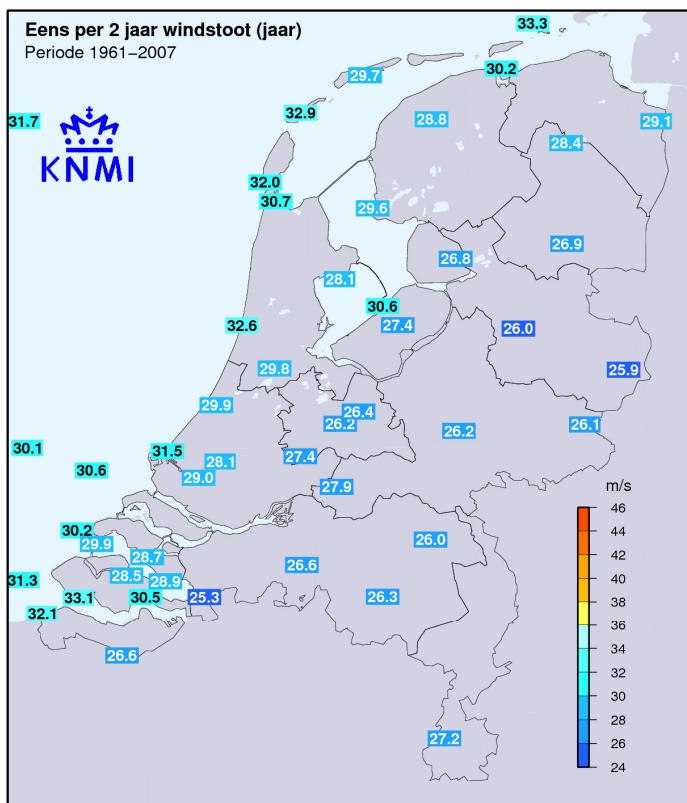
Voor Nederland zijn ruimtelijke verdelingen gemaakt van de herhalingstijd van windstoten op basis van de Gumbel-fits aan de individuele stations. In figuur 4 zijn kaarten voor windstoten met korte herhalingstijden afgebeeld (2, 3, 4 en 5 jaar). Figuur 5 laat de windstoten zien die horen bij langere herhalingstijden (10, 20, 30 en 50 jaar). Bijvoorbeeld: de kaart van de herhalingstijd van 10 jaar laat dus zien hoe zwaar de windstoot is die gemiddeld eens per 10 jaar wordt bereikt of overschreden. Dit kan ook geïnterpreteerd worden als een jaarlijkse overschreidingskans van 10%. Merk op dat de term “wordt bereikt of overschreden” aangeeft dat het gaat om een grens die gemiddeld eens in de 10 jaar wordt overschreden en dat het niet een waarde is die elke 10 jaar wordt waargenomen.

### Terugkeerniveau's

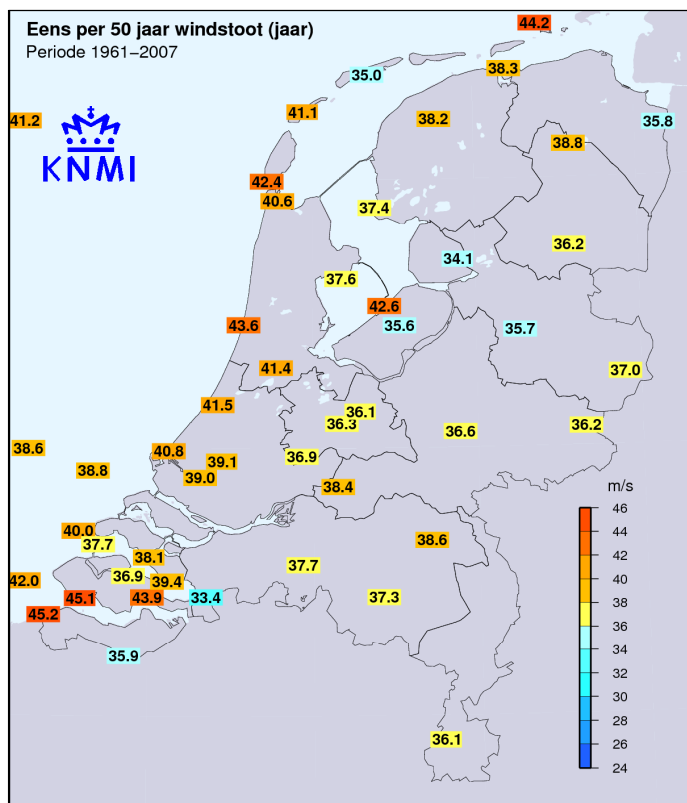
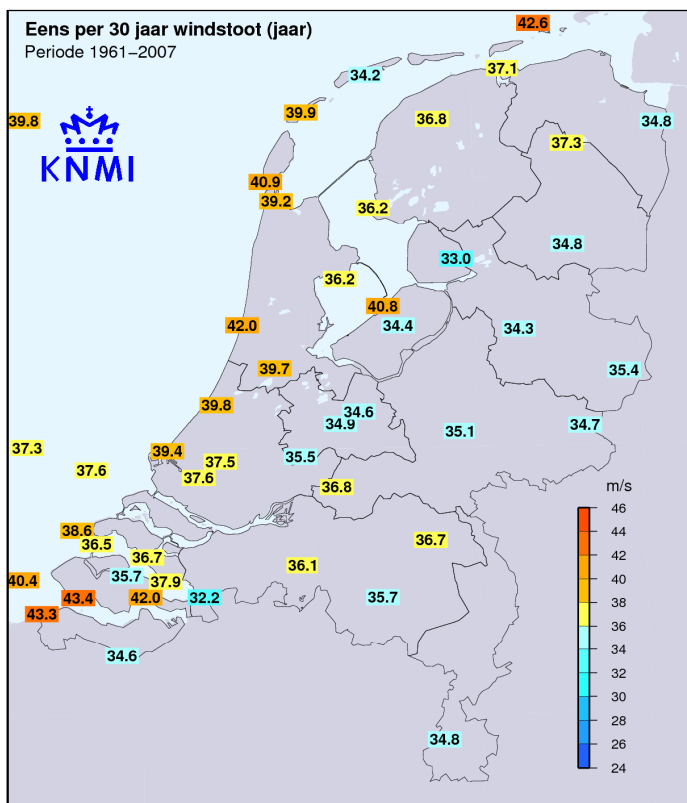
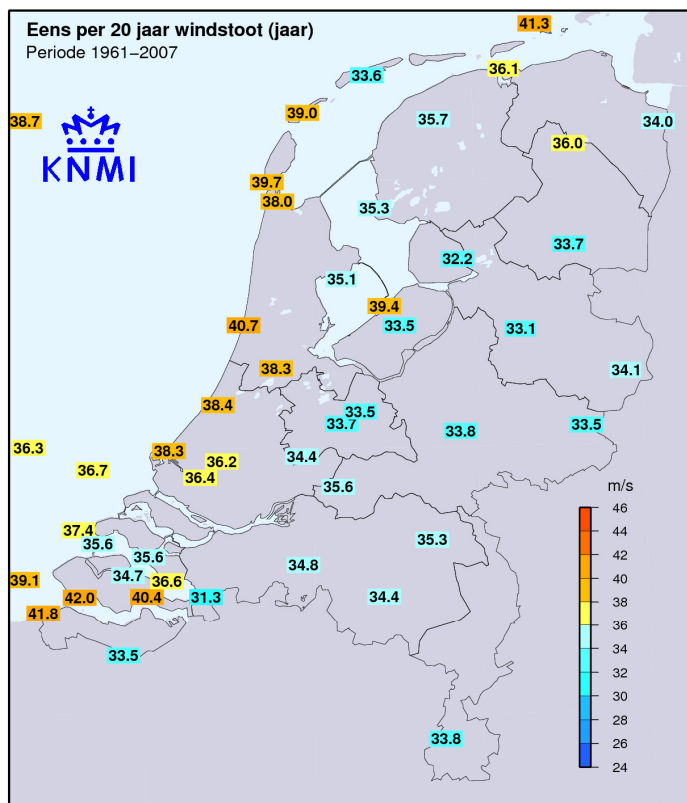
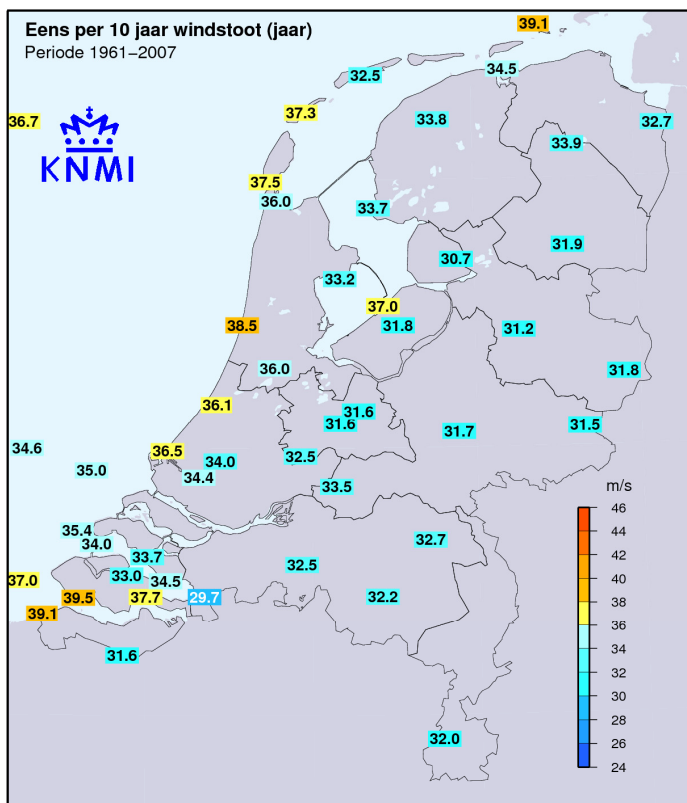
Een belangrijk doel van dit onderzoek is het evalueren van het weeralarm. Om te kunnen evalueren wat het effect van de keuze van bepaalde drempelwaarden is, zijn er ook kaarten gemaakt die laten zien hoe de herhalingstijd over Nederland varieert bij de keuze voor een bepaalde drempelwaarde. Dit is gedaan voor de wat minder extreme windstoten (26, 27, 28 en 29 m/s, figuur 6) en de meer extreme windstoten (30, 31, 32 en 33 m/s, figuur 7).

Bijvoorbeeld: als een windstoot van 30 m/s als grenswaarde wordt aangenomen, dan geeft de bijbehorende kaart aan welke herhalingstijd daar bij hoort, verdeelt over Nederland.

De relatie tussen herhalingstijden en windstoten is dubbel logaritmisch. De kleurverdeling in figuur 6 en 7 is echter lineair. Dit betekent dat kleine afwijkingen in Gumbelfits voor individuele stations, grote effecten hebben op de kleur waarbinnen zo'n station valt op de lineaire schaalverdeling. Vandaar dat met name bij de extremere windstoten (figuur 7), er sterke afwijkingen in herhalingstijd ontstaan bij bepaalde individuele stations (bijvoorbeeld Marknesse (273) en Woensdrecht (340)). Deze kaarten zijn daarom wat lastiger om goed te interpreteren.

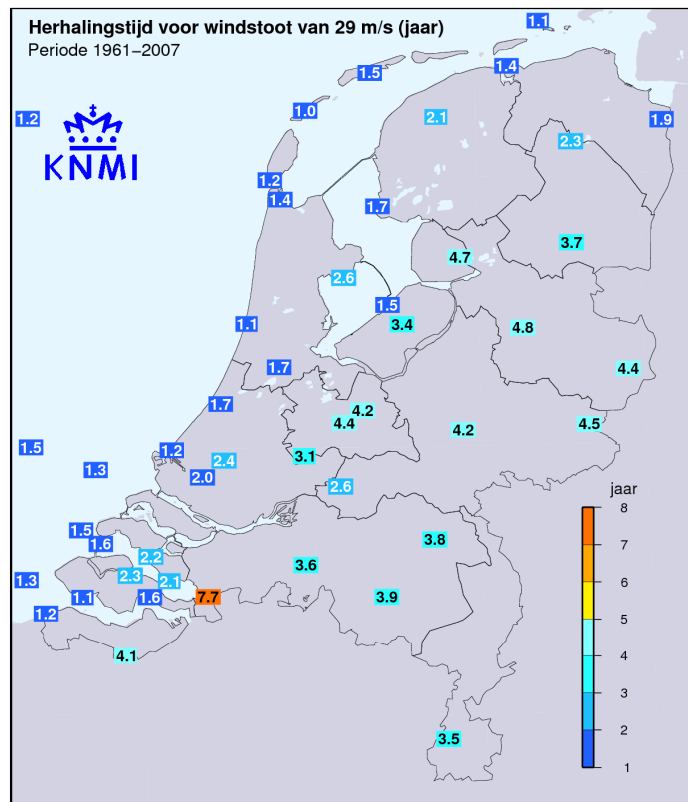
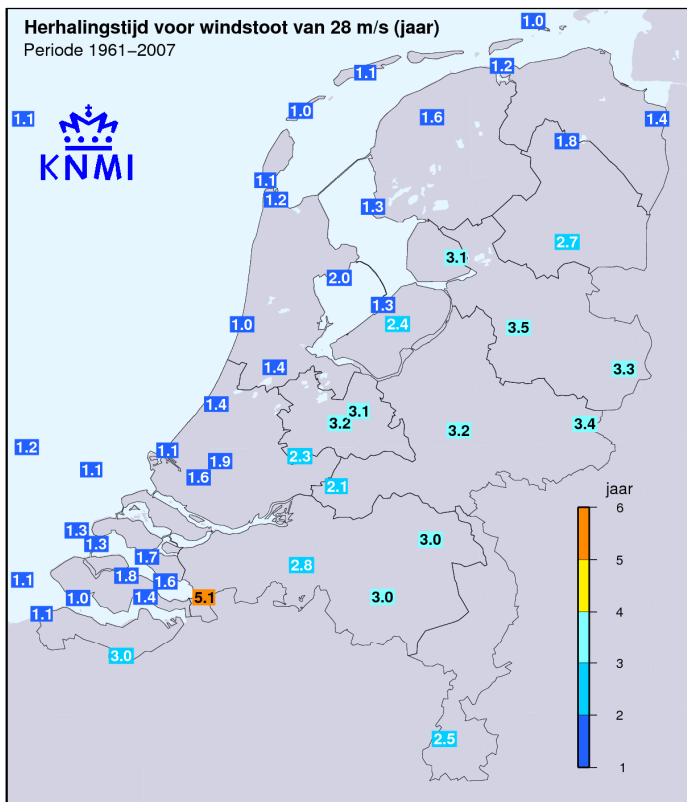
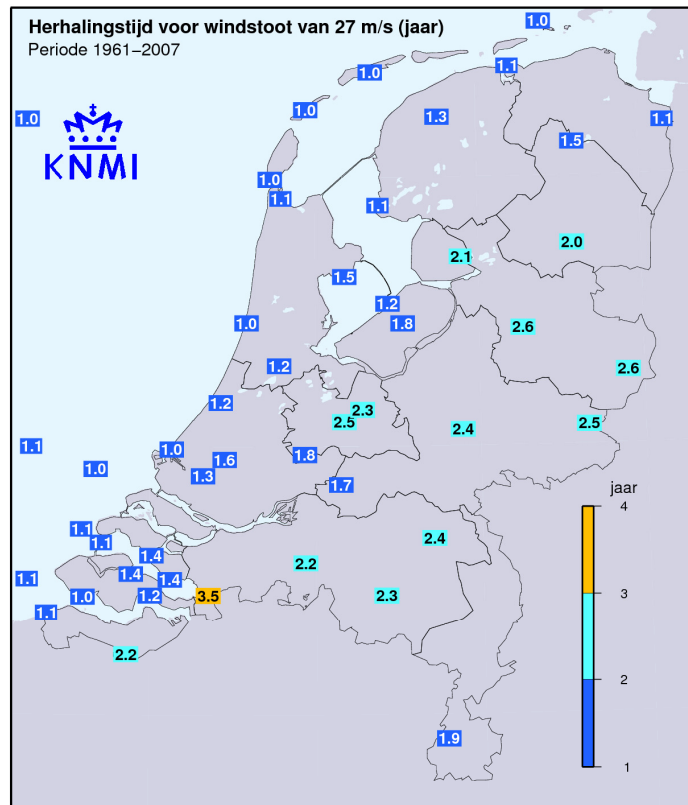
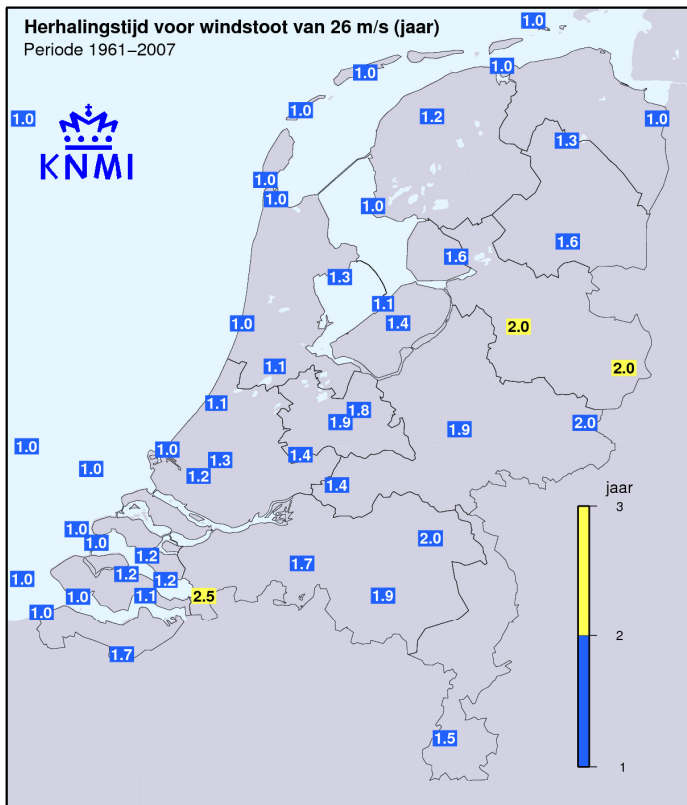


Figuur 4: Windstoten in m/s die horen bij herhalingsjiden van respectievelijk 2, 3, 4 en 5 jaar.

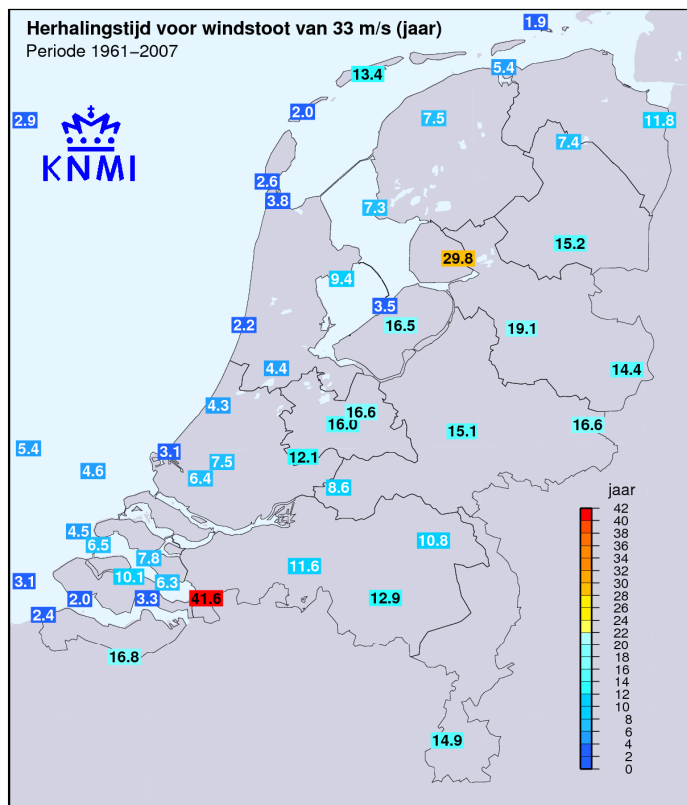
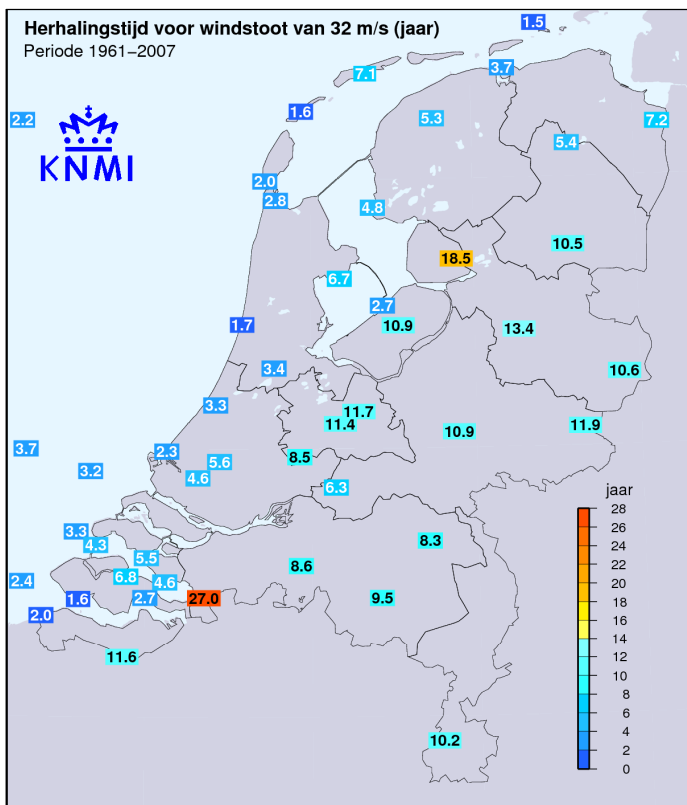
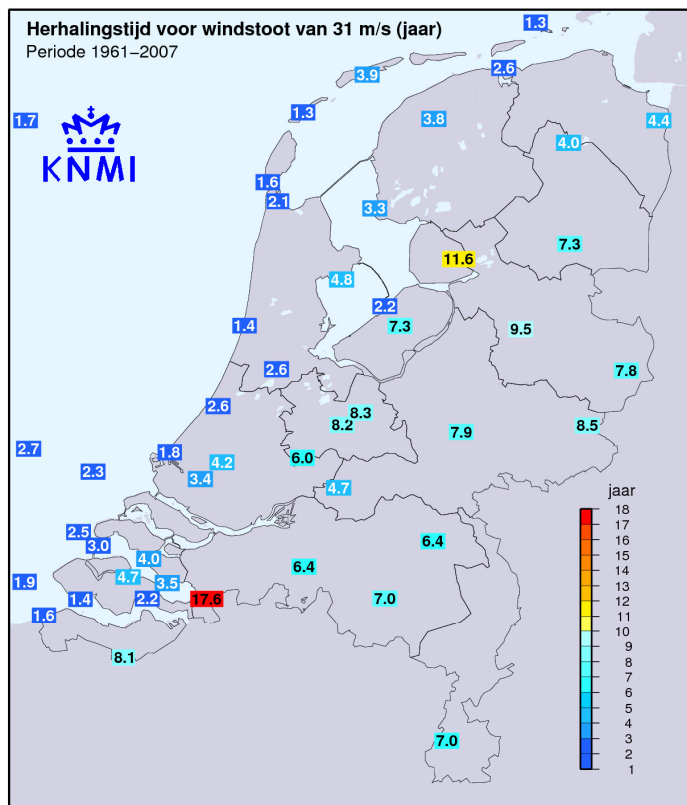
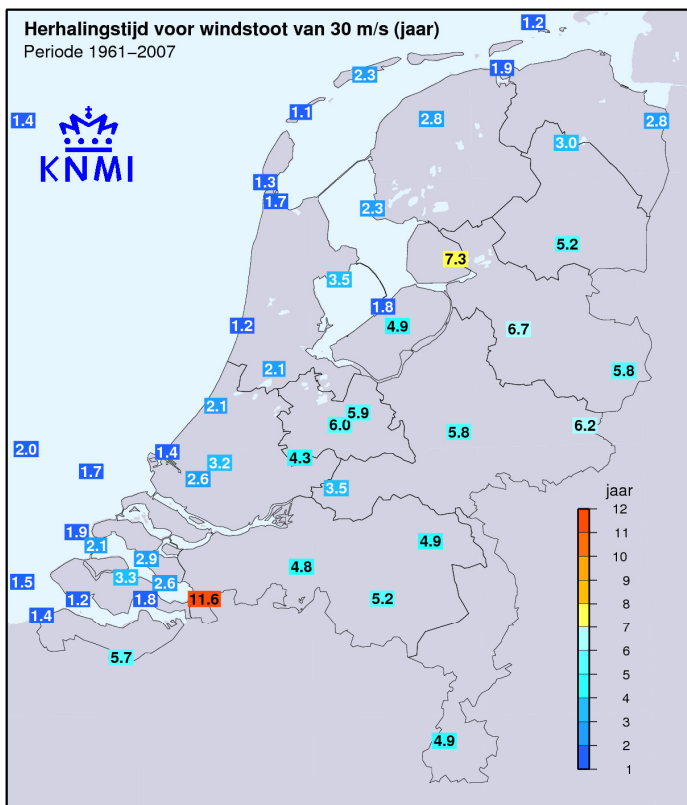


Figuur 5: Windstoten in m/s die horen bij herhalingsjiden van respectievelijk 10, 20, 30 en 50 jaar.





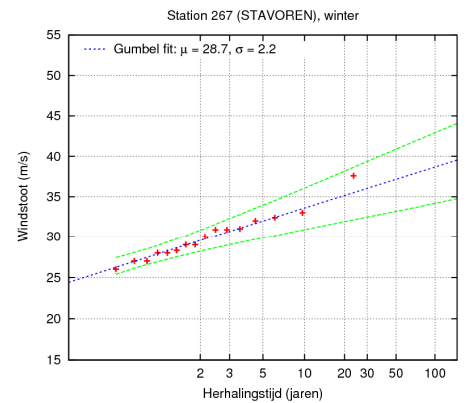
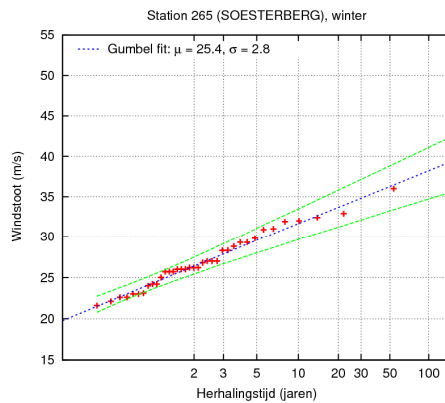
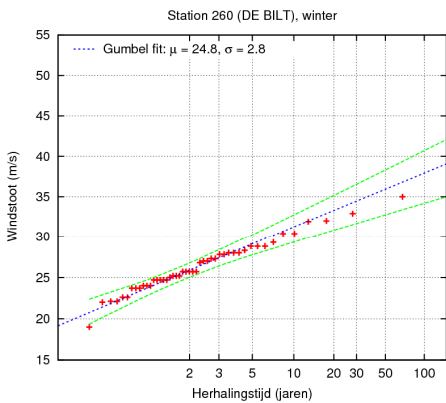
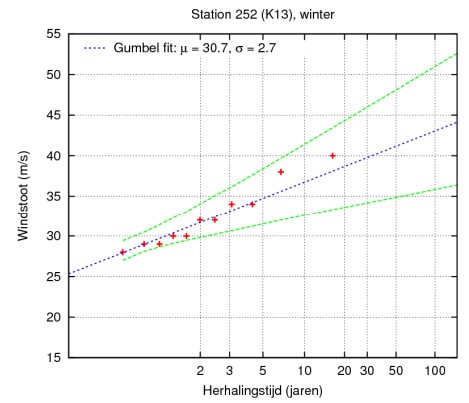
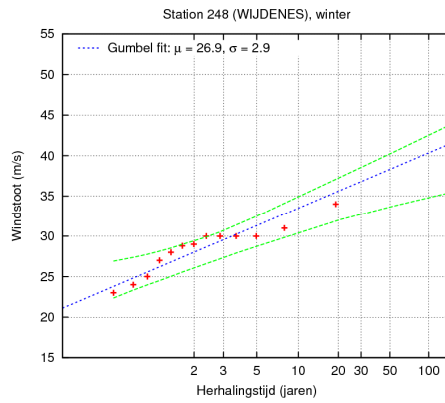
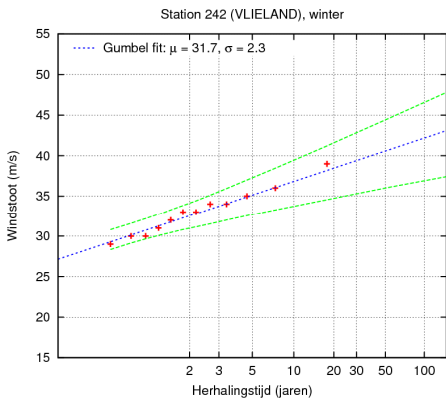
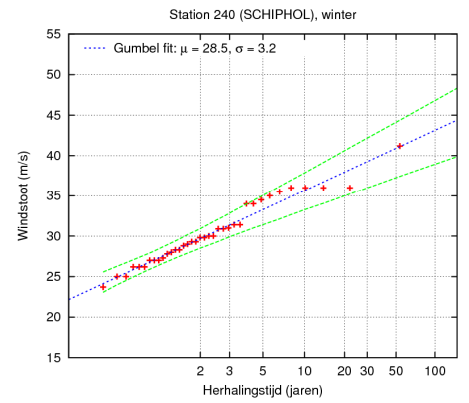
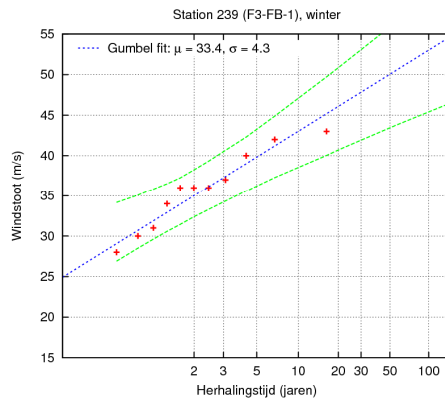
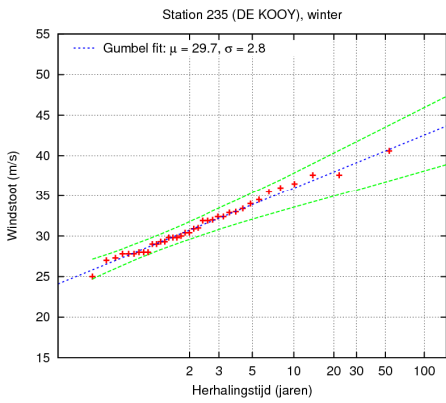
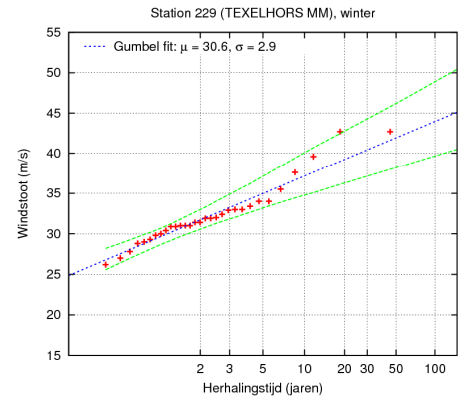
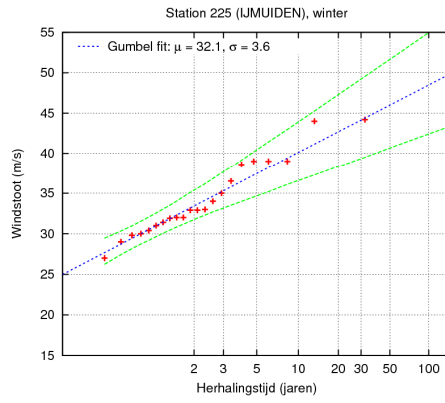
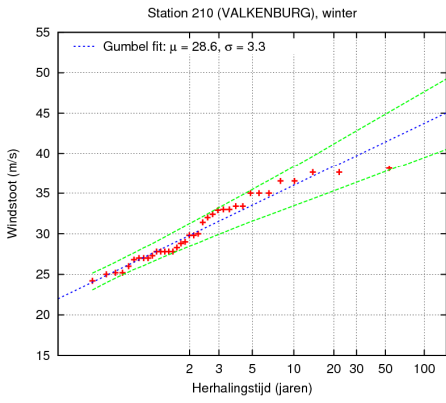
Figuur 6: Herhalingstijden die horen bij een windstoten van respectievelijk 26, 27, 28 en 29 m/s.

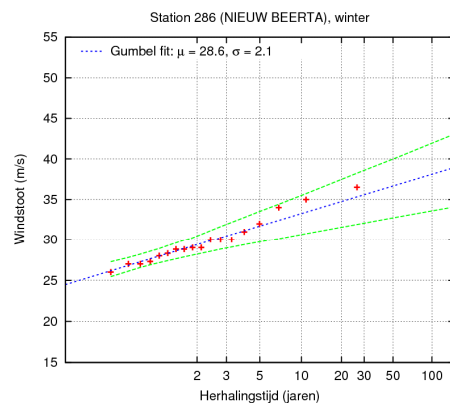
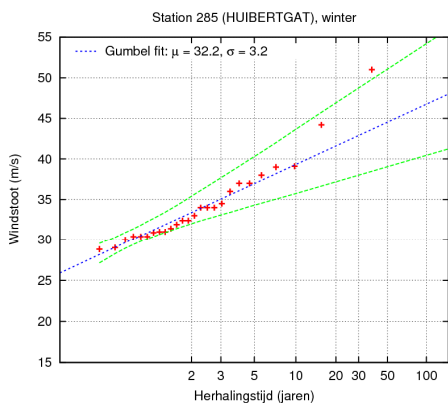
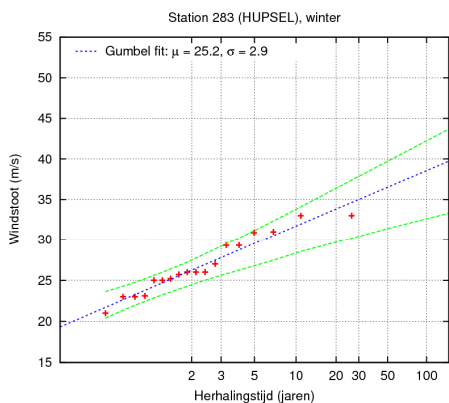
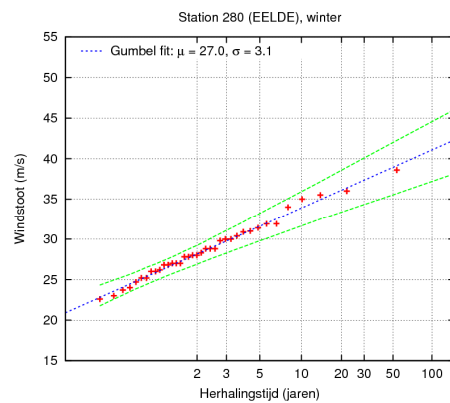
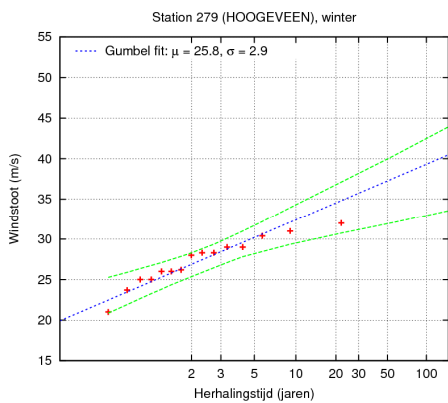
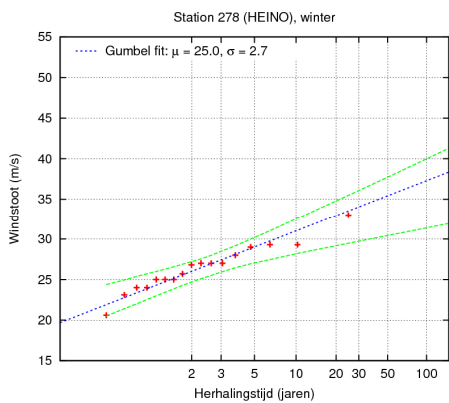
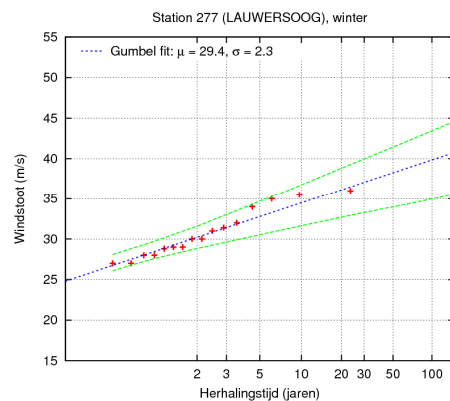
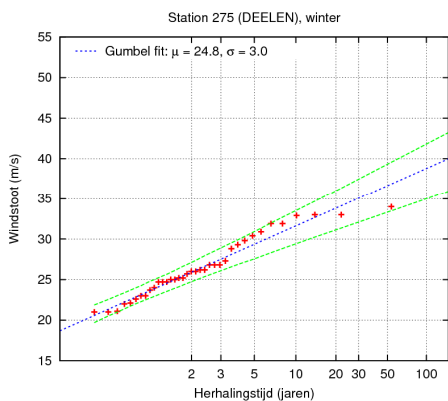
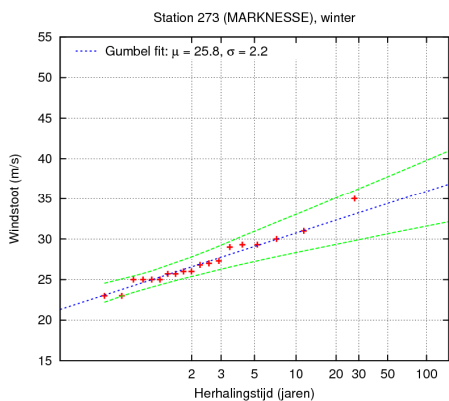
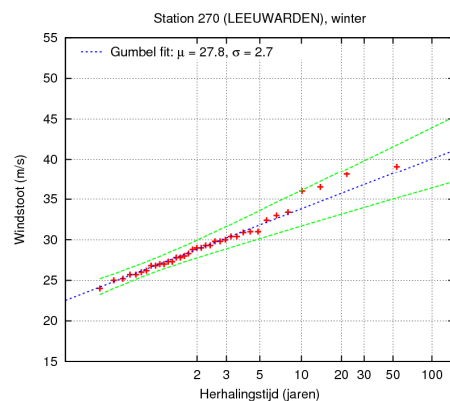
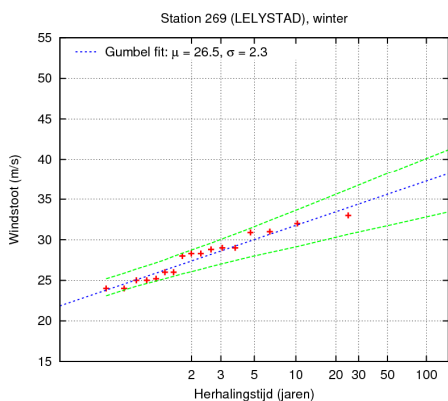
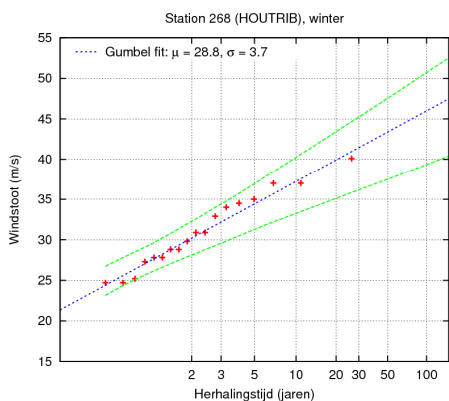


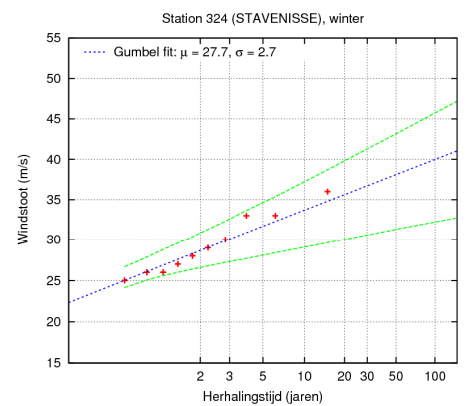
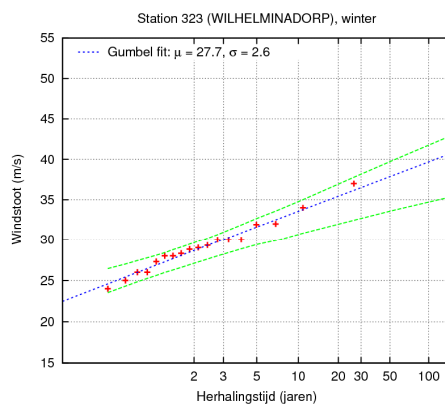
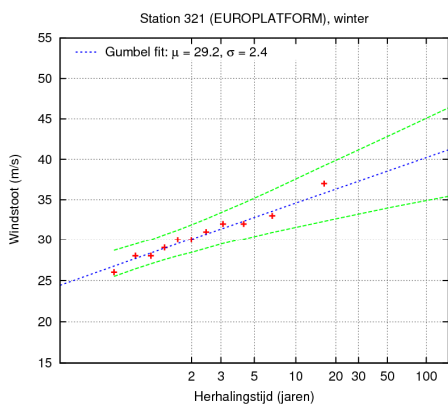
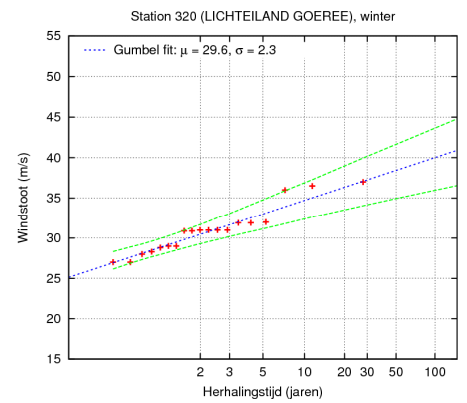
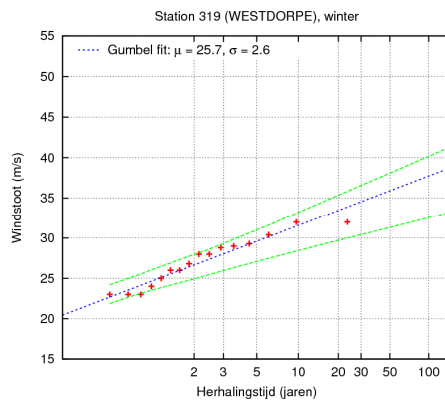
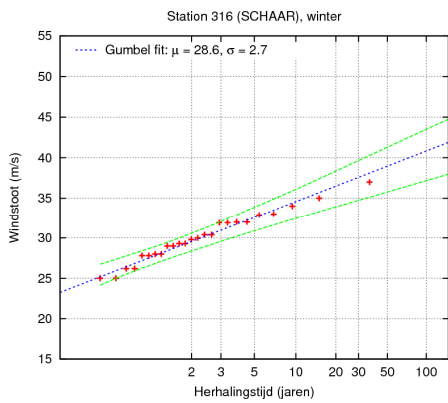
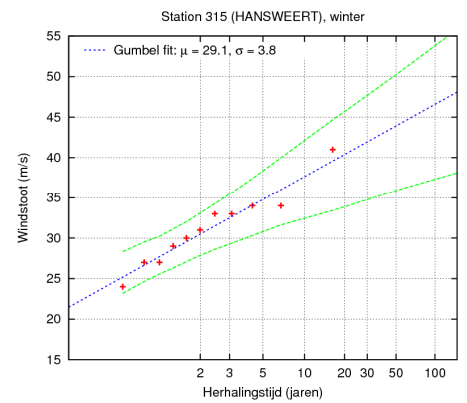
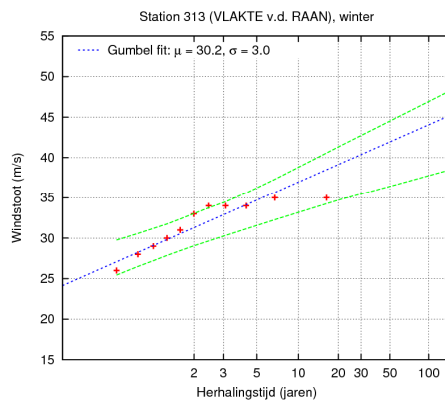
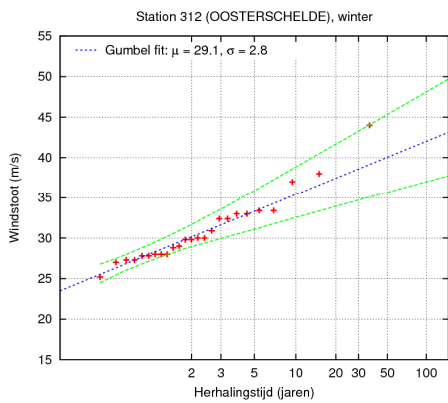
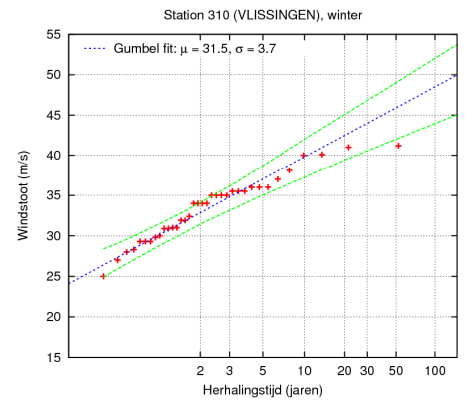
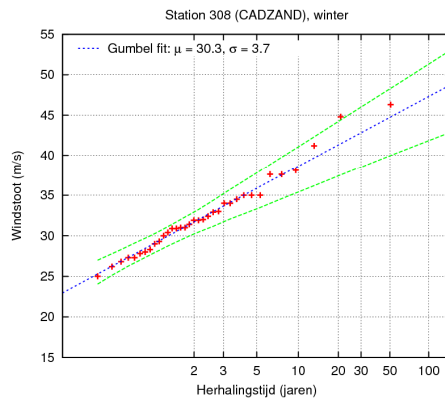
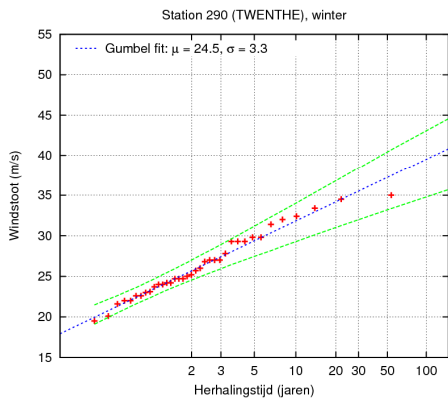
Figuur 7: Herhalingstijden die horen bij een windstoten van respectievelijk 30, 31, 32 en 33 m/s.

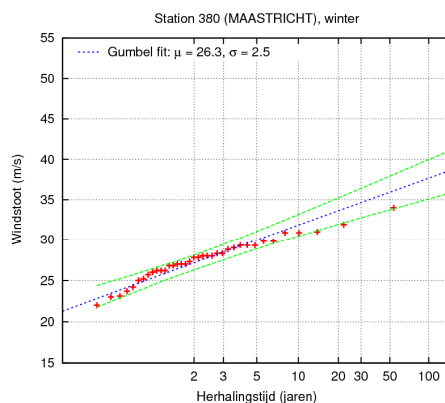
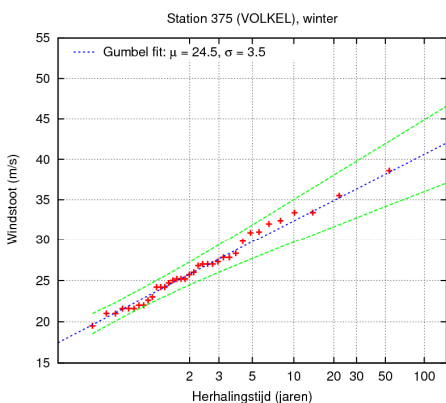
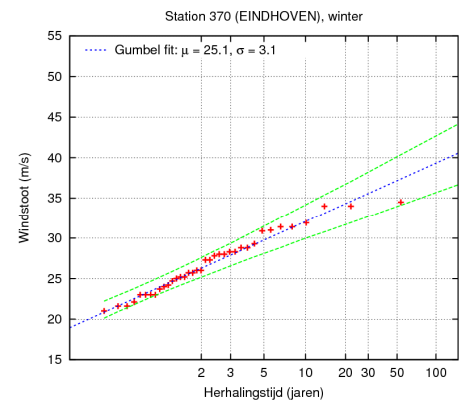
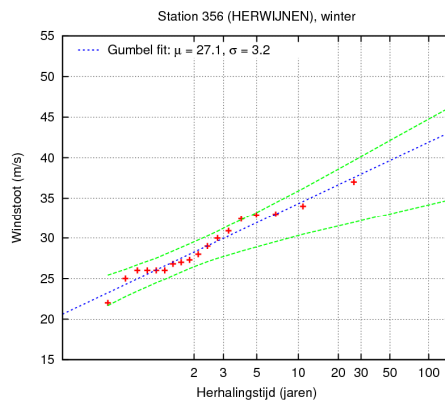
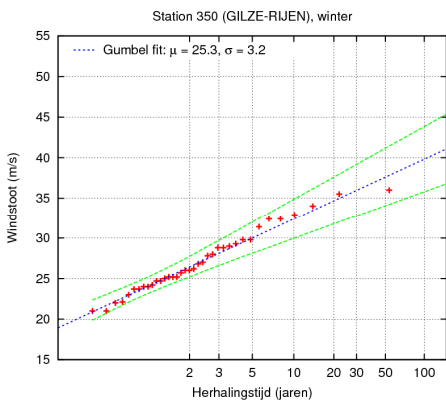
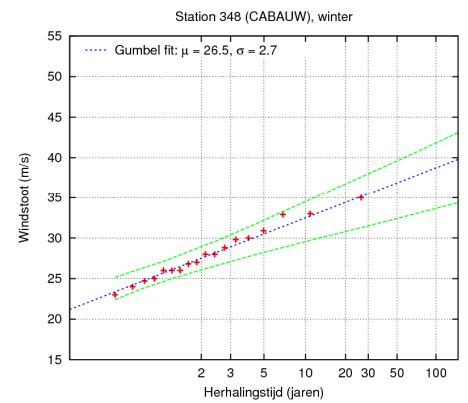
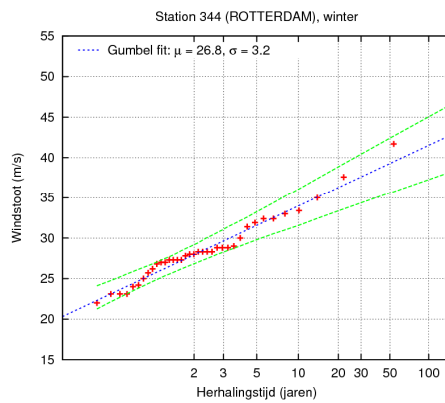
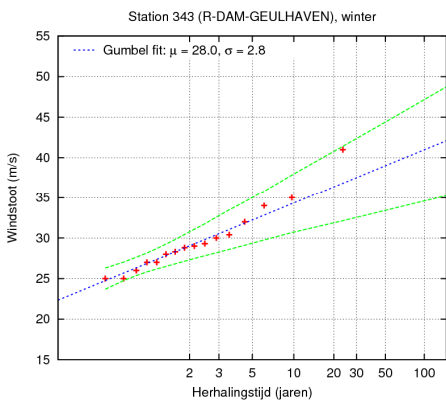
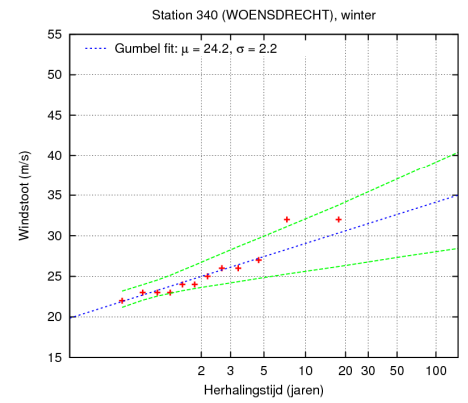
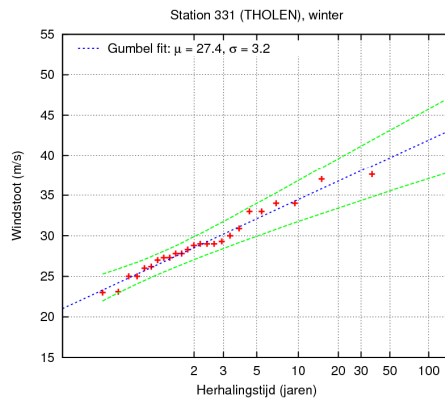
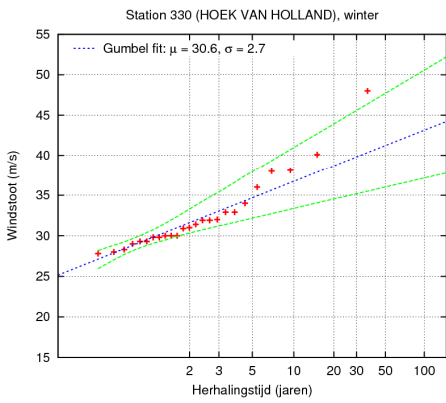
## Herhalingstijden en herhalingsniveau's winter

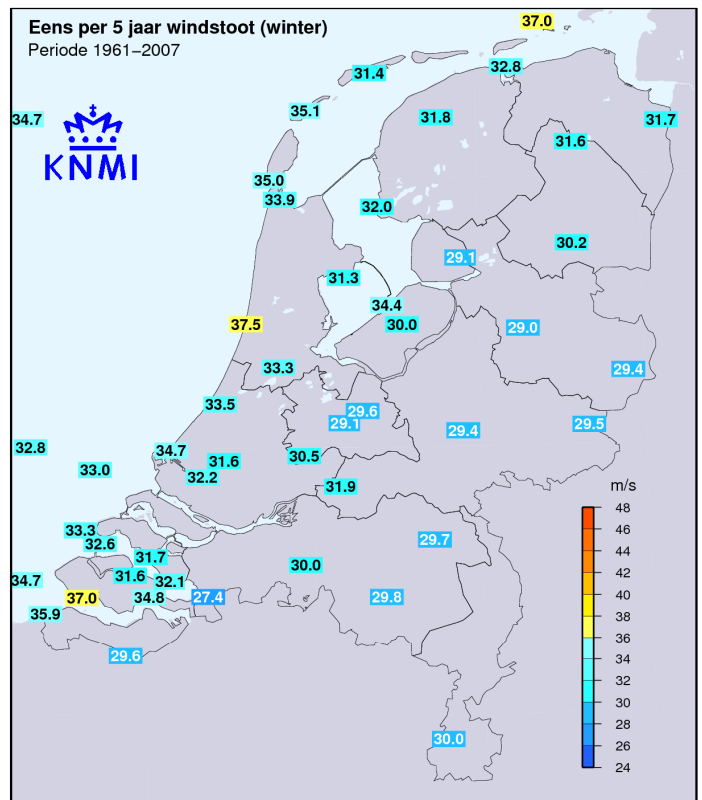
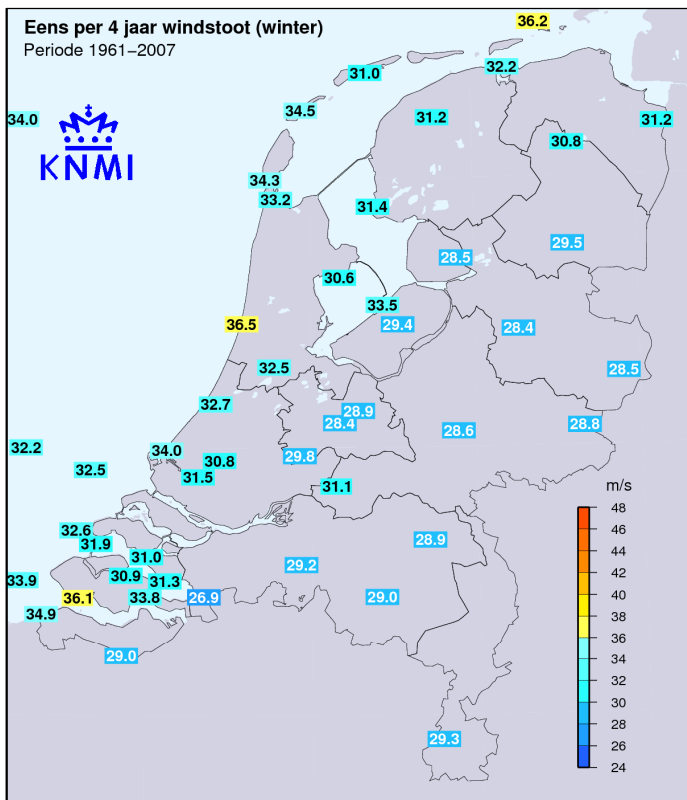
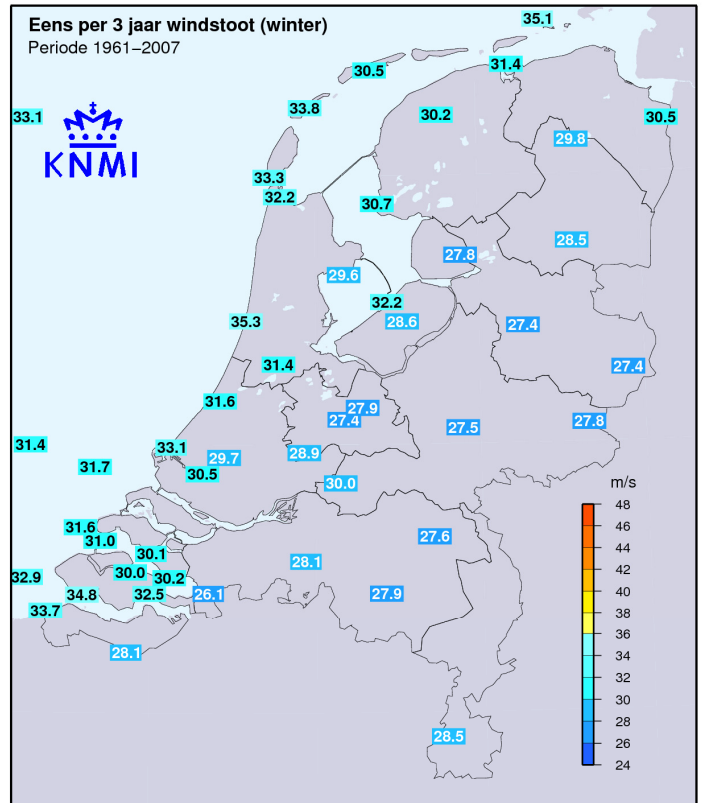
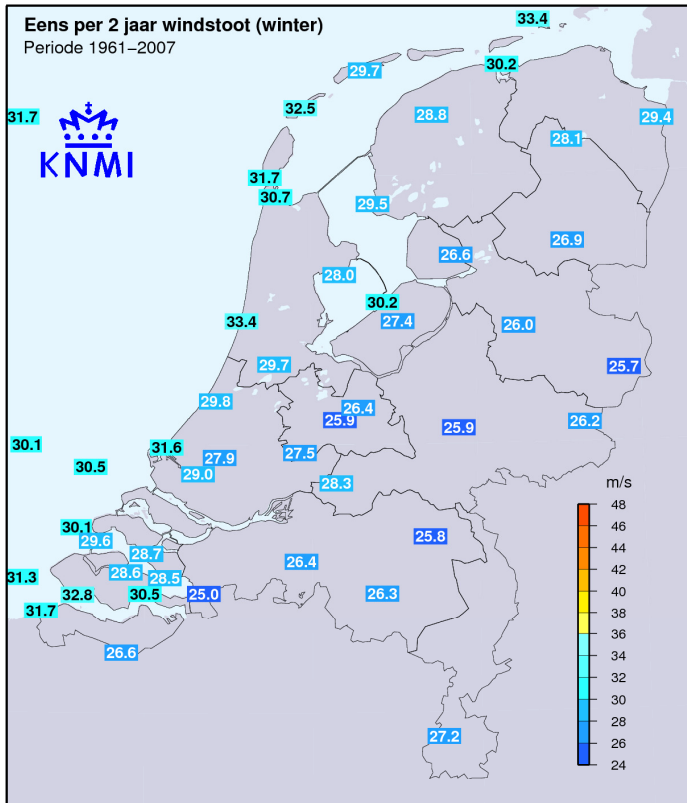
De hoogste windstoten worden meestal in het winterseizoen bereikt. Daarom wijkt het beeld van de winter slechts marginaal af van het jaarbeeld. Ter volledigheid worden hier toch eerst de Gumbelplots van de individuele stations voor het winterseizoen getoont. Figuur 8 en 9 laten vervolgens de windstoten zien die horen bij een herhalingstijd van 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30 en 50 jaar. Figuur 10 laat de herhalingstijden zien die horen bij windstoten van 26, 27, 28 en 29 m/s en figuur 11 bij windstoten van 30, 31, 32 en 33 m/s.





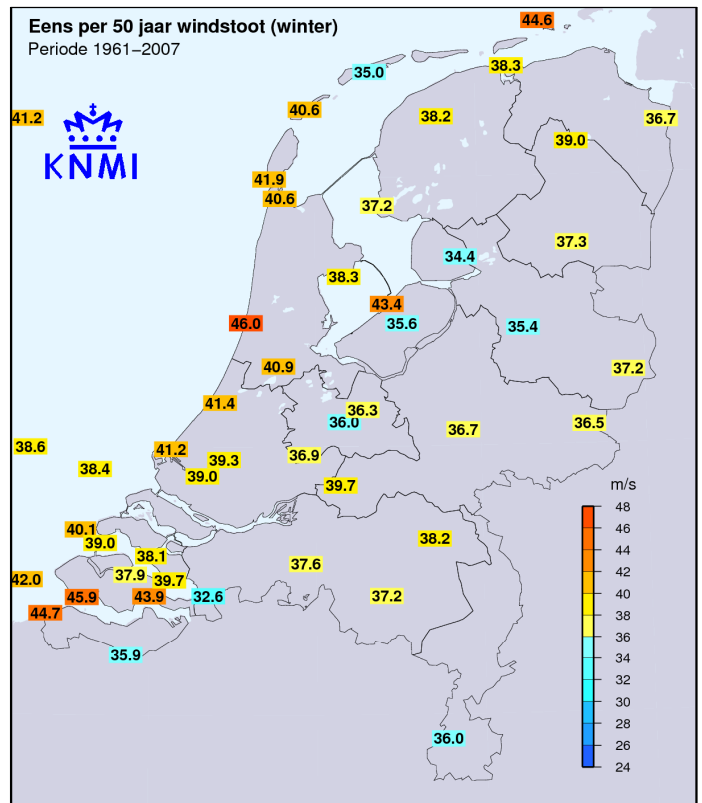
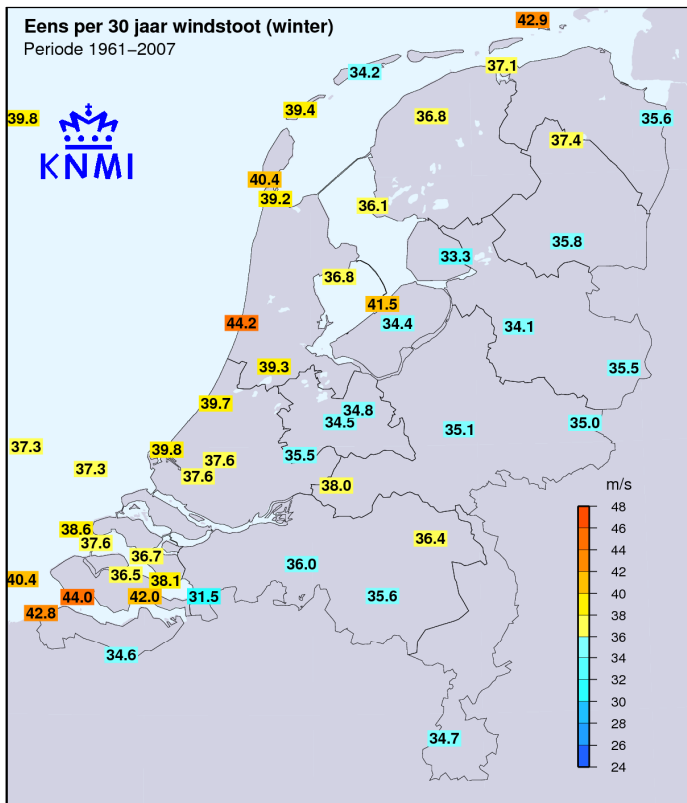
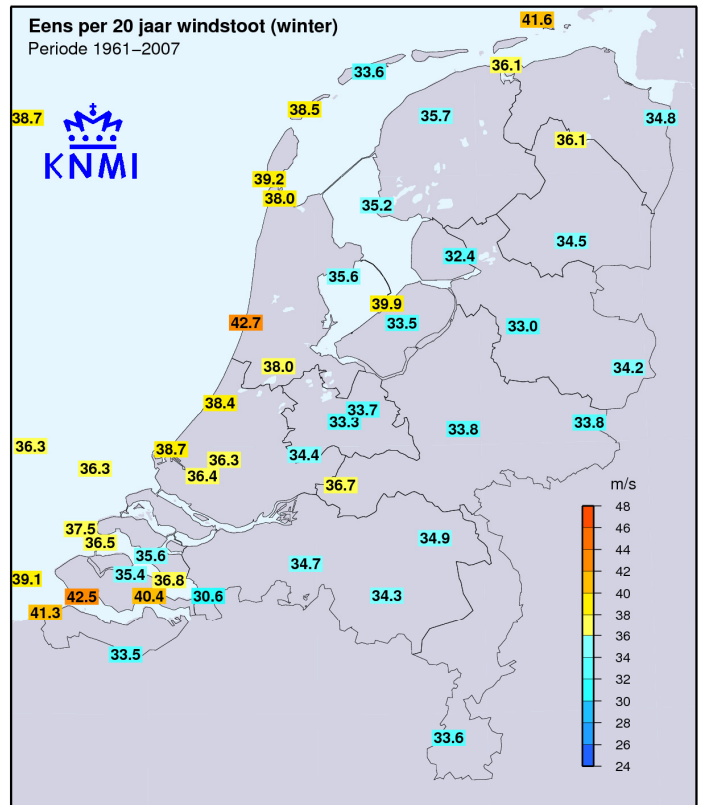
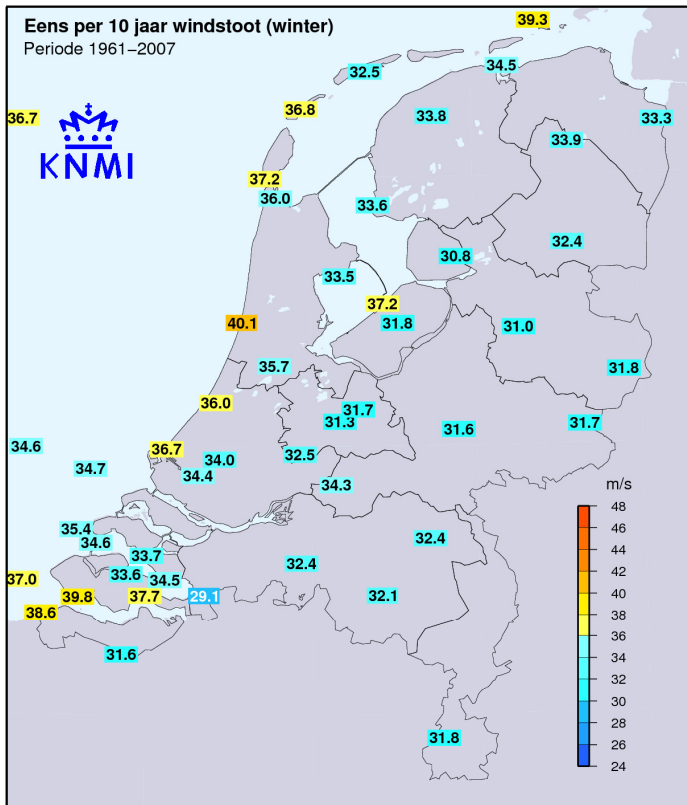




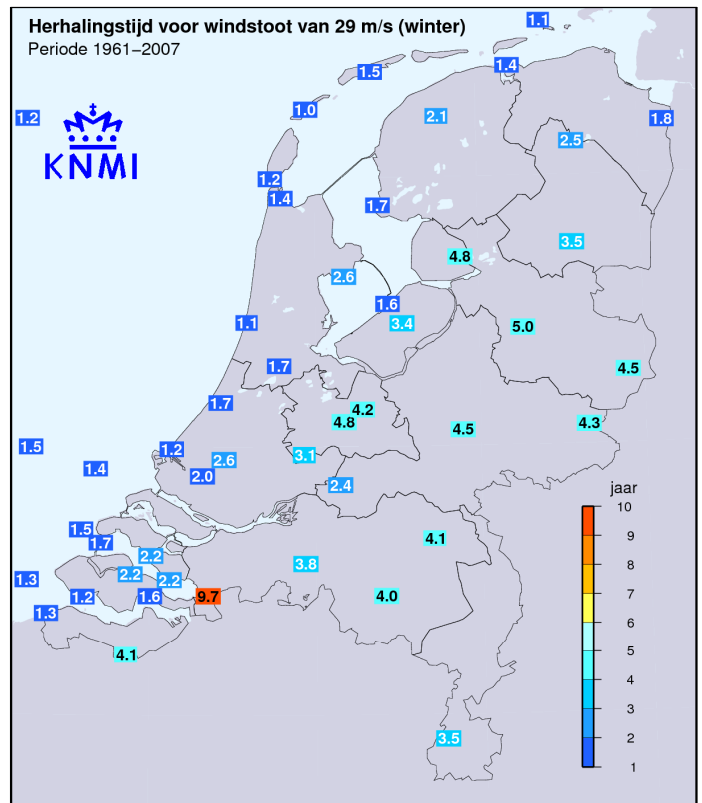
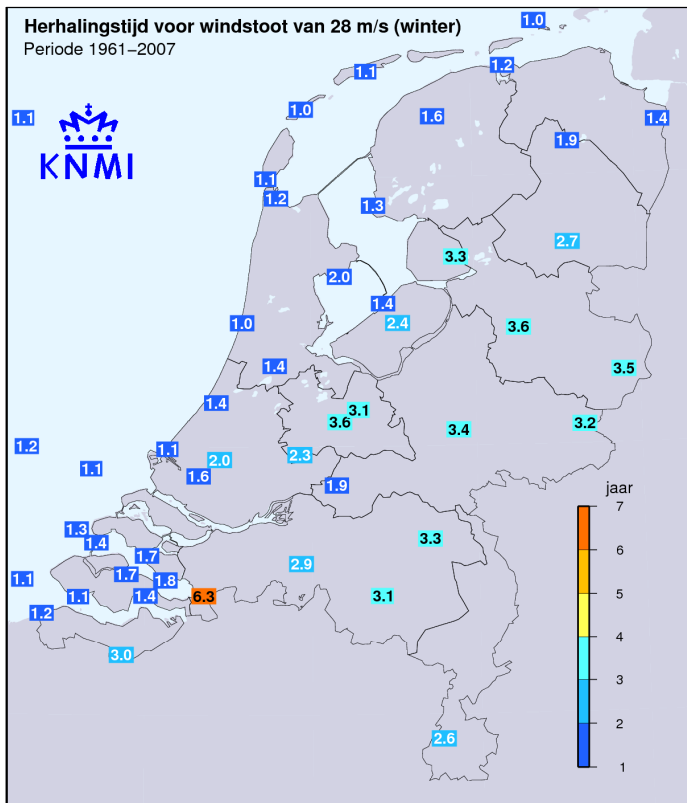
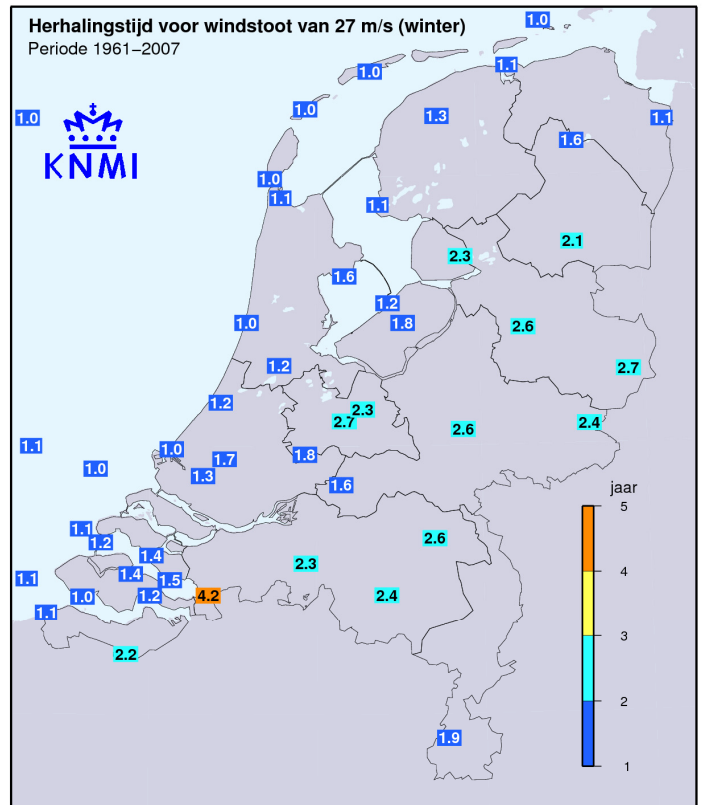
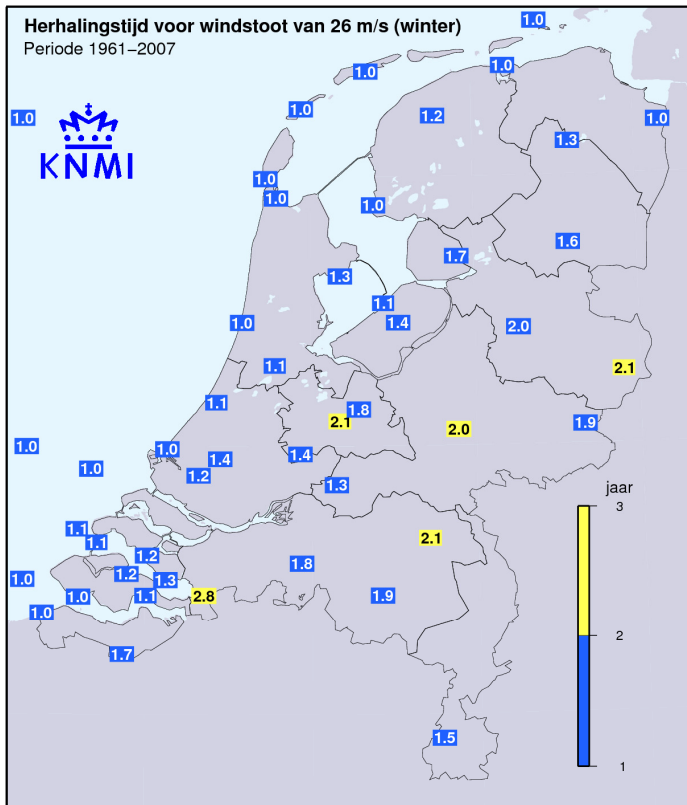


Figuur 8: Windstoten die horen bij een herhalingsjijd van respectievelijk 2, 3, 4 en 5 jaar voor het winterseizoen.

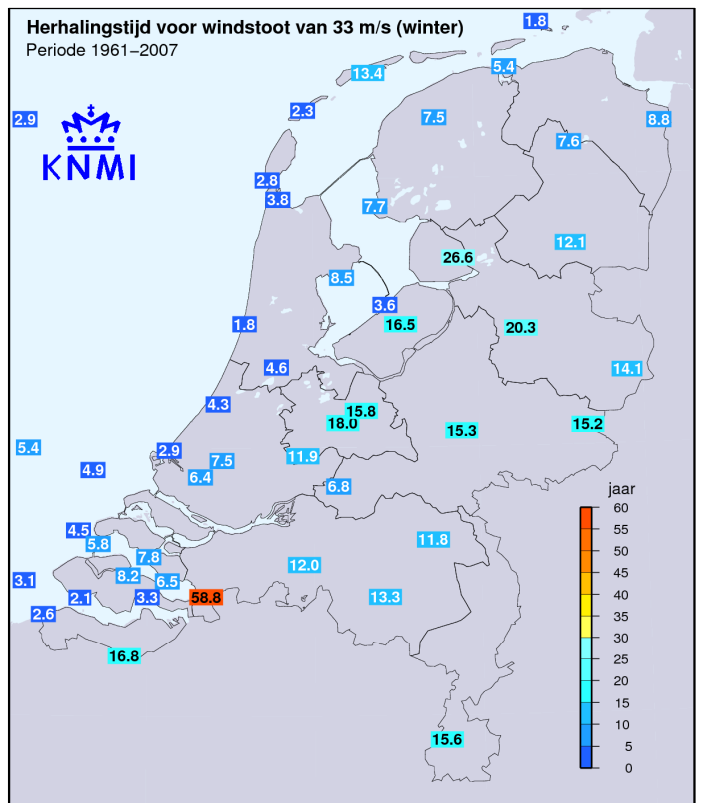
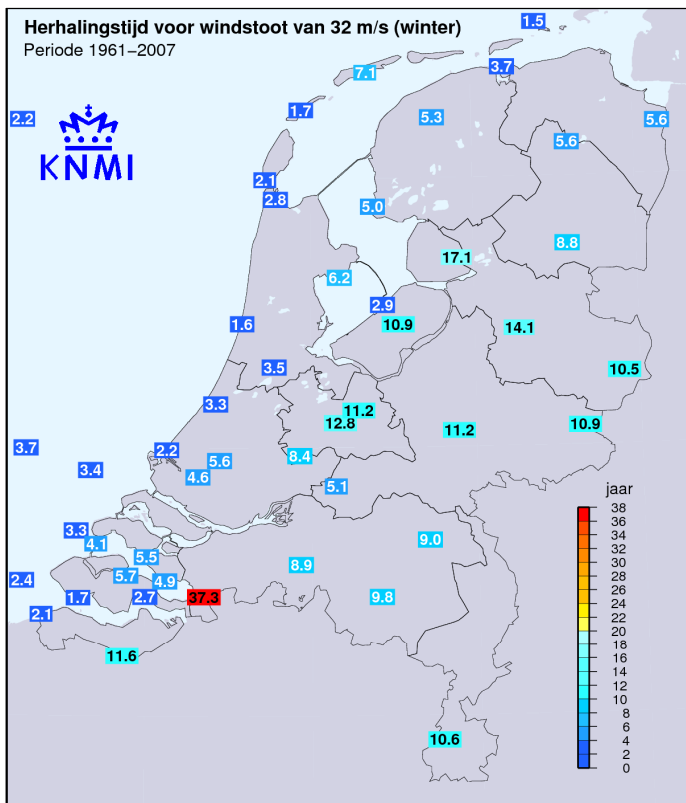
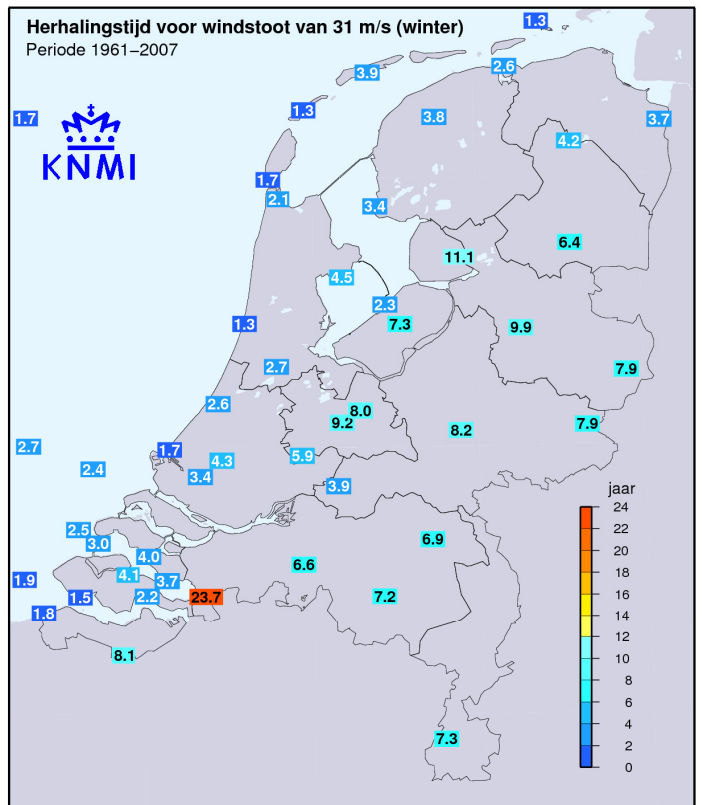
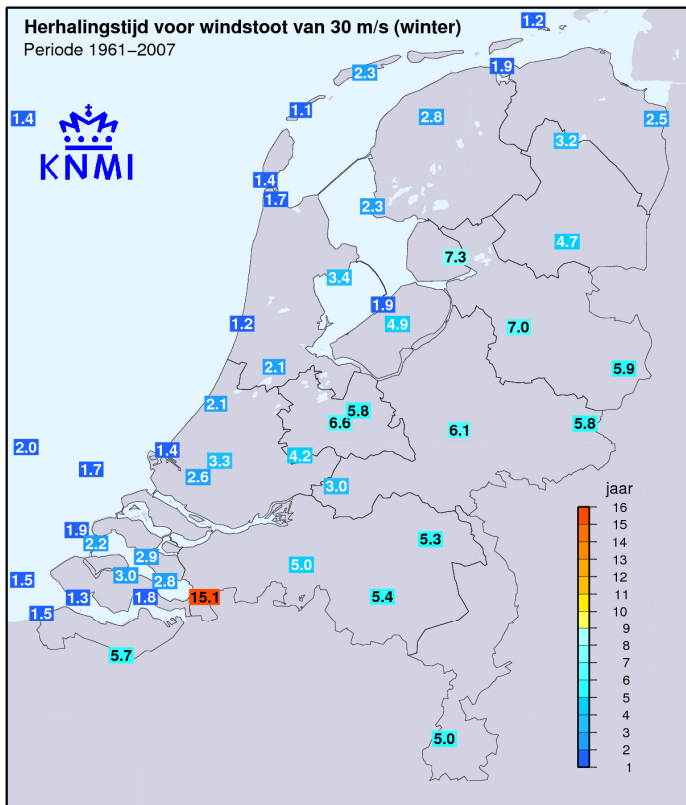




Figuur 9: Windstoten die horen bij een herhalingsjijd van respectievelijk 10, 20, 30 en 50 jaar voor het winterseizoen.



Figuur 10: Herhalingstijd die hoort bij een winstoot van respectievelijk 26, 27, 28 en 29 jaar voor het winterseizoen.

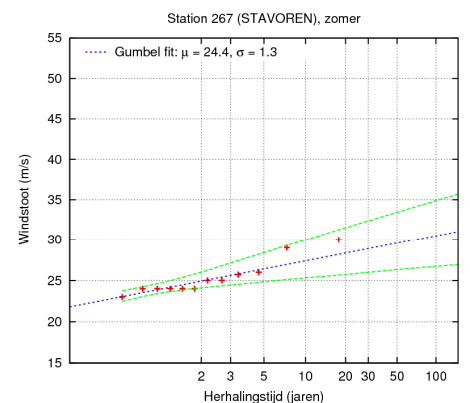
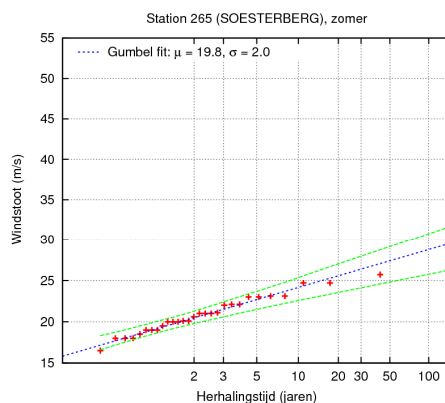
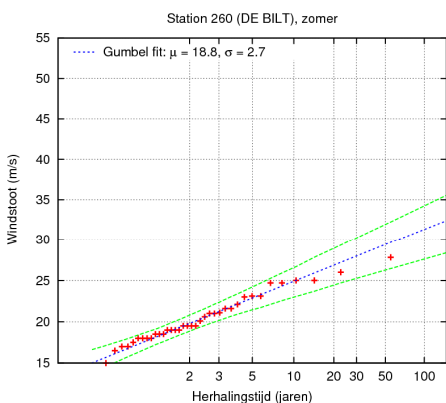
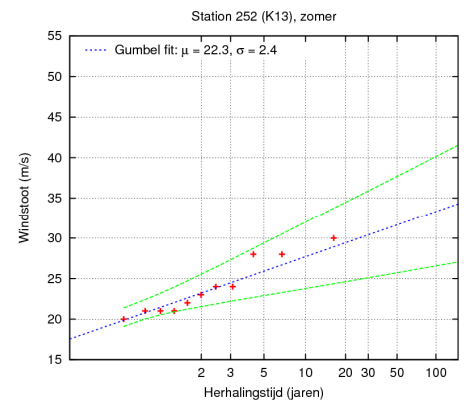
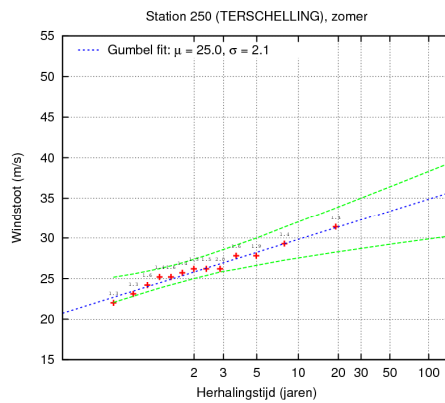
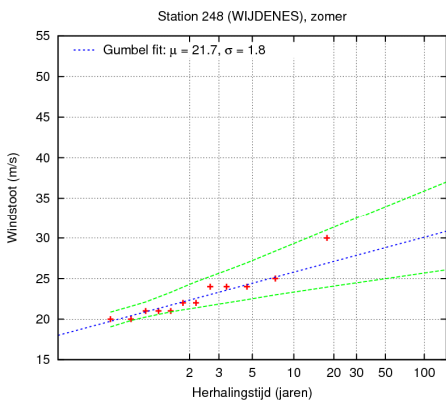
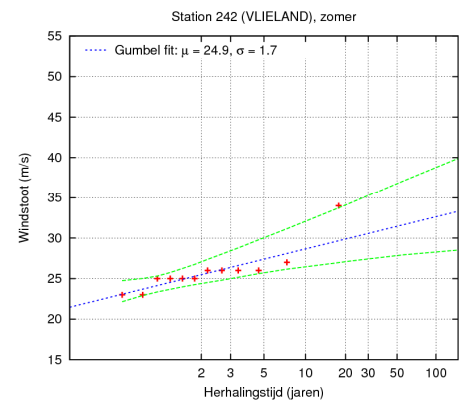
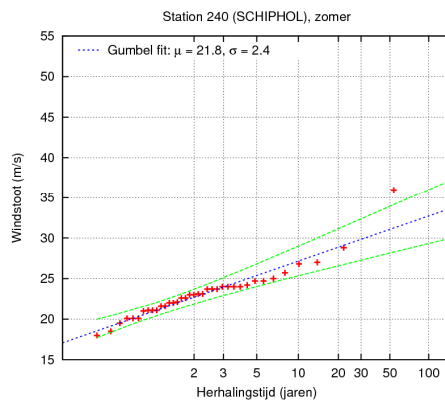
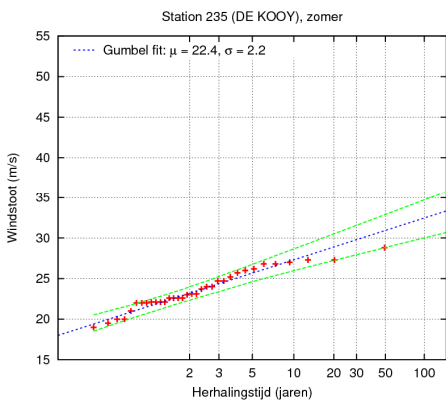
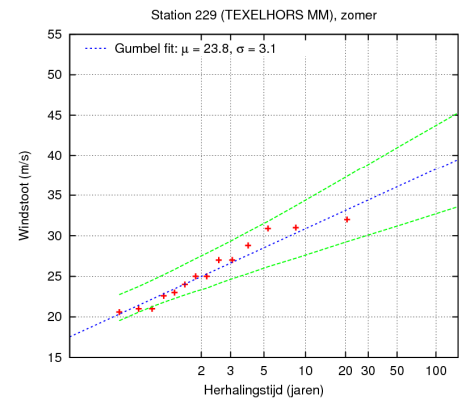
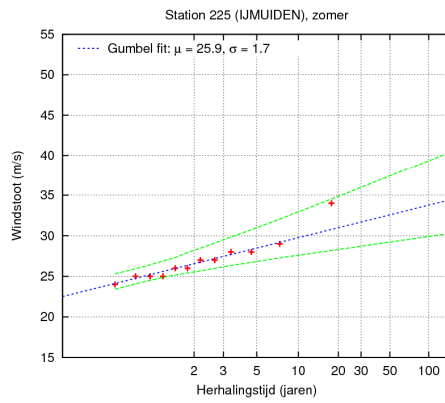
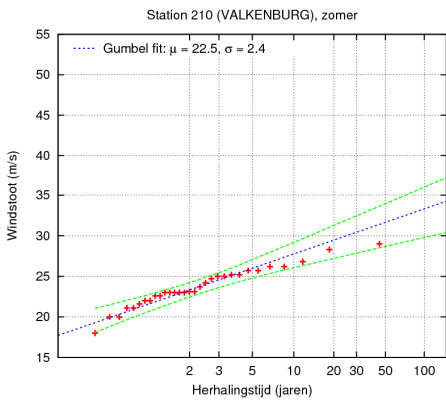


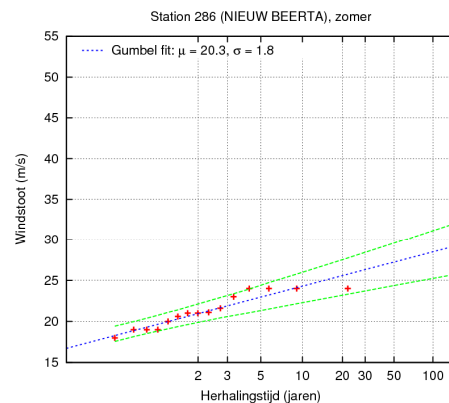
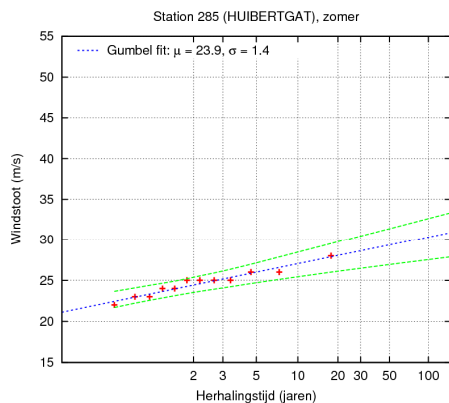
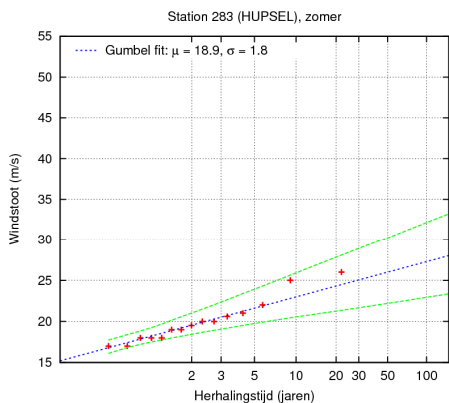
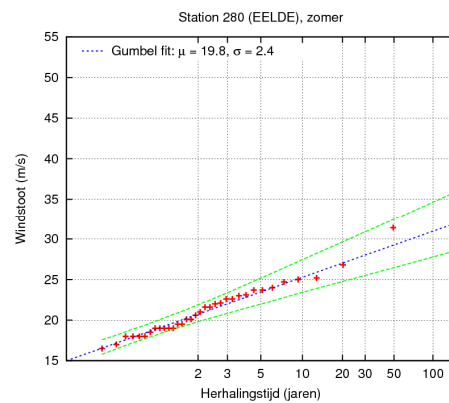
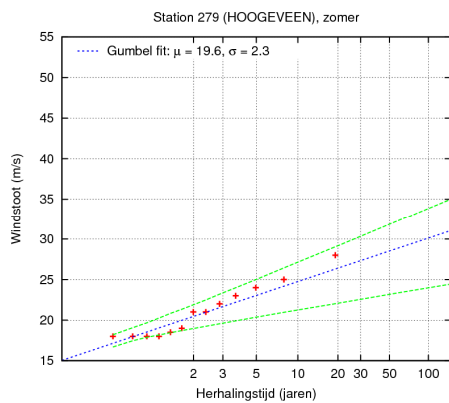
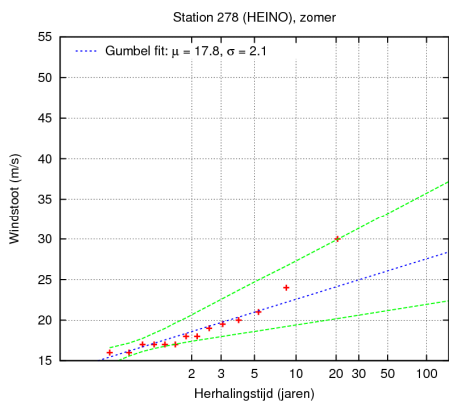
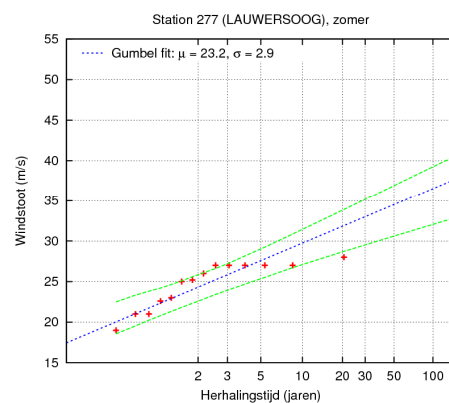
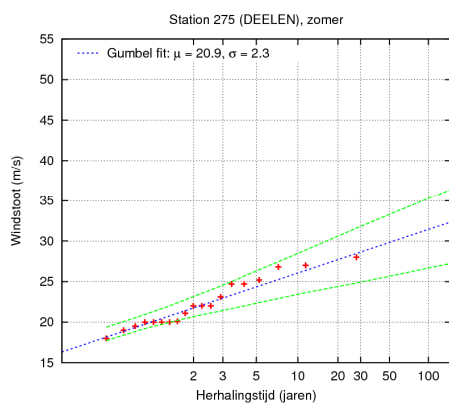
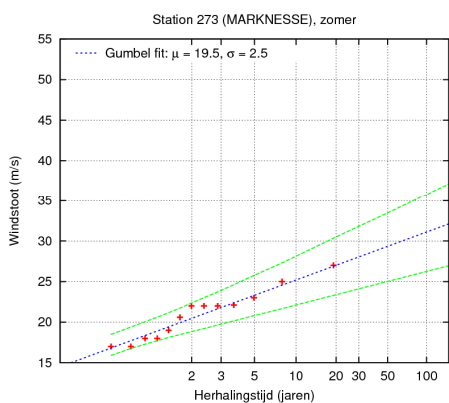
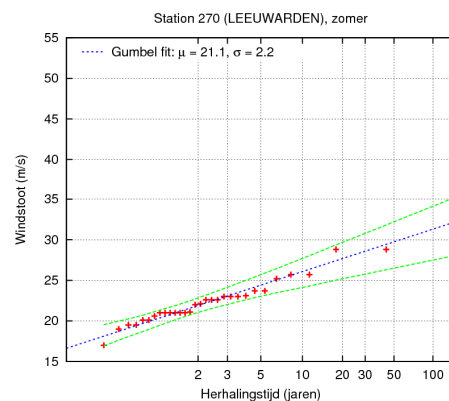
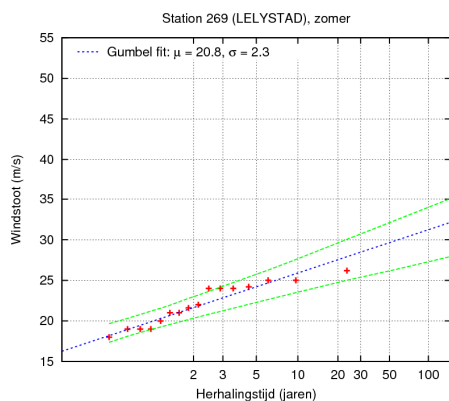
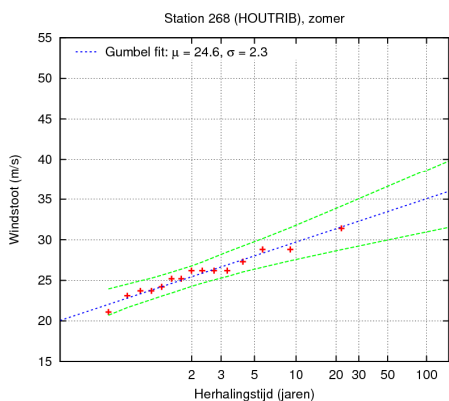
Figuur 11: Herhalingstijd die hoort bij een winstoot van respectievelijk 30, 31, 32 en 33 jaar voor het winterseizoen.

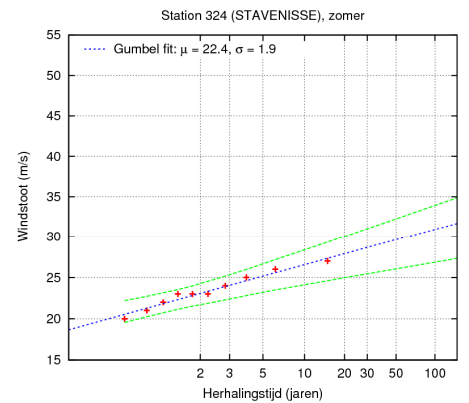
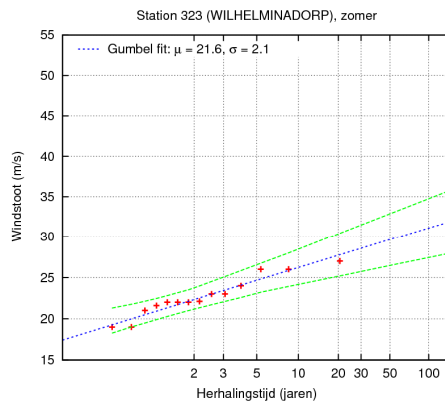
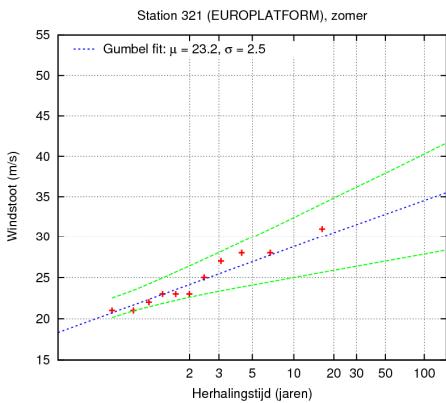
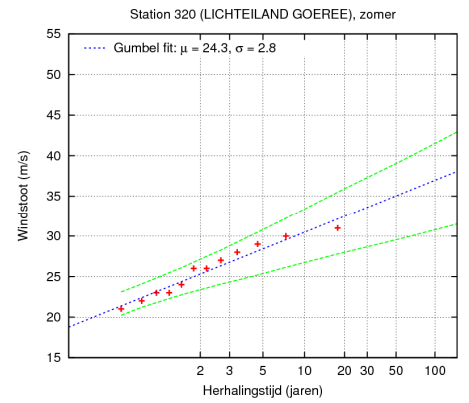
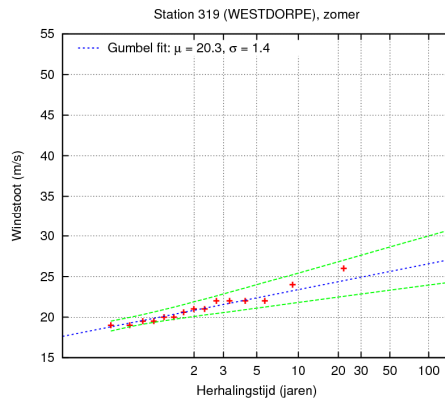
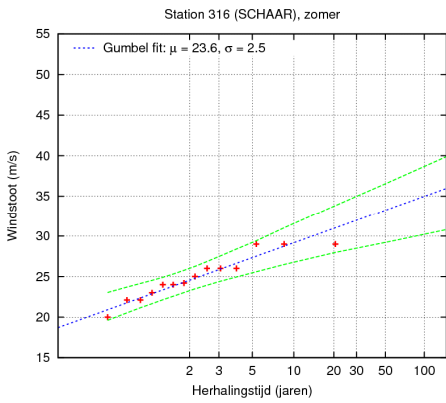
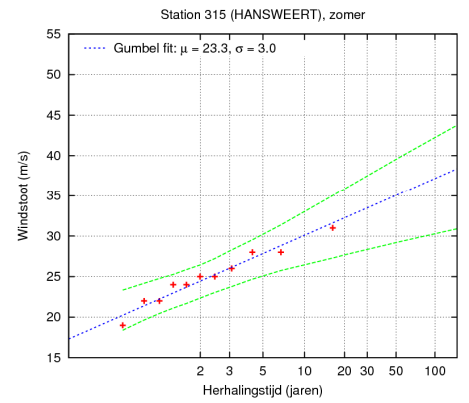
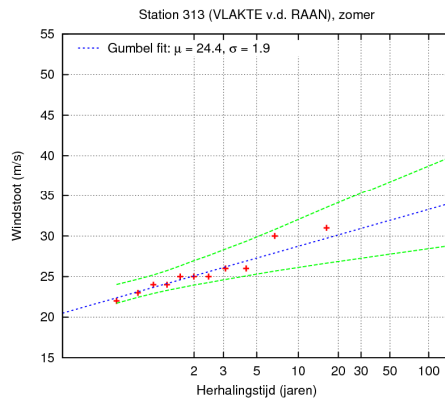
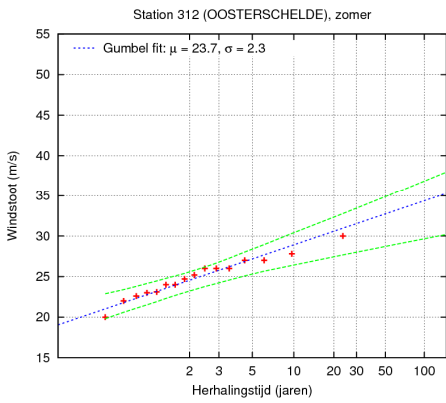
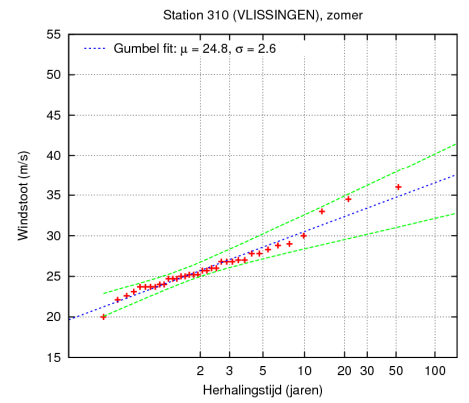
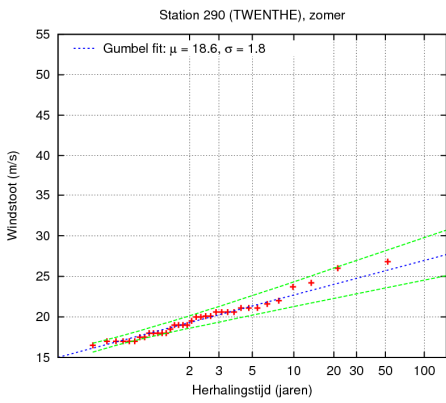
## Herhalingstijden en herhalingsniveau's zomer

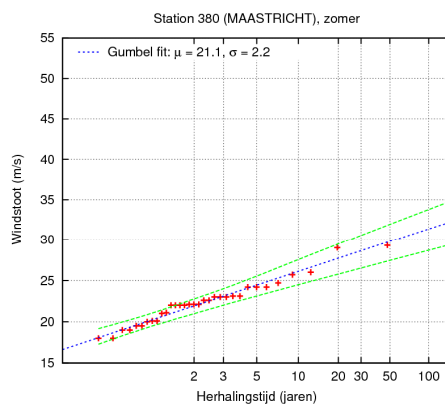
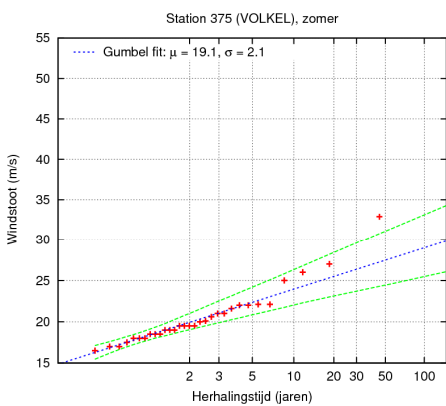
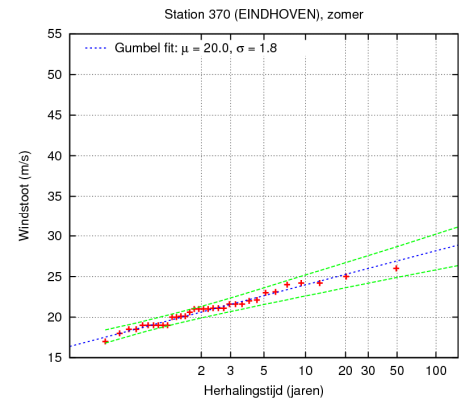
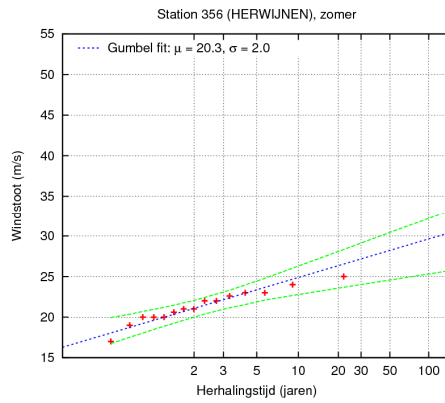
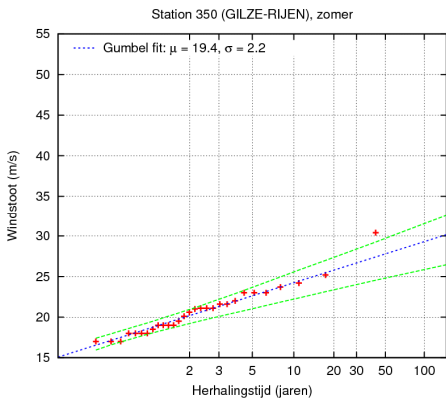
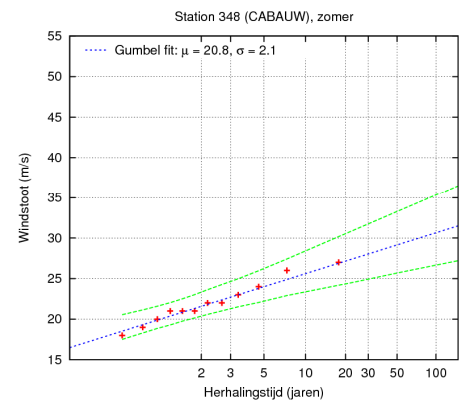
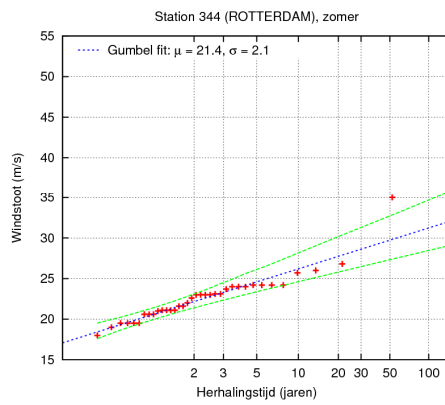
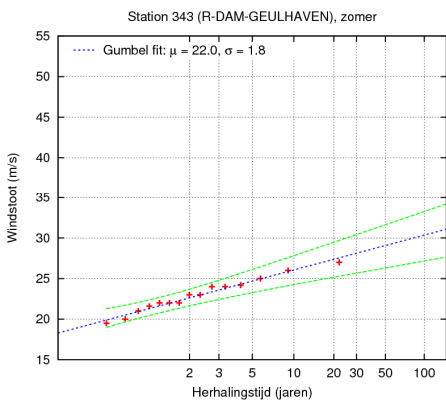
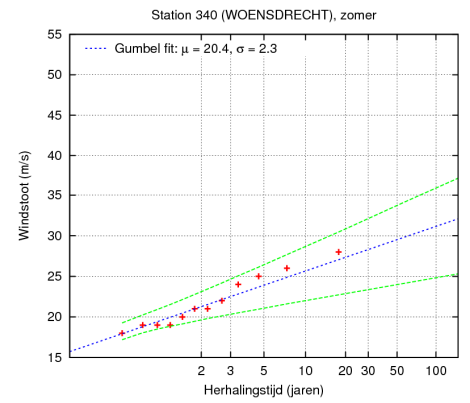
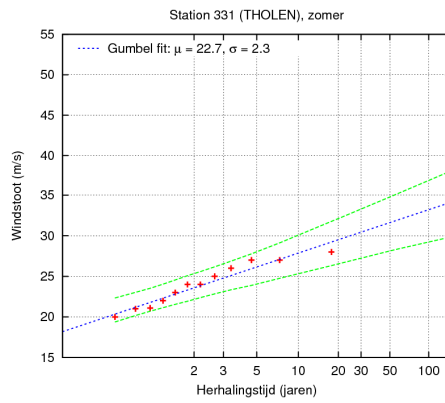
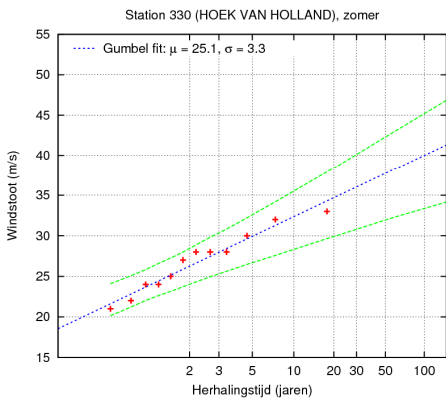
De hoogste windstoten worden meestal in het winterseizoen bereikt. Omdat windstoten ook in de zomer tot problemen kunnen leiden (zoals bijvoorbeeld bij recreatie), is het interessant om de verschillen met de winter te onderzoeken. In de zomer blijken er grote verschillen op te treden met het beeld over het hele jaar. Hoewel de ruimtelijke patronen ruwweg hetzelfde zijn, zijn de windstoten in het algemeen meer dan 5 m/s lager dan in de winter bij dezelfde herhalingstijd.

Op de volgende 4 pagina's staan de Gumbelplots voor het zomerseizoen. Figuur 12 en 13 laten de windstoten zien die horen bij een herhalingstijd van 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30 en 50 jaar. Figuur 14 laat de herhalingstijden zien die horen bij windstoten van 26, 27, 28, 29 m/s. In tegenstelling tot bij het jaar en het winterseizoen, zijn hier niet de herhalingstijden behorend bij windstoten van boven 29 m/s afgebeeld. De herhalingstijden die hierbij horen komen ver boven de 50 jaar te liggen. Daarmee neemt de betrouwbaarheid sterk af en de resultaten vallen buiten de vraagstelling.

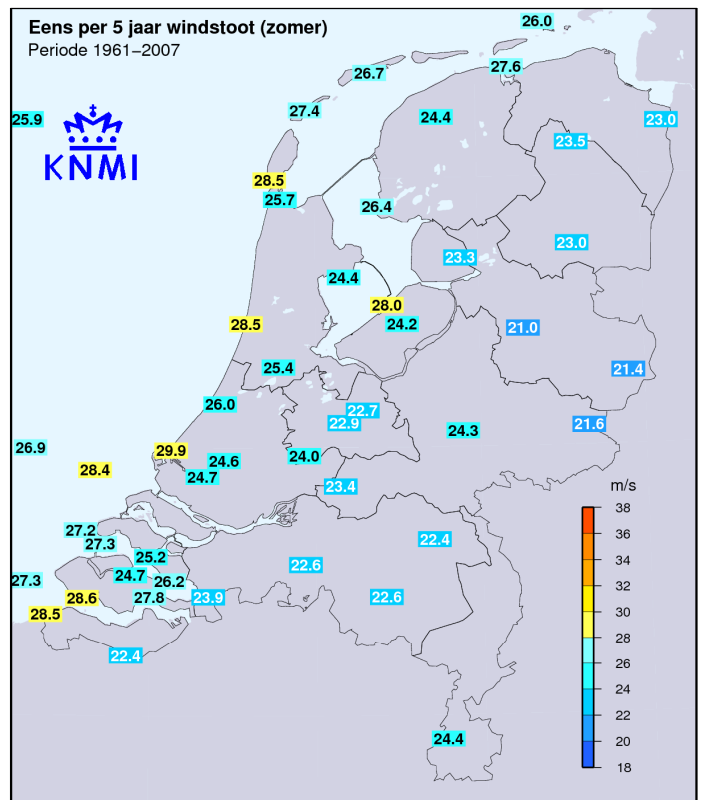
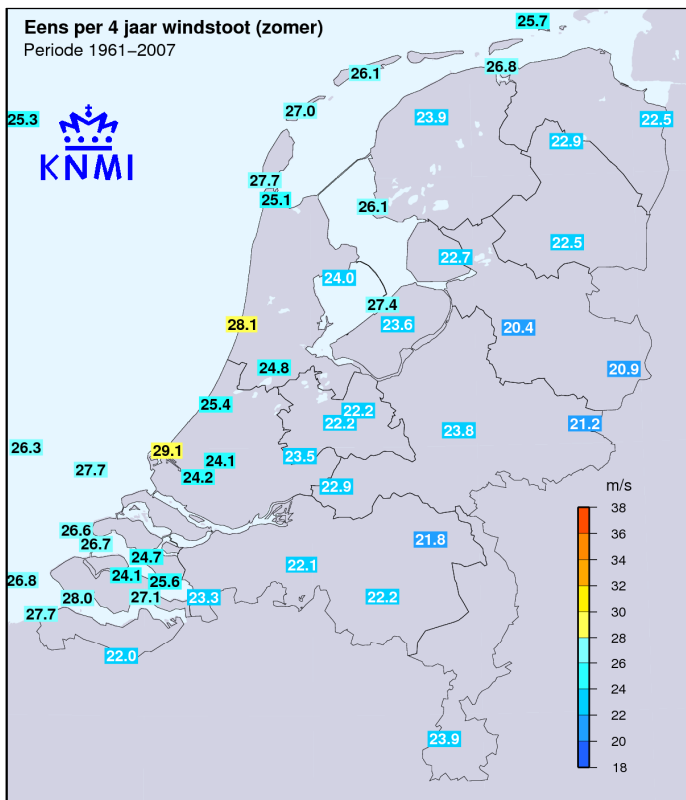
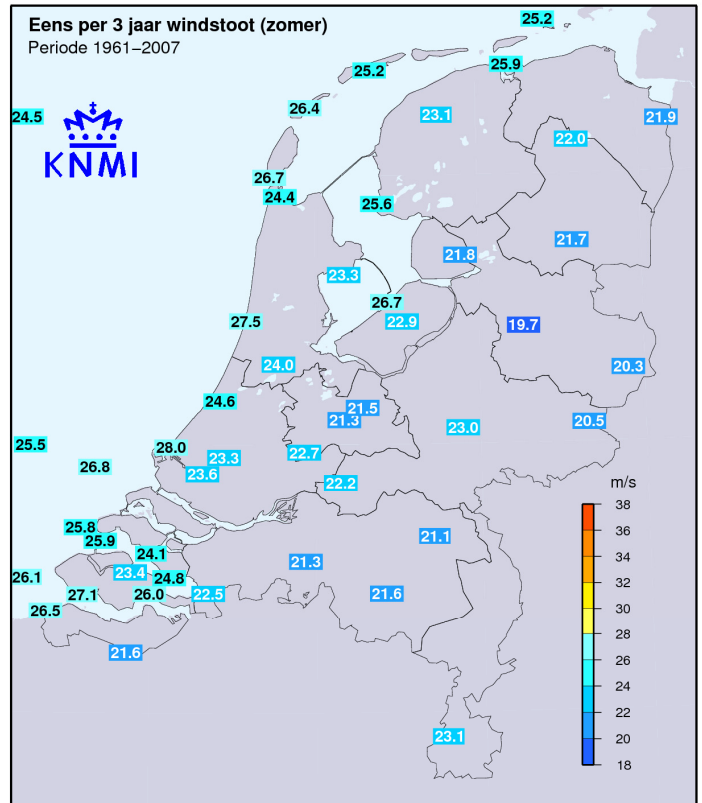
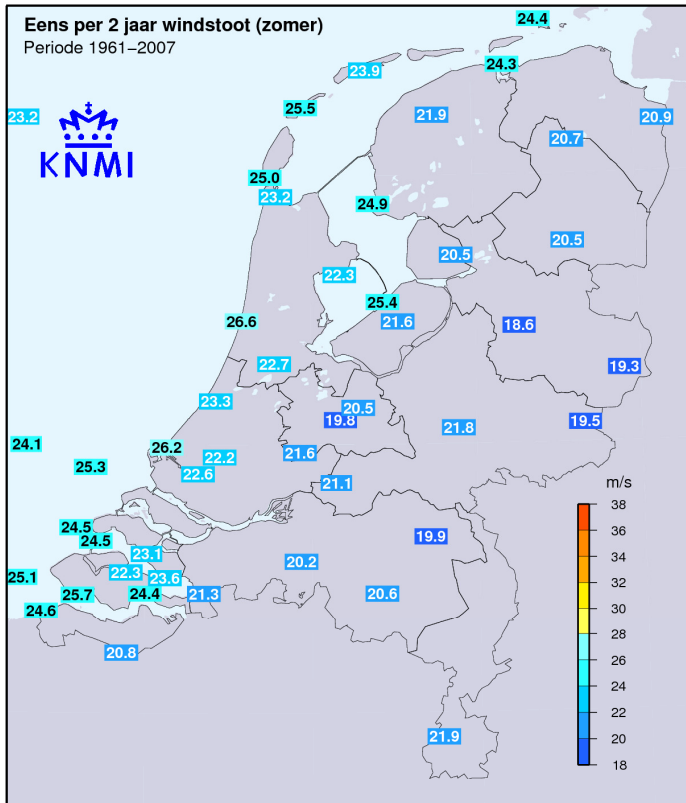




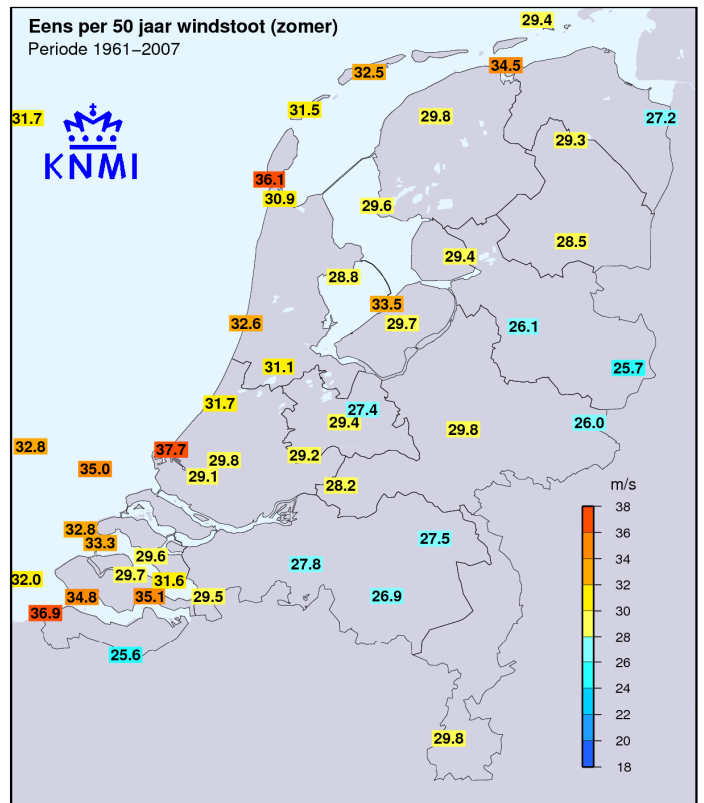
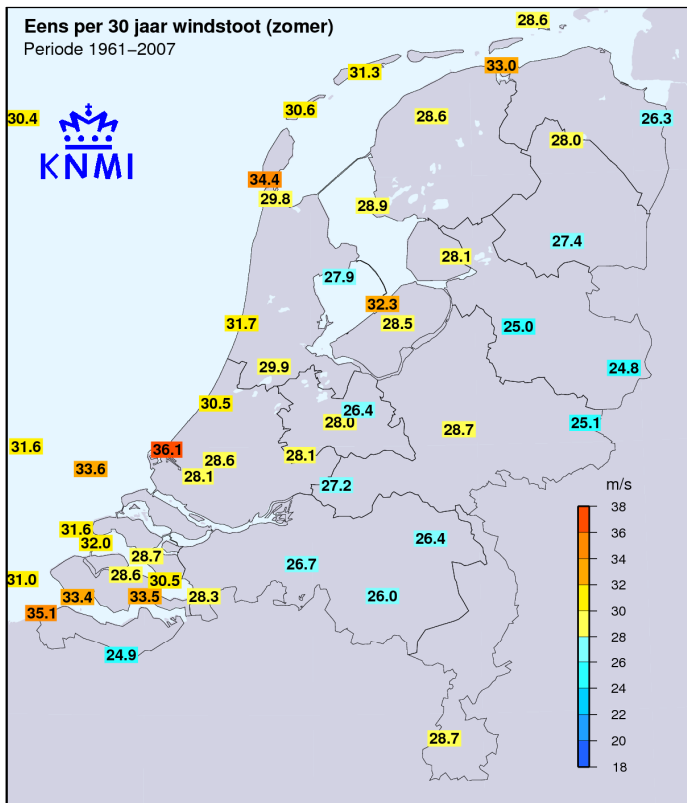
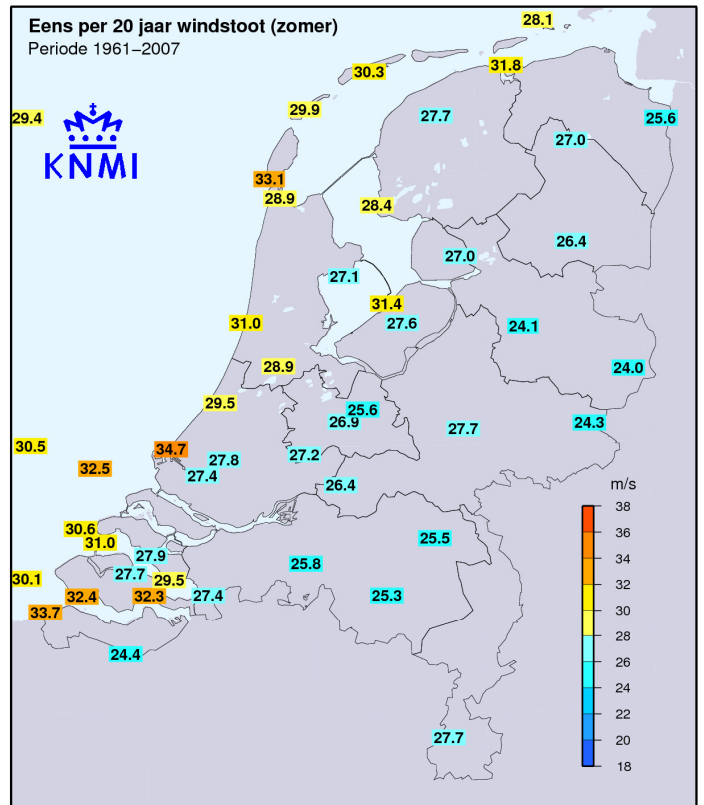
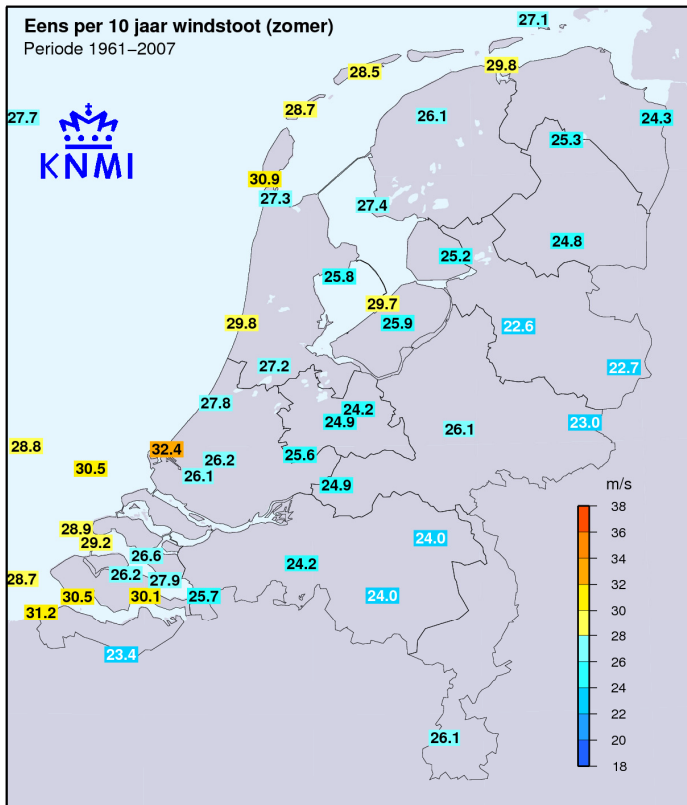




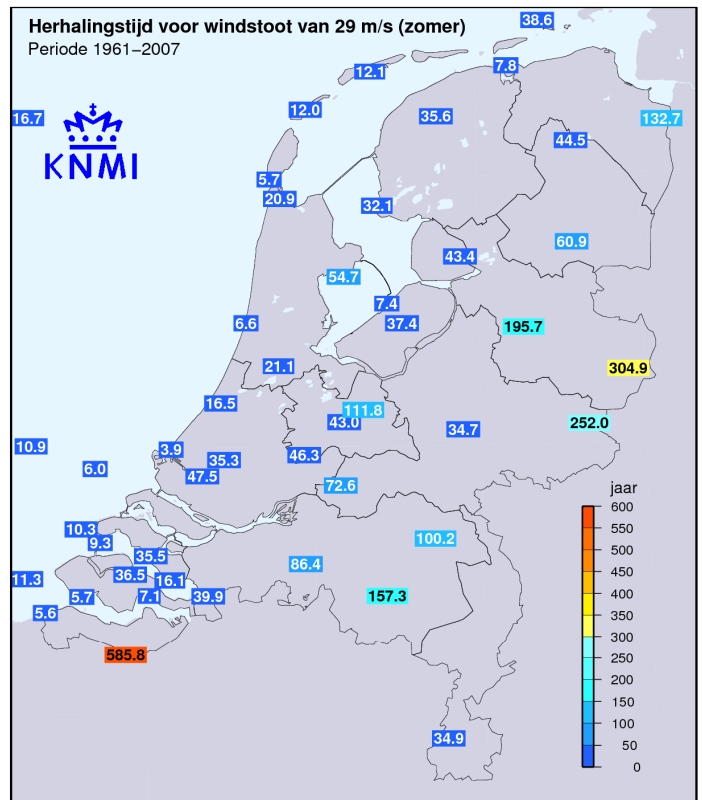
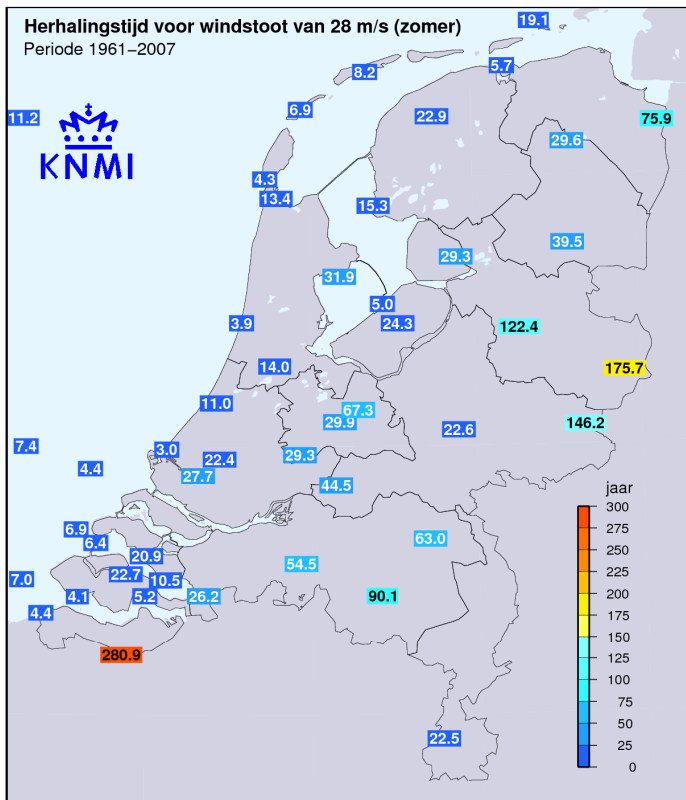
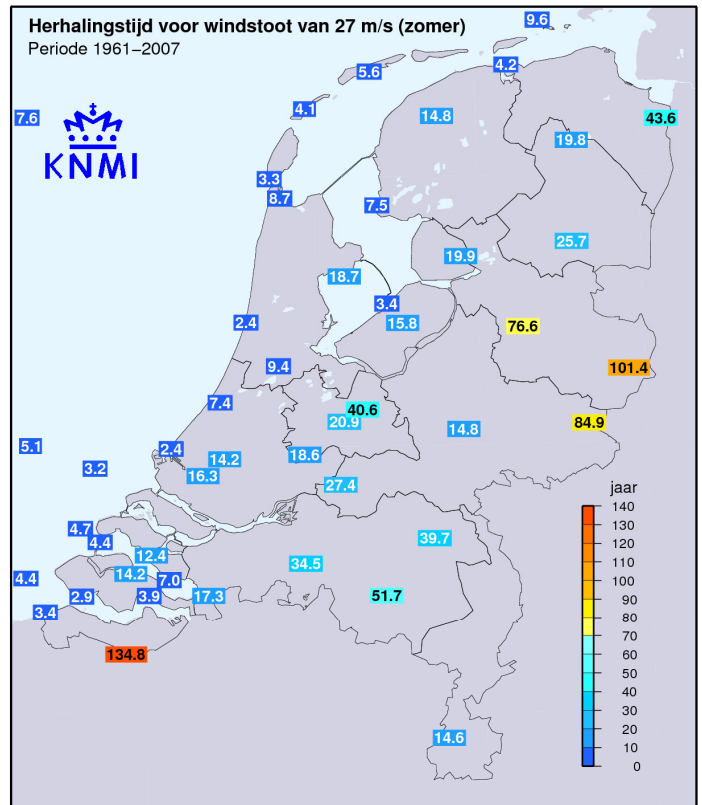
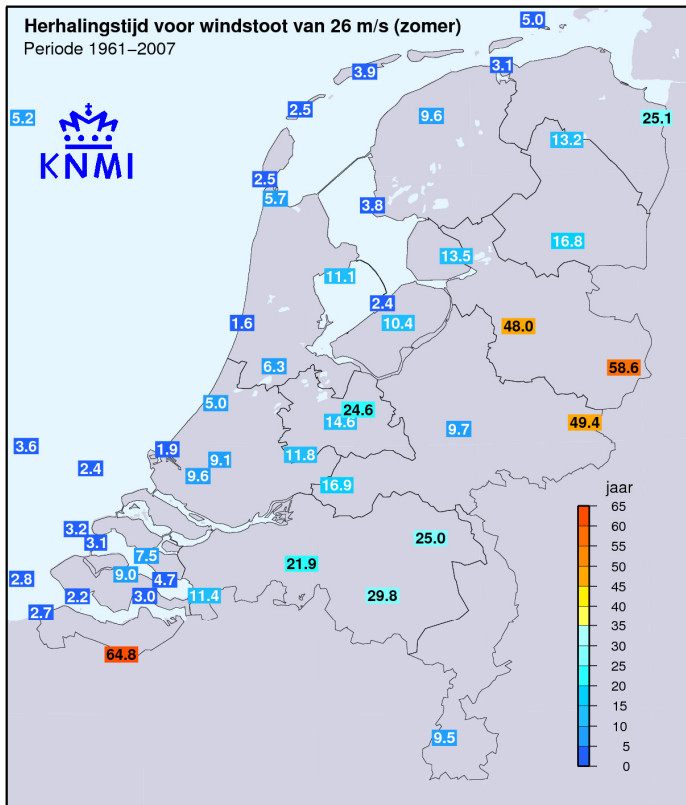




Figuur 12: Windstoten die horen bij een herhalingsstijd van respectievelijk 2, 3, 4 en 5 jaar voor het zomerseizoen.



Figuur 13: Windstoten die horen bij een herhalingsjijd van respectievelijk 10, 20, 30 en 50 jaar voor het zomerseizoen.



Figuur 14: Herhalingstijd die hoort bij een winstoot van respectievelijk 26, 27, 28 en 29 jaar voor het zomerseizoen.

## Conclusie en discussie

Er zijn in Nederland drie regio's te onderscheiden: het binnenland, de kustprovincies en de kuststrook. Onder kuststrook wordt hier een gebied van ca. 10 km verstaan, die direct aan de kust ligt. De kustprovincies zijn Zeeland, Noord- en Zuid-Holland, Friesland en Groningen. De overige provincies behoren tot het binnenland.

Onder de aanname dat het weeralarm niet vaker dan eens per 2-3 jaar mag worden afgegeven, zijn voor deze drie gebieden de volgende criteria te onderscheiden:

Regio	Drempel jaar/winter (m/s)	Drempel zomer (m/s)
Binnenland	28	22
Kustprovincies	30	23
Kuststrook	33	27

### Aandachtspunten bij het gebruik van de resultaten

- De hier gepresenteerde gegevens hebben betrekking op metingen. Er is niet onderzocht hoe de relatie is tussen de herhalingsstijden die volgen uit de metingen en uit modellen. Aangezien voor de uitgifte van een weeralarm vaak gebruik gemaakt wordt van modelverwachtingen, is het interessant dit punt nader te onderzoeken.
- De kuststations die op de grens zee/land meten (zoals bijvoorbeeld IJmuiden (225), Vlissingen (310) en Hoek van Holland (330)) zijn representatief voor slechts een uiterst smalle kuststrook. Door het gebrek aan hoog resolutie metingen in de kuststrook, is het niet mogelijk kwantitatief aan te geven hoe sterk de afname in windstoten in de kuststrook is.
- Indien de in het vorig punt genoemde kuststations gebruikt worden om te bepalen of een weeralarm moet worden afgegeven, moet opgemerkt worden dat de drempelwaarde die voor deze stations moet worden gekozen, zelfs wel 33 m/s moet zijn, om niet vaker dan eens per 2 jaar het weeralarmcriterium te overschrijden.
- Er zijn een paar stations die een duidelijk afwijkende Gumbelfit hebben (o.a. Woensdrecht en Marknesse). Het verdient aanbeveling nader te onderzoeken wat er met deze stations aan de hand is. Te denken valt aan een korte meetreeks, beschutte ligging, toevalligheden of iets dergelijks.

## Dankwoord

Dit rapport is mede tot stand gekomen door adviezen van Rob Sluijter en Robert Mureau. Daarnaast hebben Geert Groen en Jules Beersma met hun review bijgedragen aan tal van verbeteringen in dit rapport. Ik ben hun allemaal veel dank verschuldigd.

## Referenties

Hydraproject: [www.knmi.nl/samenw/hydra](http://www.knmi.nl/samenw/hydra)

H. Benschop, *Windsnelheidsmetingen op zeestations en kuststations: herleiding waarden windsnelheid naar 10-meter niveau*. KNMI Technisch rapport TR-188, 1996.

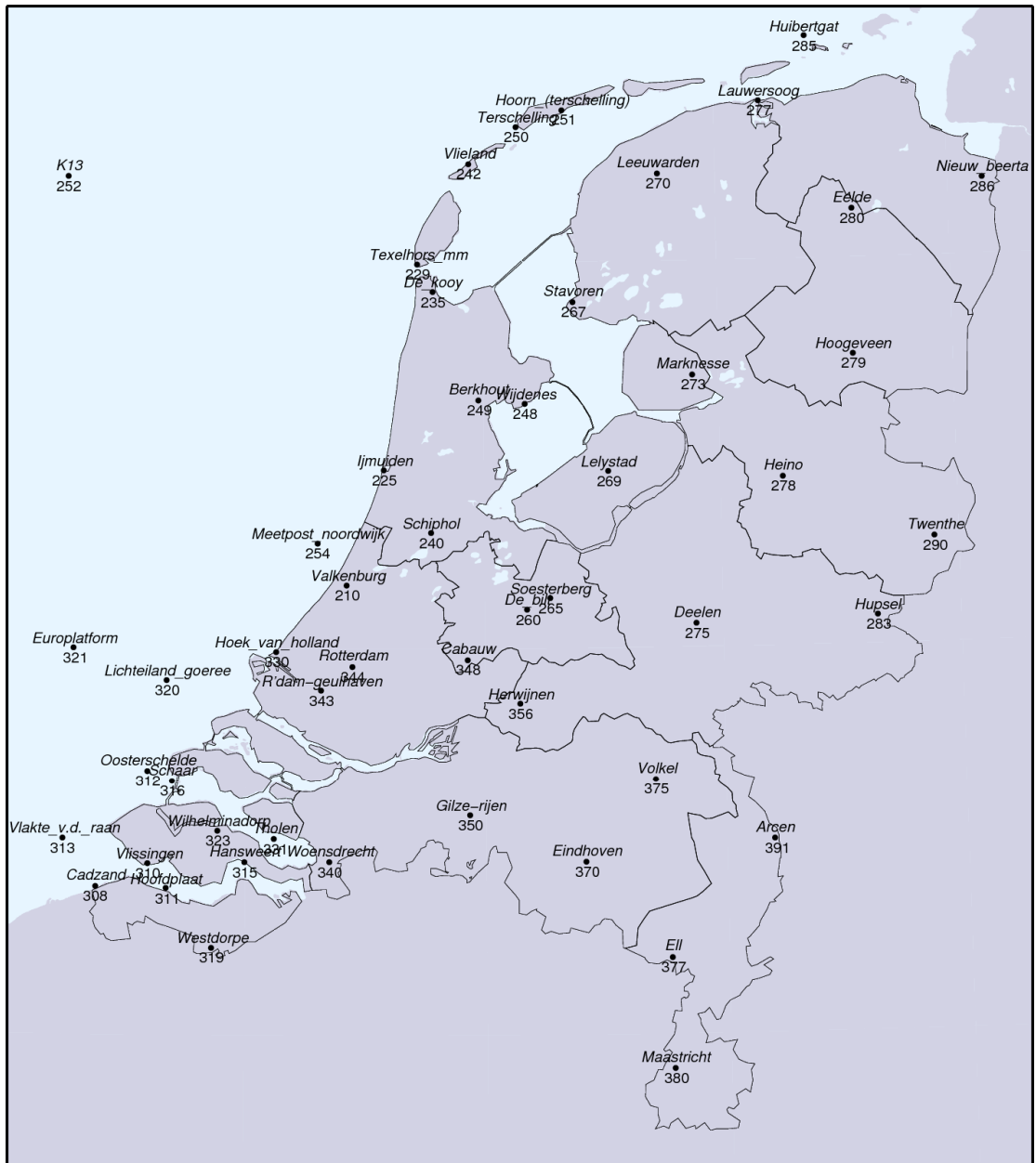
KNMI, *Handboek waarnemingen*, hoofdstuk 5 (wind). 2001.  
<http://www.knmi.nl/samenw/hawa>

## Appendix A: Windsnelheidsmetingen

Lijst met stations waar windsnelheid gemeten is of wordt. Uit deze lijst zijn test- en buitenlandse stations weggelaten. De lijst is gesorteerd naar startdatum. Indien het station inmiddels is opgeheven, staat de datum van opheffing aangegeven. Als het station nog operationeel is, is dat aangegeven met 99999999.

STN	LOCATIE	START	STOP	STN	LOCATIE	START	STOP
260	DE BILT	19040101	99999999	554	MEETPOST NOORDWIJK	19830103	19960701
235	DE KOOY	19060101	99999999	227	PETTEN	19831228	19841231
380	MAASTRICHT	19060101	99999999	617	ARCEN	19850501	19901231
280	EELDE	19060301	99999999	614	EEMSHAVEN	19860211	19921020
310	VLISSINGEN	19080401	99999999	616	AMSTERDAM (COENHAVEN)	19860211	19910630
210	VALKENBURG	19510101	99999999	348	CABAUW	19860418	99999999
290	TWENTHE	19510101	99999999	266	KORNWERDERZAND	19861101	19910603
229	TEXELHORS MM	19710101	99999999	273	MARKNESSE	19890101	99999999
344	ROTTERDAM	19710101	99999999	279	HOOGEVEEN	19891012	99999999
370	EINDHOVEN	19710101	99999999	278	HEINO	19891013	99999999
609	R'DAM-GEULHAVEN	19710101	19911031	356	HERWIJNEN	19891013	99999999
605	LAUWERSOOG	19710101	19911231	283	HUPSEL	19891019	99999999
375	VOLKEL	19710101	99999999	323	WILHELMINADORP	19891105	99999999
350	GILZE-RIJEN	19710101	99999999	286	NIEUW BEERTA	19900123	99999999
275	DEELEN	19710101	99999999	269	LELYSTAD	19900124	99999999
270	LEEWARDEN	19710101	99999999	267	STAVOREN	19900704	99999999
265	SOESTERBERG	19710101	99999999	391	ARCEN	19900704	99999999
240	SCHIPHOL	19710101	99999999	277	LAUWERSOOG	19910318	99999999
308	CADZAND	19720101	99999999	379	OOST-MAARLAND	19910608	19950802
328	ROGGENPLAAT	19760103	19811231	319	WESTDORPE	19910625	99999999
268	HOUTRIB	19770101	19950117	239	F3-FB-1	19940101	99999999
325	ZIERIKZEE	19800201	19870618	251	HOORN (TERSCHELLING)	19940526	99999999
135	KORNWERDERZAND	19801001	19881031	248	WIJDENES	19940715	99999999
242	VLIELAND	19801001	19890430	242	VLIELAND	19950901	99999999
147	URK	19801001	19911231	340	WOENSDRECHT	19960101	99999999
320	LICHTEILAND GOEREE	19801103	99999999	252	K13	19960630	99999999
550	K13	19801103	19960701	254	MEETPOST NOORDWIJK	19960630	20060706
552	EKOFISK	19801103	19871020	321	EUROPLATFORM	19960630	99999999
615	HOOGEVEEN	19801103	19901231	311	HOOFDPLAAT	19970201	99999999
604	HERWIJNEN	19801103	19901231	315	HANSWEERT	19970201	99999999
603	DIEPENVEEN	19801103	19911231	313	VLAKTE v.d. RAAN	19970201	99999999
553	EUROPLATFORM	19801103	19960701	253	AUK-ALFA	19970818	99999999
551	AUK	19801103	19941102	255	NORTH CORMORANT	19970818	99999999
343	R'DAM-GEULHAVEN	19801103	99999999	324	STAVENISSE	19970930	99999999
200	YPENBURG	19810101	19820131	249	BERKHOUT	19990315	99999999
250	TERSCHELLING	19810101	19960917	377	ELL	19990701	99999999
330	HOEK VAN HOLLAND	19810101	99999999	271	STAVOREN	20000219	20000424
285	HUIBERTGAT	19810101	99999999	209	IJMOND	20010130	99999999
225	IJMUIDEN	19810101	99999999	258	HOUTRIBDIJK	20060201	99999999
167	BIERUM	19810701	19901231	204	K14-FA-1C	20061206	99999999
331	THOLEN	19810701	99999999	206	F16-A	20061206	99999999
312	OOSTERSCHELDE	19820108	99999999	207	L9-FF-1	20061206	99999999
300	LICHTSCHIP NOORDHINDER	19820112	19840313	208	AWG-1	20061206	99999999
316	SCHAAR	19830101	99999999				

## Appendix B: Locatie stations



## Appendix C: SQL-queries

---

### 1. SQL-query voor hoogst opgetreden maximum windstoot per jaar:

```
REM Create table
create table fxx_klimatologie(stn number(3), datum number(8),
fx number(4,1));

REM Insert data van selectie die we maken, zonder
stationscoordinaten
insert into fxx_klimatologie value (select stn,
trunc(datum/10000), max(fxx)/10 from reh where stn between 200 and
400 and stn!=391 and datum between 19610101 and 20071231 and niveau =
1 group by stn, trunc(datum/10000) having count(fxx) >= 300);
commit;

REM Gebruik nu select om stationscoordinaten erbij te zoeken
select s.stn, s.stn_pos_x, s.stn_pos_y, n.datum, nvl(n.fx, -
999) from stn s, fxx_klimatologie n where n.stn=s.stn and s.stt='H';
```

---

### 2. SQL-query voor hoogst opgetreden maximum windstoot per winter:

```
REM Create table
create table fxx_klimatologie(stn number(3), datum number(8),
fx number(4,1));

REM Insert data van selectie die we maken, zonder
stationscoordinaten
insert into fxx_klimatologie value (select stn,
trunc(datum/10000), max(fxx)/10 from reh where stn between 200 and
400 and stn!=391 and datum between 19610101 and 20071231 and
(mod(datum, 10000) <400 or mod(datum,10000)>=1000) and niveau = 1
group by stn, trunc(datum/10000) having count(fxx) >= 150);
commit;

REM Gebruik nu select om stationscoordinaten erbij te zoeken
select s.stn, s.stn_pos_x, s.stn_pos_y, n.datum, nvl(n.fx, -
999) from stn s, fxx_klimatologie n where n.stn=s.stn and s.stt='H';
```



---

### 3. SQL-query voor hoogst opgetreden maximum windstoot per zomer:

```
REM Create table
  create table fxx_klimatologie(stn number(3), datum number(8),
fx number(4,1));

REM Insert data van selectie die we maken, zonder
stationscoordinaten
  insert into fxx_klimatologie value (select stn,
trunc(datum/10000), max(fxx)/10 from reh where stn between 200 and
400 and stn!=391 and datum between 19610101 and 20071231 and
(mod(datum, 10000) >=400 and mod(datum,10000)<1000) and niveau = 1
group by stn, trunc(datum/10000) having count(fxx) >= 150);
  commit;

REM Gebruik nu select om stationscoordinaten erbij te zoeken
select s.stn, s.stn_pos_x, s.stn_pos_y, n.datum, nvl(n.fx, -
999) from stn s, fxx_klimatologie n where n.stn=s.stn and s.stt='H';
```

## Appendix D: Validatie

Toelichting op enkele zeer hoge windstoten in de gebruikte data:

---

285 (Huibertgat): Verdacht jaarmaximum van ca. 51 m/s

Dit vond plaats op 20050407, 12u.

Datum	Tijd	FX
20050407	1100	22
20050407	1200	51 <---
20050407	1300	24
20050407	1400	24

Gezien de overige waarden, is deze waarneming verdacht. Het is echter meteorologisch gezien mogelijk geweest dat in een extreme samenloop van omstandigheden een dergelijke windstoot kan zijn opgetreden. De waarneming kan daarom niet worden verworpen. (Overlegd met Rob Sluijter)

---

312 (Oosterschelde): Verdacht jaarmaximum van ca. 44 m/s

Datum	Tijd	FF	FX
20020309	1200	6	8
20020309	1300	7	9
20020309	1400	14	18
20020309	1500	15	19
20020309	1600	17	44 <---
20020309	1700	16	23
20020309	1800	19	26
20020309	1900	19	26
20020309	2000	18	25
20020309	2100	17	23
20020309	2200	14	20

Hoewel 44 m/s een zeer hoge waarde is, is het gegeven de meteorologische omstandigheden van die dag niet onmogelijk. Een nabij gelegen station had 37 m/s in hetzelfde tijdvak. Er is onvoldoende grond om de waarneming te verwerpen. (Overlegd met Rob Sluijter)

---

330 (Hoek van Holland): Hoge windstoot van ca. 48 m/s, opgetreden op 25 november 2005.

Datum	Tijd	FX	FH
20051125	100	29	20
20051125	200	48	21 <---
20051125	300	35	21
20051125	400	26	21
20051125	500	31	21
20051125	600	29	20
20051125	700	47	22 <---
20051125	800	26	21
20051125	900	26	21
20051125	1000	26	20
20051125	1100	25	20
20051125	1200	25	20

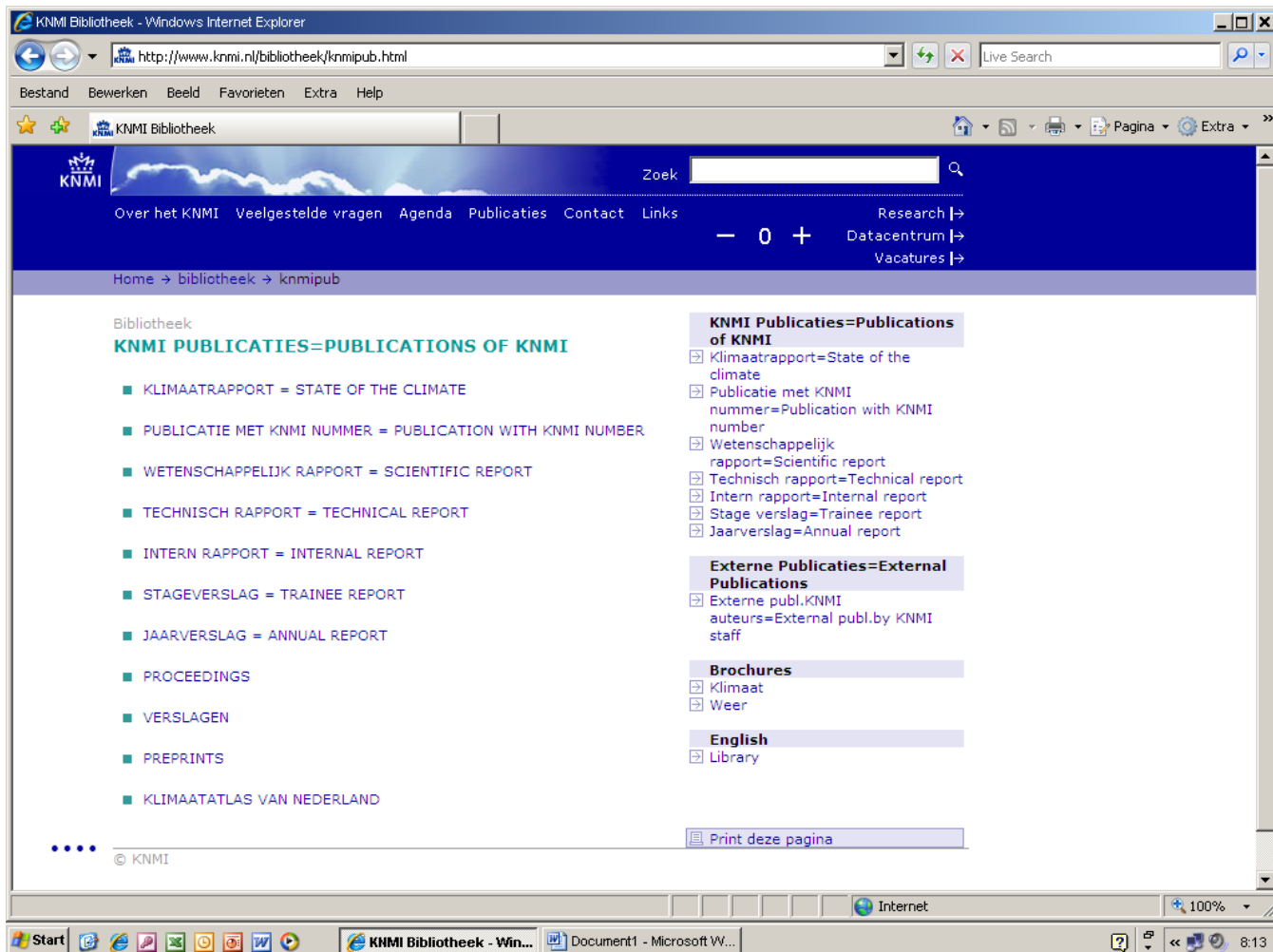
20051125	1300	26	20
20051125	1400	35	21
20051125	1500	30	21
20051125	1600	37	22
20051125	1700	40	22 <---
20051125	1800	21	10
20051125	1900	10	5
20051125	2000	5	3
20051125	2100	9	6
20051125	2200	6	4

Merk op dat er drie tijdvakken zijn waarin een maximale windstoot van 40 m/s of meer werd waargenomen.

Overlegd met Rob Sluiter: deze waarnemingen kunnen niet afgekeurd worden, ook al zijn ze opvallend hoog.

---





All titles of KNMI-publications (and a full text PDF for the most recent ones) can be found on

<http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmipub.html>

*If you have any questions, please contact us: [bibliotheek@knmi.nl](mailto:bibliotheek@knmi.nl)*





