

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

VERSLAGEN

V - 341

J. Roodenburg

**Synoptische situaties die leiden tot bevroering
van door neerslag nat geworden weggedeelten.**

De Bilt 1980

Publikatienummer: K. N. M. I. V - 341 (M. O.)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Meteorologisch Onderzoek,
Postbus 201,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U. D. C. : 551.578.46

Synoptische situaties die leiden tot bevriezing van door neerslag nat geworden weggedeelten.

J. Roodenburg.

1. Inleiding.

Bevriezing van door neerslag nat geworden weggedeelten levert voor de weggebruiker een van de meest gevaarlijke vormen van gladheid op. Ze ontstaat, meestal in een beperkt gebied, zonder dat het weerbeeld associaties aan gladheid oproept, zoals dat met sneeuw en ijzel het geval is.

Vooral in het vroege voorjaar en in de herfst kunnen zich weersituaties voordoen die onverwacht tot gladheid leiden. Om het publiek tijdig te kunnen waarschuwen is het nodig, deze situaties in een vroeg stadium te onderkennen.

Bevriezing van door neerslag nat geworden weggedeelten is het resultaat van een aantal fysische processen: In- en uitstraling, verdamping, warmtegeleiding en turbulent transport van latente en voelbare warmte. Theoretisch zijn deze processen goed te beschrijven (1); het voormalige NIWARS (Netherlands Interdepartmental Working Community for the Application of Remote Sensing techniques) heeft als toepassing een (sterk vereenvoudigd) model ontwikkeld, dat de wegdektemperatuur enige tijd vooruit berekent (2). De in dit model in te voeren actuele gegevens als warmtestroming in of uit de bodem, de specifieke vochtigheid boven het wegdek, de netto straling, de eigenschappen van het wegdek zelf enz. zijn echter zelden of nooit voldoende bekend. Het model is dan ook niet praktisch toepasbaar.

Er is daarom nagegaan of het mogelijk is, situaties met een verhoogde kans op bevriezing van door neerslag nat geworden weggedeelten op synoptische wijze te herkennen.

2. Het onderzoek.

2.1 Het materiaal.

Het onderzoek heeft zich gericht op de maanden maart, april, oktober en november van de jaren 1971 t/m 1978 (vóór 1971 werden gladheidsverschijnselen niet in de synoptische waarnemingen opgenomen). De keuze van deze maanden berust op de ervaring, dat juist dan gevallen van onvoorziene gladheid relatief vaak voorkomen.

Selectie van de dagen, waarop bevriezing werd waargenomen is gebeurd aan de hand van de code-groep 554_qG_q (Zakboek Meteorologische codes, blz. 72), waarin de 4 staat voor bevriezing van natte weggedeelten of startbanen. Omdat binnen de code geen ruimte is voor het melden van gladheid door sneeuwval, gebruiken veel waarnemers ook hiervoor het codecijfer 4. Beperking van het onderzoek tot de genoemde maanden had het voordeel, dat dit laatste de selectie maar weinig bemoeilijkte.

De in het onderzoek betrokken stations waren Den Helder, Eelde, Beek, Vlissingen en alle militaire vliegvelden. In totaal zijn dertig dagen gevonden, waarop op een of meer van deze stations gladheid gemeld werd. Gezien de beperkte omvang van het materiaal is geen onderscheid gemaakt tussen voor- en najaar.

2.2 Voorwaarden.

Voor het optreden van bevriezing van natte weggedeelten moet aan een aantal voorwaarden zijn voldaan:

- het wegdek moet een temperatuur onder nul krijgen,
- er moet voldoende water op de weg zijn achtergebleven,
- de afkoeling door uitstraling of advectie op het wegdek moet groter zijn dan de aanwarming door warmtetransport uit de bodem.

Aan deze eisen kan alleen voldaan worden in synoptische situaties, waarbij storingen met regen of natte sneeuw, gevolgd worden door opklaringen van voldoende lange duur in voldoende koude lucht.

Aan de hand van beschikbaar kaartenmateriaal en het aanwezige synopbestand is getracht, grenzen te vinden waarbinnen deze situaties zich doorgaans afspelen.

2.2.1 Circulatie.

Allereerst is voor iedere gladheidssituatie de GWL (3) nagegaan. In fig. 1 is de frequentieverdeling van de opgetreden GWL's aangegeven en tevens de klimatologische kans op optreden van de betreffende GWL's, gemiddeld over de maanden maart, april, oktober en november.

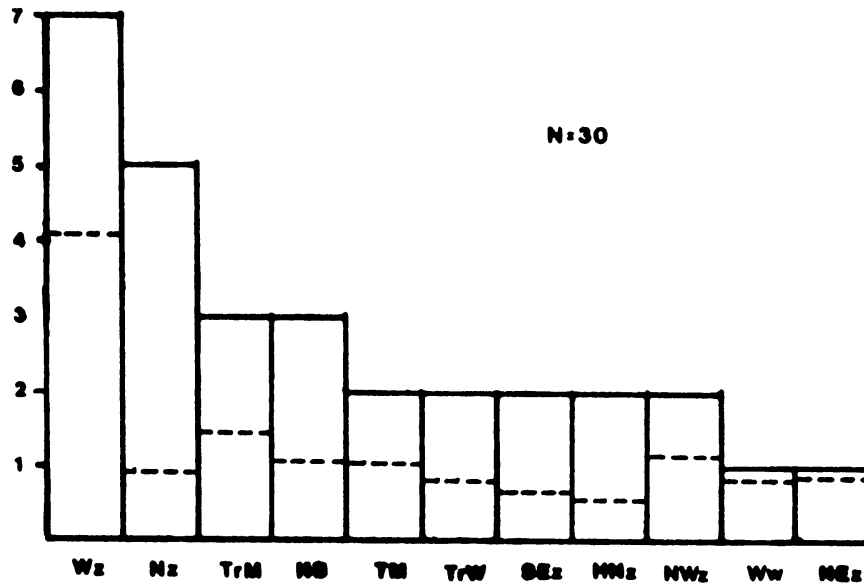


Fig. 1 Frequentieverdeling opgetreden GWL's tijdens gladheid (getrokken) en klimatologische kans op optreden (gestippeld) gemiddeld over maart, april, oktober en november.

Er is een duidelijke verschuiving zichtbaar naar de in het algemeen koudere, neerslagrijkere, cyclonale circulatietypen (3). Er lijken twee uitzonderingen te zijn: Wz en HB. Wz vertoont in de maanden maart, april, oktober en november een positieve afwijking ten opzichte van de gemiddelde minimumtemperatuur. In de onderzochte gevallen was er echter steeds sprake van elkaar snel afwisselende ruggen en troggen, waarbij de ruggen in de avond of nacht passeerden.

De HB-circulaties werden alle gekarakteriseerd door enerzijds een hogedrukgebied in de omgeving van de Britse eilanden, anderzijds door over de Noordzee naar het zuiden trekkende storingen.

In alle onderzochte gevallen was de stroming aan de grond òf uiterst zwak òf cyclonaal; in het overgrote deel had de grondwind bovendien een noordcomponent.

2.2.2 Temperatuurgrenzen.

Afkoeling van het wegdek ontstaat door uitstraling, advectie van koude lucht, of beide. Hoewel in iedere weersituatie van advectie sprake is, blijkt in nachten met gladheidsverschijnselen de uitstraling veruit de belangrijkste factor te zijn.

Voor afkoeling van het wegdek tot onder nul graden is bovendien nodig, dat het wegdek bij het begin van de nacht niet te warm is. Omdat wegdektemperaturen niet beschikbaar waren, is als maatstaf genomen de maximumtemperatuur op de dag, voorafgaande aan de gladheid. In fig. 2 is de frequentieverdeling van de opgetreden maxima weergegeven. De gemiddelde maximumtemperatuur in De Bilt in de maanden maart, april, oktober en november is resp. 9, 13, 14 en 9 °C.

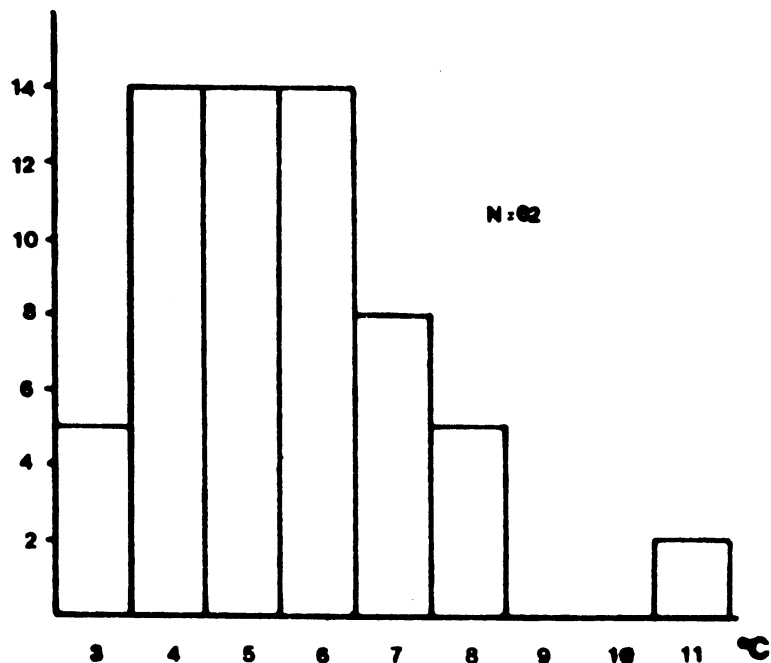


Fig. 2 Frequentieverdeling van de maximumtemperaturen opgetreden op de dag voor een gladheidssituatie.

De temperaturen zijn alle aan de lage kant, ook indien rekening gehouden wordt met het feit, dat de meeste gladheidstoestanden optraden in maart en november.

Ook de bodentemperaturen spelen een rol, vooral na neerslag - een van de voorwaarden om tot gladheid door bevrozing van natte weggedeelten te komen - wanneer de bodem een goede warmtegeleider is. Afgezien van een aantal stations in Zeeland, worden alleen in De Bilt bodentemperaturen geregistreerd.

Volledigheidshalve echter geeft fig. 3 de frequentieverdeling van de bodentemperatuur op 5 cm diepte op avonden, voorafgaande aan situaties met gladheid.

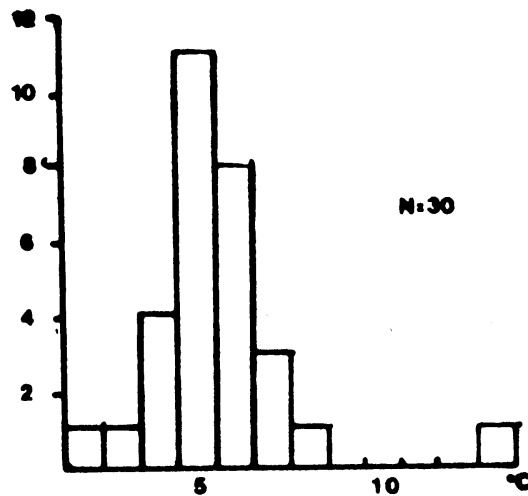


Fig. 3 Frequentieverdeling van de temperatuur op 5 cm diepte in De Bilt op avonden voorafgaande aan gladheid ergens in Nederland.

Het is de vraag, in hoeverre bodentemperaturen in De Bilt in betrekking staan tot wegdektemperaturen elders in het land. Wel geeft fig. 3 aan, dat een effectieve uitstraling nodig is om een wegdektemperatuur onder nul graden te bewerkstelligen.

Gezien de kennelijke voorkeur voor cyclonale, dus zelden wolkenvrije, circulatietypen zal de atmosfeer, wanneer zich opklaringen voordoen, een grote uitstraling moeten kunnen toelaten. Dit houdt in dat de atmosfeer als geheel weinig waterdamp moet bevatten; een koude atmosfeer voldoet hieraan.

De dikte van de laag tussen 1000 en 500 mbar is een goede maat voor de gemiddelde temperatuur en is op routinebasis beschikbaar.

Bovendien is het waterdampgehalte boven 500 mbar doorgaans verwaarloosbaar. Daarom is nagegaan, of de dikte tijdens nachten met gladheid zich onderscheidt van die op andere nachten. Fig. 4 laat zien, hoe de frequentieverdeling in de onderzochte gevallen was. Ter vergelijking diene, dat de gemiddelde dikte in de maand april 540 gpdam en in oktober 550 gpdam bedraagt, met een standaardafwijking van 8 gpdam (W.A. Hanssen, persoonlijke communicatie).

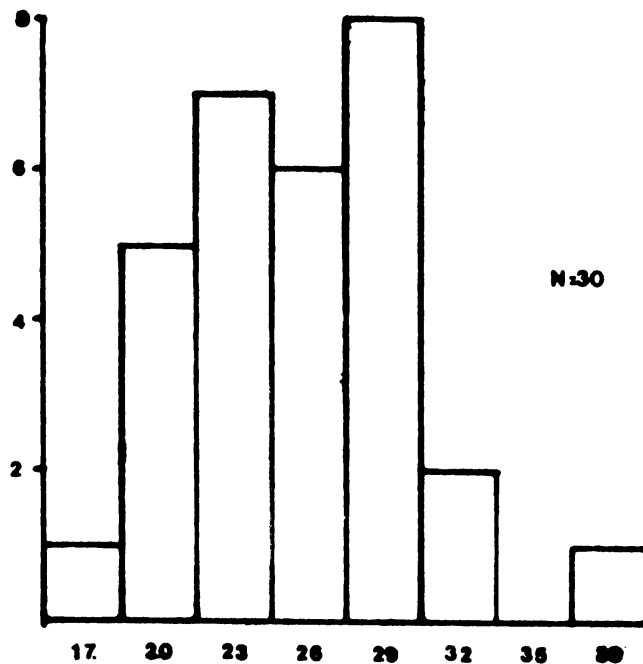


Fig. 4 Frequentieverdeling van de dikte van de laag 1000-500 mbar in nachten met gladheid (dikte waarden met 500 verminderd).

In de onderzochte gevallen was de gemiddelde dikte 526 gpdam met een standaardafwijking van 4gpdam.

2.2.3 Neerslag.

De hoeveelheid water, die op het wegdek achterblijft, is moeilijk na te gaan. Deze is afhankelijk van de neerslagintensiteit en -duur, de lengte van de periode die voor verdamping beschikbaar is en de grootte daarvan, de hoeveelheid water die zonder meer van de weg stroomt enz.

Uit vergelijking van de zes-uurlijkse regencijfers van stations die later gladheid meldden, een gemiddelde verdamping overdag van 0.2 mm/uur (H.A.R. de Bruin, persoonlijke communicatie) en een zekere correctie voor runoff, zouden de volgende grenzen afgeschat kunnen worden:

- na 1800 gmt \geq 0.2 mm,
- tussen 1200 en 1800 gmt \geq 2 mm,
- tussen 0600 en 1200 gmt \geq 5 mm,
- voor 0600 gmt \geq 8 mm.

Deze criteria moeten met grote voorzichtigheid gehanteerd worden. In de meeste onderzochte gevallen was het overdag zwaar bewolkt (geringe verdamping) en traden de opklaringen eerst in de loop van de avond en nacht op.

2.2.4 Bespreking van de resultaten.

Het onderzochte materiaal was gering van omvang, het waarnemingsnetwerk wijdmazig. Bovendien speelt in gladheidssituaties een aantal niet-meteorologische omstandigheden een rol, zoals wegstructuur en -helling, de mate van beschutting enz. Verder is het de vraag of de overeenkomst is tussen de plaats, waar de waarnemer bevriezing constateert en het wegdek in zijn omgeving. Bruggen en opritten van wegen zullen dikwijls eerder glad zijn dan de minder aan afkoeling blootstaande observatieposten.

Niettemin lijkt het mogelijk synoptische situaties, die leiden tot bevriezing van door neerslag natgeworden weggedeelten, tijdig te herkennen:

De circulatietypen beperken zich in hoofdzaak tot cyclonale, die kouder en/of natter zijn dan gemiddeld. Daarbij nemen Wz en Nz het merendeel voor hun rekening. Van de 62 stations, die in de onderzochte maanden gladheid meldden, deden 24 dat tijdens een Wz of Nz-circulatie.

Een vergelijking met de objectieve classificatie van Kruizinga (4) wijst eveneens in de richting van een voorkeur voor zijn klassen 3 (sterk west, noordcomponent, cyclonaal) en 12 (matig west, noordcomponent, cyclonaal). Het beschikbare vergelijkingsmateriaal is echter nog te summier om verdere conclusies toe te laten.

De maximumtemperaturen op de dagen voorafgaande aan een gladheidsperiode liggen laag ten opzichte van het klimatologische gemiddelde. Enerzijds hangt dit natuurlijk samen met de voorkeur voor de koudere circulatietypen. Anderzijds lijkt het, alsof een wegdektemperatuur onder nul moeilijk bereikt wordt, als de maxima boven 8°C liggen. Ook de temperatuur op 5 cm diepte in De Bilt suggereert iets dergelijks (fig. 3).

De dikte van de laag 1000-500 mbar vertoont (fig. 4), evenals de beide voorgaande figuren, een vrij scherpe begrenzing aan de warme kant. Blijkbaar is ook hier een limiet aanwezig, waarboven gladheid door bevriezing niet gemakkelijk tot stand komt.

Wat de neerslag betreft is veilig aan te nemen, dat vrij grote hoeveelheden (10 mm of meer) geen belemmering vormen voor bevriezing; het merendeel van dergelijke neerslaghoeveelheden zal van het wegdek afvloeien en verder geen rol spelen in de warmte-huishouding. Er blijkt wel een minimale hoeveelheid nodig te zijn, die afhangt van o.a. de verdampingsomstandigheden maar ook van een aantal niet-meteorologische factoren. Om een indruk te geven van de invloed van verdamping is deze in fig. 5 gegeven, in mm per 6 uur, als functie van het menverhoudingsdeficiet en de gemiddelde windsnelheid.

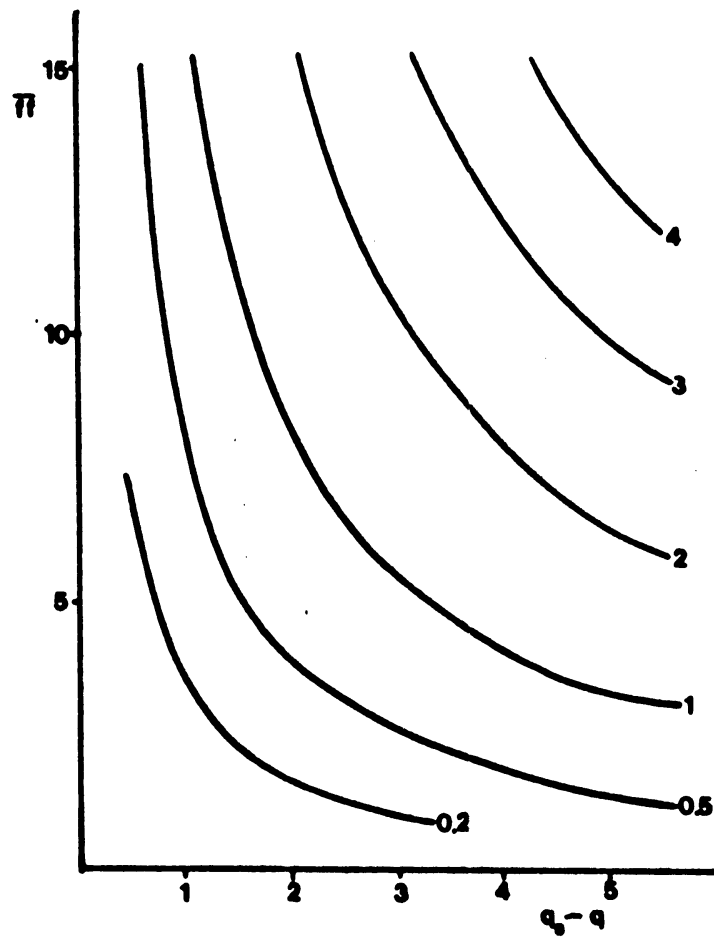


Fig. 5 Verdamping, mm/6 uur, als functie van het mengverhoudingsdeficiet, g/kg, en de gemiddelde windsnelheid, m/s.

De grafiek is ontleend aan Priestly (5).

3. Samenvatting en conclusies.

In de maanden maart, april, oktober en november van de jaren 1971 t/m 1978 is op dertig dagen bevriezing waargenomen van door neerslag nat geworden weggedeelten. Deze soort gladheid is alleen mogelijk bij het tegelijkertijd optreden van een aantal verschillende synoptische omstandigheden.

Gebleken is, dat er voor de betreffende synoptische grootheden bepaalde grenzen zijn, waarbuiten het voorkomen van deze vorm van gladheid onwaarschijnlijk is. Hierbij moet worden opgemerkt, dat het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van waarnemingen verricht op weerstations. De resultaten zullen minder representatief zijn voor wat zich afspeelt op bruggen, opritten van wegen e.d.

Niettemin lijkt het gerechtvaardigd te waarschuwen voor gladheid door bevriezing van door neerslag nat geworden weggedeelten in situaties, die aan de volgende eisen voldoen:

- het circulatietype is cyclonaal en kouder dan gemiddeld of, indien klimatologisch niet koud, wisselvallig met opklaringen in avond en nacht;
- er is weinig wind;
- de dikte van de laag 1000-500 mbar ligt beneden 534pgdam (95% van de gevallen);
- de maximumtemperaturen van de vorige dag liggen enkele graden onder het gemiddelde;
- de bodemtemperatuur in De Bilt is lager dan 8 °C;
- er is in het afgelopen etmaal een zekere hoeveelheid neerslag gevallen.

4. Referenties.

1. Kraus, H. 1958 "Untersuchungen über den nächtlichen
Energietransport und Energiehaushalt
in der bodennahen Luftschicht bei der
Bildung von Strahlungsnebeln", Ber.D.
Wetterdienst. Nr. 48.
2. Rosema A, en 1977 "Microclimate and winter slipperiness",
Welleman, A.G. NIWARS-publicatie no. 38.
3. Hess, P. en 1977 "Katalog der Grosswetterlagen Europas",
Brezowsky, H. Ber.D.Wetterd. Nr. 113.
4. Kruizinga, S. 1979 "Objectieve classificatie volgens het
P27 systeem, KNMI Memorandum 79-220.
(Niet gepubliceerd).
5. Priestley, C.H.B. 1959 "Turbulent transfer in the lower
atmosphere", The University of Chicago
Press.