

Gevoelstemperatuur, voetballen bij extreme kou.

Geert Groen (KNMI)

February 22, 2011

### **Abstract**

In de pers werd in februari 2011 ingegaan op het wel of niet spelen van de wedstrijd van FC Twente tegen Rubin Kazan in het ijskoude Moskou. Pas op het laatste moment werd na discussie besloten wel te spelen, Twente won met 2-0. Er blijken volgens de berichtgeving geen normen voor het spelen van voetbalwedstrijden bij extreme kou te zijn. Het KNMI hanteert sinds 2009 voor het effect van kou op de mens een objectieve berekening voor de gevoelstemperatuur. De gevoelstemperatuur wordt berekend op basis van de windsnelheid (op 10 meter hoogte) en de luchttemperatuur (op 1,50 meter hoogte). Op basis van gebruikerservaringen kunnen drempelwaarden voor het wel of niet spelen bij extreme kou worden ontwikkeld.

## Koudegevoel

Bij vriezend weer voelt het op een winderige dag, ten gevolge van meer warmteverlies door de wind, kouder aan. De zogenaamde gevoelstemperatuur geeft aan bij welke temperatuur op een koude winterdag zonder wind bij een volwassen mens een vergelijkbaar warmteverlies zal optreden als bij een situatie met wind. De gevoelstemperatuur wordt in het Engels wind chill equivalent temperature genoemd. Het verschil tussen de luchttemperatuur en de gevoelstemperatuur is een maat voor het door de wind veroorzaakte warmteverlies.

Het vermelden van de gevoelstemperatuur door de meteorologische diensten in weerberichten en waarschuwingen tijdens strenge winterperioden met het overschrijden van een kritische waarde is noodzakelijk om koudeletsel, zoals onderkoeling en bevriezing, te voorkomen.

De gevoelstemperatuur wordt berekend uit een combinatie van luchttemperatuur en windsnelheid. Naast wind en temperatuur kunnen ook zonnestraling en luchtvochtigheid een rol spelen. Bij zonnig weer kan de temperatuur zoals die wordt gevoeld wel 5 tot 10 graden hoger zijn dan met de gevoelstemperatuur werd berekend. De luchtvochtigheid speelt nauwelijks een rol bij lage temperatuur, maar is wel belangrijk bij hittestress in de zomer.

De bepaling van de gevoelstemperatuur is gebaseerd op het warmteverlies van een gezonde, volwassen persoon van gemiddelde lengte. Er is een aantal individuele factoren die verschillende gevoelservaringen van koude bepalen. Kwetsbaarder zijn bijvoorbeeld kinderen, oudere mensen en hart- en vaatpatiënten, en gebruikers van bewustzijnsverminderende genotmiddelen en medicijnen.

Om een idee te geven van de gevolgen: bij een gevoelstemperatuur onder -25 graden kunnen binnen een half uur bevroeringsverschijnselen optreden. Nog een voorbeeld: als het meer dan 3 uur onder een gevoelstemperatuur van -10 graden is, heeft het KNMI met de GGD de afspraak om te waarschuwen in verband met de bescherming van daklozen.

In Nederland is ook onderzoek gedaan naar het verlies van handvaardigheid (werken met blote vingers) bij toenemende windchill (Daanen, 2008). Uit dat onderzoek komt voort dat vingertoppen grip verliezen als de huidtemperatuur onder 14°C komt. Dit impliceert dat handelingsbekwaamheid afneemt bij -10 graden na ongeveer 2,5 uur en bij -30 graden na ongeveer een kwartier. Voor het voetballen onder extreme kou zijn hieruit en uit de gebruikerservaringen mogelijke drempelwaarden te bepalen.

## Berekeningsmethode voor de gevoelstemperatuur

In april 2000 organiseerde Environment Canada de Joint Action Group on Temperature Indices (JAG/TI) onder leiding van de US National Weather Service en Meteorological Service of Canada. Aan deze eerste "Global International workshop on Windchill" namen meer dan 400 deelnemers uit 35 landen deel (JAG/TI, 2003). Vrijwel iedereen was het eens met de noodzaak om te komen tot een internationale standaard voor de "wind chill equivalent temperature". Op voorstel van Randall Osceveski en Maurice Bluestein werd door JAG/TI een wetenschappelijk onderbouwde methode vastgesteld.

De methode houdt, in tegenstelling tot de andere berekeningsmethoden, rekening met veranderend warmteverlies bij dalende huidtemperatuur. Op basis van fysiologisch onderzoek in 2002 werd de waarde voor de thermische weerstand van de huid bevestigd. Twaalf vrijwilligers liepen enkele malen op een loopband in een koeltunnel onder verschillende wind- en temperatuurcondities. Met sensoren op voorhoofd, wangen, kin, neus en in de mond werden lichaamstemperatuur en warmteverlies gemeten.

De formule voor de gevoelstemperatuur (GJ) op basis van JAG/TI-methode luidt:

$$GJ = 13,12 + 0,6215 * T - 11,37 * (W * 3,6)^{0,16} + 0,3965 * T * (W * 3,6)^{0,16}$$

met temperatuur T in °C op 1,50 meter hoogte en windsnelheid W in m/s op 10 meter hoogte.

De windsnelheid wordt met de machtsfunctie herleid van de windmeting op 10 meter hoogte naar de wind op 1,50 meter hoogte. In figuur 1 wordt de berekende gevoelstemperaturen voor het

temperatuurbereik van +5 tot -30 °C en voor gemiddelde windsnelheden tot 80 km/uur (22,2 m/s) weergegeven.

<i>wind</i>			<i>temperatuur</i>									
km/u	m/s	Bft	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	
5	1.4	1	10	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	
10	2.8	2	9	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	
15	4.2	3	8	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	
20	5.6	4	7	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43	
25	7.0	4	7	0	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45	
30	8.3	5	7	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	
35	9.7	5	6	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	
40	11.1	6	6	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-47	
45	12.5	6	6	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	
50	13.9	7	5	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	
55	15.3	7	5	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	
60	16.7	7	5	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	
65	18.1	8	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	
70	19.5	8	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	
75	20.8	9	5	-2	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	
80	22.2	9	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	

## Toelichting

In figuur 1 staat bovenaan de luchttemperatuur in °C, gemeten op 1,50 meter hoogte. Links staat de gemiddelde windsnelheid in km/uur, m/s en in Beaufort, gemeten op 10 meter hoogte. Hieruit volgt in de tabel de gevoelstemperatuur volgens de JAG/TI-methode.

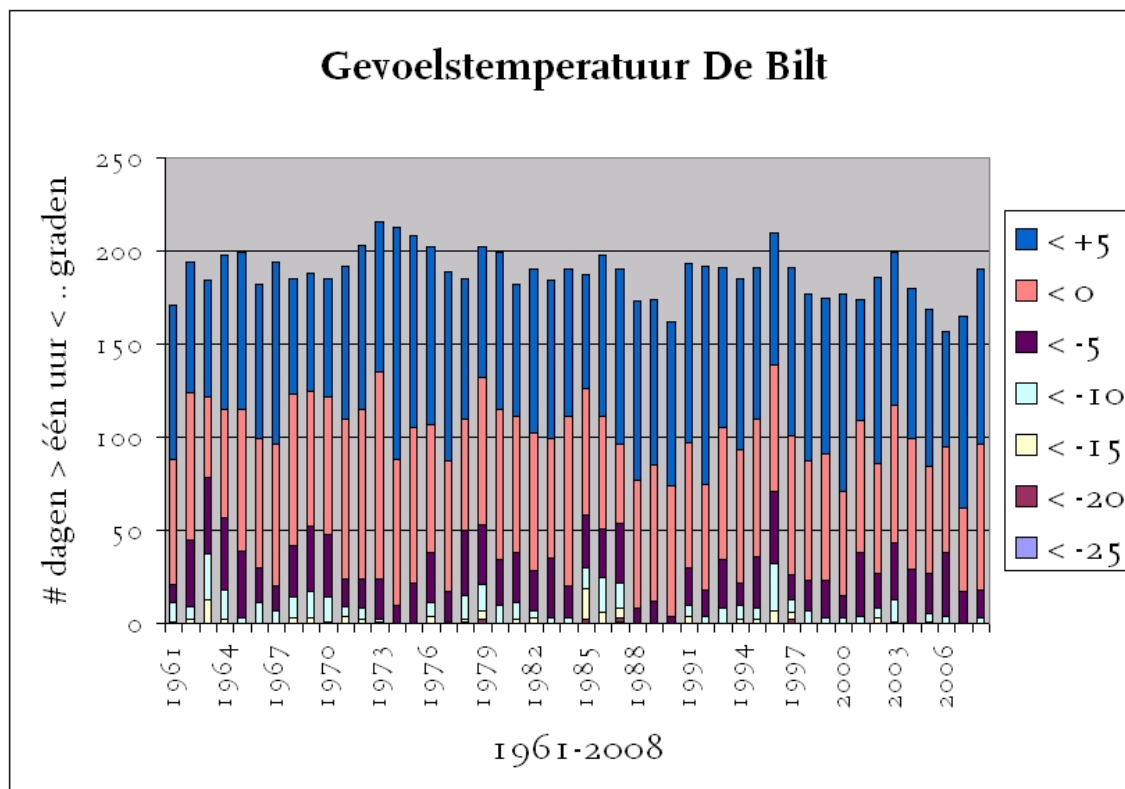
## Voorbeeld

Als de thermometer -5 °C aanwijst en de gemiddelde windsnelheid is 45 km/uur, dan wordt de bijbehorende gevoelstemperatuur -15 graden. Het voelt onder die omstandigheden net zo koud aan als bij -15 °C op een rustige dag. Het warmteverlies is in beide situaties vergelijkbaar. Het KNMI meldt naast de luchttemperatuur in de verwachting ook de gevoelstemperatuur als deze onder -15 graden komt. Bij -15 graden kan na een uur al koudeletsel optreden. In de tabel wordt in het rechterdeel aangegeven met welke luchttemperatuur en gemiddelde windsnelheid dit wordt bereikt.

## Klimatologie van de gevoelstemperatuur

Op de website van het KNMI zijn urengegevens beschikbaar. Uit de uurlijkse waarden van temperatuur en wind (laatste 10-minuut gemiddelde) is de gevoelstemperatuur volgens de JAG/TI-methode berekend. In tabel 1 wordt de langjarige klimatologie van de gevoelstemperatuur in de periode 1971-2000 voor de vijf hoofdstations weergegeven.

In figuur 2 wordt voor de periode 1961-2008 het aantal dagen per jaar in De Bilt weergegeven met minste één uur een gevoelstemperatuur onder een bepaalde drempelwaarde.



Het gemiddeld aantal dagen per jaar met minstens één uur <+5 graden is 188, <0 graden 103, <-5 graden 33, <-10 graden 10, <-15 graden 2, <-20 graden 0,2 en <-25 graden 0,02.

*Tabel 1. Klimatologie van het gemiddeld aantal dagen met minstens één uur de gevoelstemperatuur onder een bepaalde waarde in de periode 1971-2000, JAG/TI methode.*

	De Kooy	De Bilt	Eelde	Vlissingen	Beek
< +5	196	190	217	183	201
< 0	109	102	137	95	121
< -5	35	31	47	28	42
< -10	10	9	14	6	11
< -15	3	3	4	2	3
< -20	0.3	0.3	0.7	0.2	0.00
< -25	0.03	0.03	0.03	0.00	0.07

*Tabel 2. Gemiddeld aantal dagen met een hele dag de gevoelstemperatuur onder een bepaalde waarde en het minimum minstens 10 graden lager in de periode 1961-2000, JAG/TI methode.*

Gevoelstemperatuur	Gemiddeld over vijf stations	Hoogste aantal (Eelde)	Laagste aantal (Vlissingen)
Dag < 0, min. <-10	9	12	6
Dag <-5, min. <-15	2	3	1
Dag <-10, min. <-20	0.3	0.5	0.2

In tabel 1 wordt aangegeven hoe vaak de gevoelstemperatuur een hele dag onder een drempelwaarde van 0, -5 en -10 graden komt, waarbij tevens de laagste waarde die dag 10 graden lager is. Hoewel uit tabel 1 blijkt dat gemiddeld over vijf stations de gevoelstemperatuur op 10 dagen per jaar minstens één uur onder -10 graden komt, zien we in tabel 2 dat bijvoorbeeld een hele dag onder -10 graden en minstens één uur onder -20 graden hooguit ééns per drie jaar optreedt.

De laagste gevoelstemperatuur sinds 1961 was in het noorden en midden van het land op 14 januari 1987, in Eelde en Twente afgerond -28 graden, in De Kooy, Leeuwarden, Schiphol en De Bilt -26 graden. In Vlissingen was de laagste gevoelstemperatuur in deze periode -23 graden op 18 januari 1963, in Eindhoven en Maastricht op 31 december 1978 met -25, resp. -26 graden.

## Berichtgeving in Nederland

In Nederland hebben we de laatste dertig jaar nauwelijks strenge winterkou gehad, maar ook met afnemende kans op strenge winters blijven situaties met lage gevoelstemperatuur mogelijk. Bij afnemend collectief geheugen voor strenge winterkou bij gebrek aan ervaring neemt het belang van de berichtgeving toe. In zulke situaties is het nemen van voorzorgsmaatregelen belangrijk.

In oktober 2009 is besloten, in goed overleg met weerproviders, om voor de KNMI weersverwachting en -guidance de gevoelstemperatuur op te nemen als deze lager wordt dan -15 graden. In Nader Verklaard wordt op de KNMI-website de achtergrondinformatie over de gevoelstemperatuur in de winter en de kans op onderkoelings- en bevroeringsverschijnselen bij lage waarden beschikbaar gesteld.

## Literatuur

Wind chill equivalente temperatuur (WCET), KNMI-implementatie JAG/TIMethode voor de gevoelstemperatuur in de winter. G. Groen, Technical Report TR-309, KNMI, De Bilt..