

# Evaluatie ijsbelasting op Hoogspanningslijnen

Masterscriptie Michaël Heere



**cigre**

For power system expertise

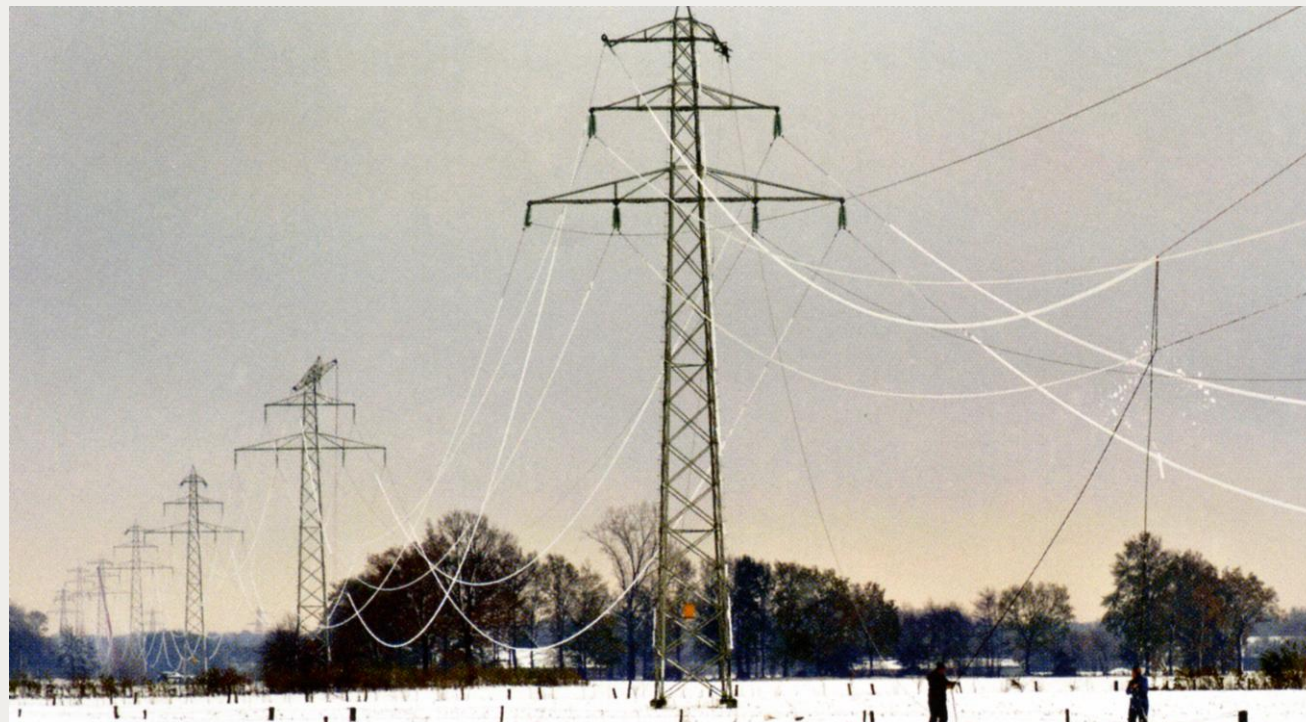
**TU/e** EINDHOVEN  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY



# Achtergrond

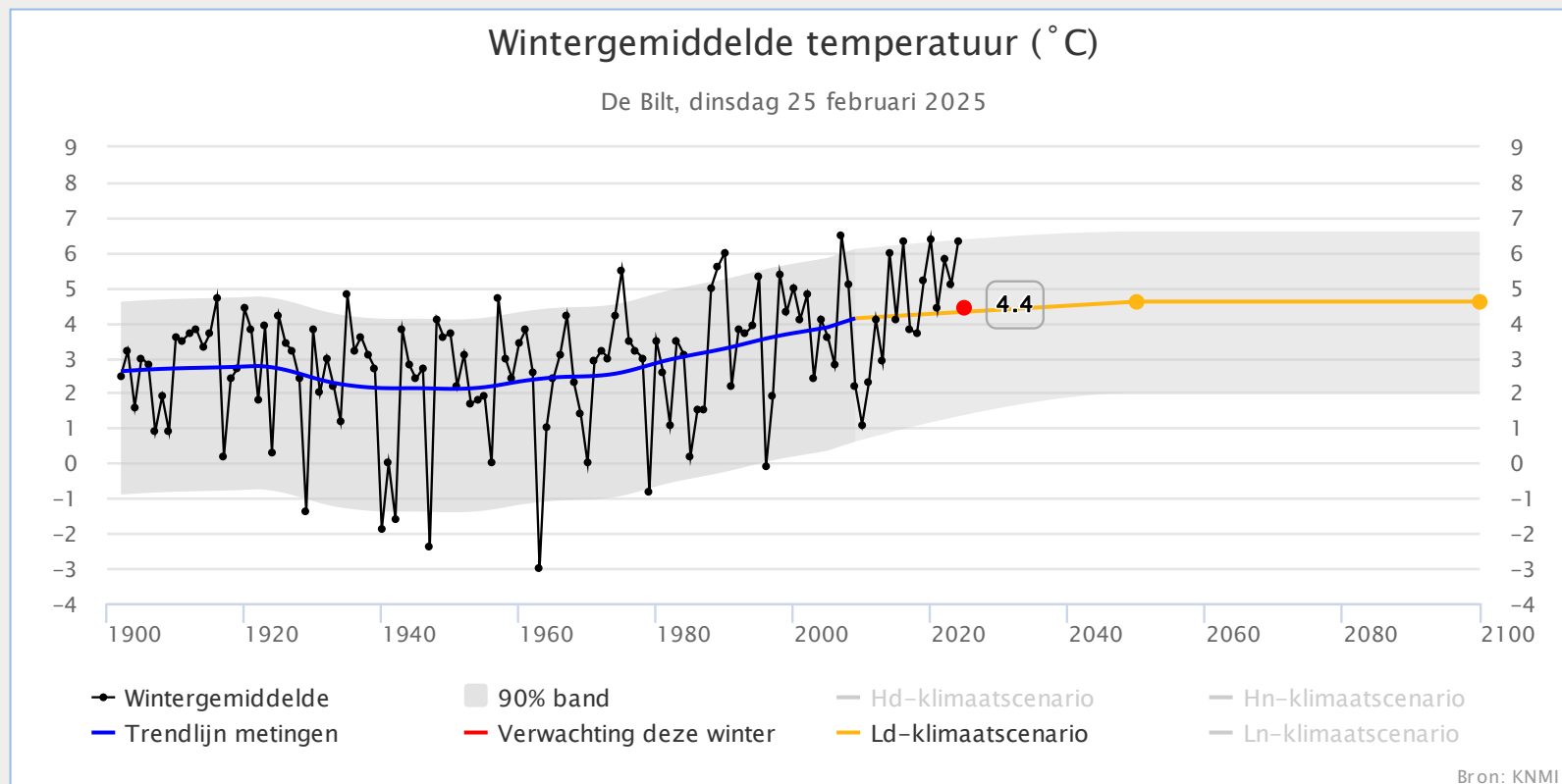


bron: Cigre



bron: Jan ten Hove  
Haaksbergen 2005

# Achtergrond



Jaartal	Trend temperatuur [°C]
1960	2.3
1990	3.3
2020	4.4



# Historische context

1928

## AANHANGSEL V.

De belastingen, die aan de sterkteberekening van de verschillende onderdelen der lijn ten grondslag moeten worden gelegd (Hoofdstuk II art. 31).

### 1. Geleiders.

Voor de grootste belasting van geleiders moet de ongunstigste van de beide volgende waarden worden aangenomen.

- a. De belasting, bij een temperatuur van  $-20^{\circ}$  C, tengevolge van het eigen gewicht van den geleider.
- b. De belasting, bij een temperatuur van  $-5^{\circ}$  C, tengevolge van het eigen gewicht van den geleider, vermeerderd met een verticale belasting (bv. tengevolge van ijzel, wind e.d.) van  $180 \sqrt{d}$  gram, per meter lengte van den geleider, waarin d gelijk is aan de middellijn in mm.

### 2. Steunpalen.

Steunpalen moeten zoodanig worden geconstrueerd, dat zij de volgende belastingen elk afzonderlijk kunnen opnemen:

- a. Den horizontalen winddruk op het lichaam van den paal, werkende in de richting der lijn.
- b. Den horizontalen winddruk op het lichaam van den paal, vermeerderd met dien op de geleiders, werkende loodrecht op de richting der lijn; voor de lengte der geleiders moet hierbij de helft van de lengte der beide aangrenzende velden worden genomen.

### 3. Trekpalen.

Behoudens de belastingen, hierboven onder 2 voor de steunpalen aangegeven, moeten trekpalen nog de navolgende belastingen kunnen opnemen:

35



b. De belasting, bij een temperatuur van  $-5^{\circ}$  C, tengevolge van het eigen gewicht van den geleider, vermeerderd met een verticale belasting (bv. tengevolge van ijzel, wind e.d.) van  $180 \sqrt{d}$  gram, per meter lengte van den geleider, waarin d gelijk is aan de middellijn in mm.

# Historische context

1987



bron: Nationaal Archief, CC0



bron: RTV Noord

# Historische context

1995

## 9.2.6.8 Bepaling van het aantal spanningswisselingen

Indien  $Re < 1 \times 10^5$  volgt het aantal spanningswisselingen gedurende de referentieperiode uit:

$$N = 3,2 \times 10^7 T f_i \left\{ \exp \left[ - \left( \frac{0,85 v_{krit}}{a} \right)^4 \right] - \exp \left[ - \left( \frac{1,15 v_{krit}}{a} \right)^4 \right] \right\} \quad (9.2-41)$$

Indien  $Re \geq 1 \times 10^5$  volgt het aantal spanningswisselingen gedurende de referentieperiode uit:

$$N = 3,2 \times 10^7 T f_i \left\{ \exp \left[ - \left( \frac{0,9 v_{krit}}{a} \right)^4 \right] - \exp \left[ - \left( \frac{1,1 v_{krit}}{a} \right)^4 \right] \right\} \quad (9.2-42)$$

waarin:

$T$  is de getalwaarde van de helft van de referentieperiode, in jaren;  
 $f_i$  is de getalwaarde van de eigenfrequentie, in Hz;  
 $v_{krit}$  is de kritische windsnelheid, in m/s, op 10 m hoogte bij frequentie  $f_i$ ;  
 $a$  en  $k$  zijn parameters van de kansdichtheid van de momentane gemiddelde windsnelheid, waarvoor in de onbebouwde omgeving volgens 8.6.2.3 van NEN 6702:1991 moet zijn aangehouden:

gebied I:  $a = 7$  m/s  $k = 2,1$   
 gebied II:  $a = 5,8$  m/s  $k = 1,89$   
 gebied III:  $a = 4,65$  m/s  $k = 1,8$

### OPMERKING

Bij het hanteren van de helft van de referentieperiode is rekening gehouden met het feit dat, zowel in de lijnricting als loodrecht daarop, de vermoedingsbelasting wordt beschouwd.

## 9.3 Ijsbelasting

### 9.3.1 Algemeen

Voor de bepaling van de ijsbelasting op geleiders, steunpunten en isolatoren, volgens 9.3.3 en 9.3.4, moet onderscheid zijn gemaakt in de ligging in Nederland volgens 9.3.2.

### 9.3.2 Indeling van Nederland in gebieden t.b.v. ijsbelasting

Ten behoeve van de bepaling van de ijsbelasting op geleiders moet onderscheid zijn gemaakt in de volgende gebieden in Nederland:

- gebied A: De provincies Groningen en Drenthe, en het deel van de provincie Friesland, dat is gelegen ten oosten van 6° O.L.;
- gebied B: het resterende deel van Nederland.

### 9.3.3 Ijsbelasting op geleiders

De ijsbelasting op geleiders is een in verticale richting werkende lijnbelasting. De representatieve waarde van de ijsbelasting op geleiders volgt uit:

$$q_{ijs} = C_{ijs} \sqrt{d} \text{ N/m} \quad (9.3-1)$$

waarin:

$q_{ijs}$  is de representatieve ijsbelasting op de geleiders, in N/m;

$C_{ijs}$  is een factor, afhankelijk van de ligging in Nederland, volgens tabel 8;  
 $d$  is de getalwaarde van de middellijn van de geleider, in mm.

Tabel 8: Factor ter bepaling van de ijsbelasting

Ligging in Nederland	$C_{ijs}$
gebied A	5
gebied B	1,8

Ter plaatse van de grenzen van de gebieden moet een continue overgang zijn aangenomen overeenkomend met de lineaire interpolatie tussen een punt in gebied B, 10 km vanaf de grenslijn met gebied A, en de grenslijn zelf.

De invloed van de ijsbelasting op de trekkracht in de geleiders moet mede zijn beschouwd.

### 9.3.4 Ijsbelasting op steunpunten en isolatoren

Er behoeft bij de berekening van de mastconstructie geen rekening te zijn gehouden met ijsbelasting op steunpunten en isolatoren.

## 10 Bijzondere belastingen

### 10.1 Algemeen

Bijzondere belastingen hebben de volgende kenmerken:

- een relatief geringe en daardoor moeilijk te kwantificeren kans van optreden;
- een moeilijk te specificeren grootte van de belasting;
- een hoge graad van locatie-afhankelijkheid.

Preventieve maatregelen kunnen het effect van bijzondere belastingen op de constructie sterk beperken.

De bijzondere belastingen omvatten:

- belastingen op steunmasten, steunportalen en isolatoren na geleiderbreuk (zie 10.2);
- belastingen als gevolg van geleiderbreuk op trek-, hoek- en eindmasten, trek-, hoek-, en eindportalen en (afspan)isolatoren (zie 10.3);
- belastingen door ijsgang (zie 10.4);
- belastingen door botsing met voertuigen of schepen (zie 10.5);
- belastingen door vallende objecten (zie 10.6);
- belastingen door hoogfrequente trillingen (zie 10.7).

## 9.3.2 Indeling van Nederland in gebieden t.b.v. ijsbelasting

Ten behoeve van de bepaling van de ijsbelasting op geleiders moet onderscheid zijn gemaakt in de volgende gebieden in Nederland:

- gebied A: De provincies Groningen en Drenthe, en het deel van de provincie Friesland, dat is gelegen ten oosten van 6° O.L.;
- gebied B: het resterende deel van Nederland.

## 9.3.3 Ijsbelasting op geleiders

De ijsbelasting op geleiders is een in verticale richting werkende lijnbelasting. De representatieve waarde van de ijsbelasting op geleiders volgt uit:

$$q_{ijs} = C_{ijs} \sqrt{d} \text{ N/m} \quad (9.3-1)$$

waarin:

$q_{ijs}$  is de representatieve ijsbelasting op de geleiders, in N/m;

$C_{ijs}$  is een factor, afhankelijk van de ligging in Nederland, volgens tabel 8;

$d$  is de getalwaarde van de middellijn van de geleider, in mm.

Tabel 8: Factor ter bepaling van de ijsbelasting

Ligging in Nederland	$C_{ijs}$
gebied A	5
gebied B	1,8



bron: KEMA



# Historische context

	Gewicht [N/m]
geleider	17
geleider + ijs B	17 + 10 = 27
geleider + ijs A	17 + 27 = 44

## 9.3.2 Indeling van Nederland in gebieden t.b.v. ijsbelasting

Ten behoeve van de bepaling van de ijsbelasting op geleiders moet onderscheid zijn gemaakt in de volgende gebieden in Nederland:

- gebied A: De provincies Groningen en Drenthe, en het deel van de provincie Friesland, dat is gelegen ten oosten van 6° O.L.;
- gebied B: het resterende deel van Nederland.

## 9.3.3 Ijsbelasting op geleiders

De ijsbelasting op geleiders is een in verticale richting werkende lijnbelasting. De representatieve waarde van de ijsbelasting op geleiders volgt uit:

$$q_{ijs} = C_{ijs} \sqrt{d} \text{ N/m} \quad (9.3-1)$$

waarin:

$q_{ijs}$  is de representatieve ijsbelasting op de geleiders, in N/m;

$C_{ijs}$  is een factor, afhankelijk van de ligging in Nederland, volgens tabel 8;

$d$  is de getalwaarde van de middellijn van de geleider, in mm.

Tabel 8: Factor ter bepaling van de ijsbelasting

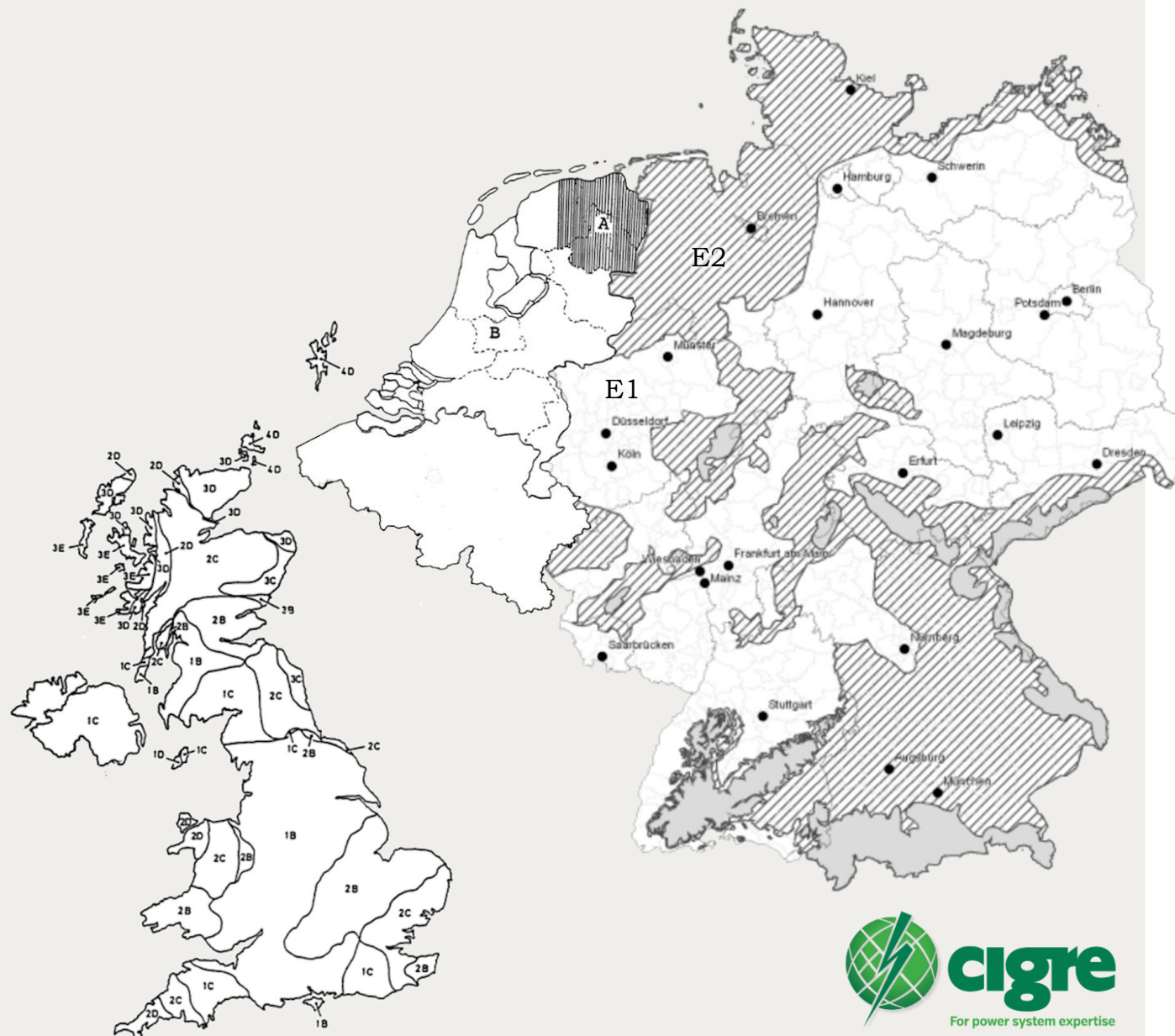
Ligging in Nederland	$C_{ijs}$
gebied A	5
gebied B	1,8



bron: KEMA

# Buurlanden

Gebied	Norm	Gewicht bij d = 30 mm
Nederland A	$15 + 0.4d$	27
Nederland B	$4 + 0.2d$	10
Duitsland E2	$10 + 0.2d$	16
Duitsland E1	$5 + 0.1d$	8
België	20	20
Groot-Brittanië hoog	-	29.4
Groot-Brittanië kust	-	8





# Onderzoeksvragen

1. Zijn de huidige ijsbelastingwaardes voor ijsgebied A en B nog toepasbaar op basis van statistische gegevens van de laatste 30 jaar?
  - Zijn er nog 2 ijsgebieden in Nederland?
  - Hoe verhouden onze ijsgebieden zich ten opzichte van onze buurlanden?



# Methodiek

- ijzel en sneeuw gesplitst
- Weergegevens KNMI
- 50 jarige verwachtingswaarde
- Vroeg stadium, resultaten onder voorbehoud

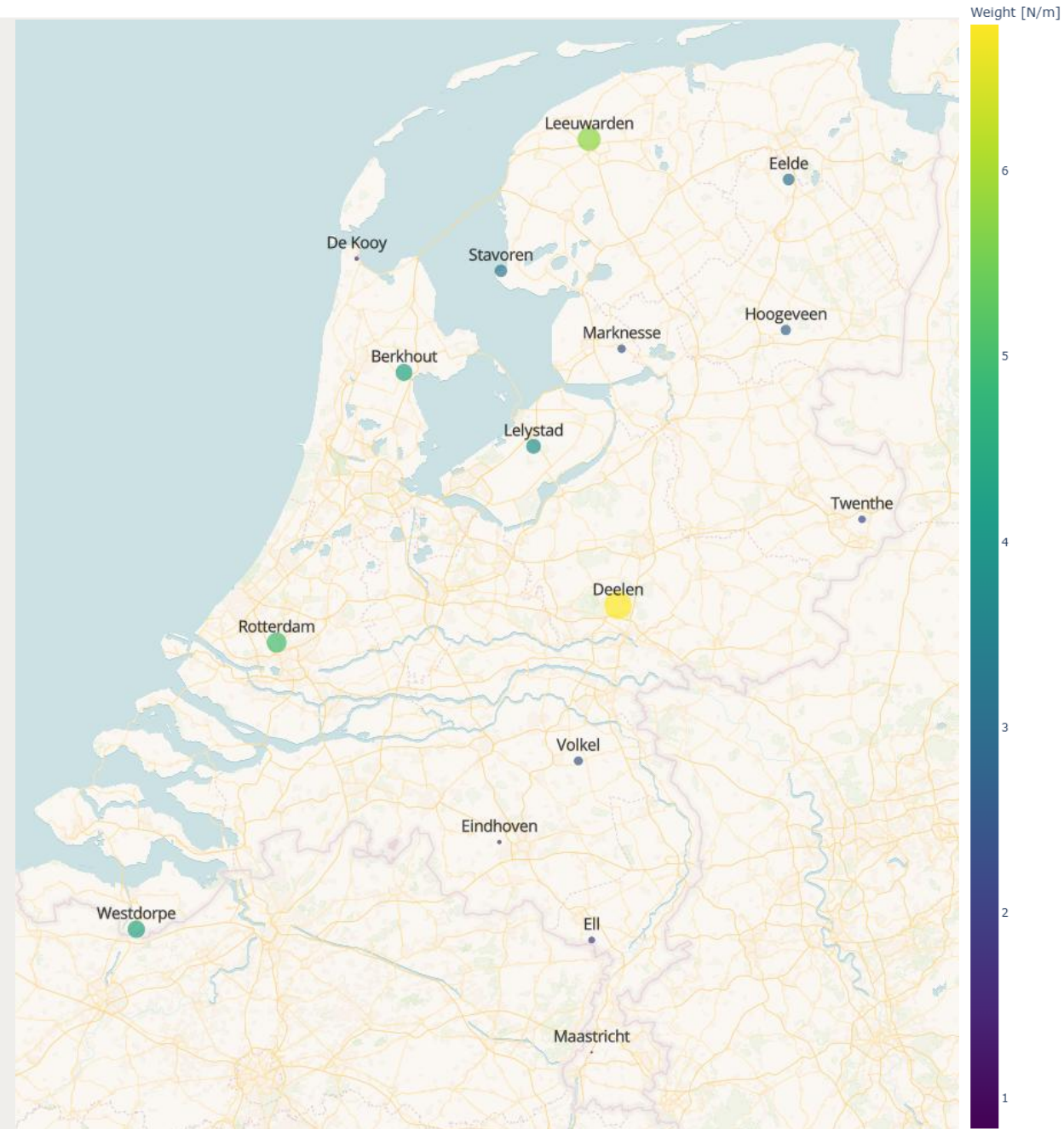


Bron: KNMI



# Resultaten ijzel

- Waardes tussen 2 N/m en 7 N/m
- Geen correlatie met huidige ijsgebieden
- Analyse sneeuw nog in ontwikkeling





# Vervolgstappen

- Validatie ijzel
- Analyse sneeuw
- Natuurkundige benadering
- Voorstel ijsbelasting (50jr herhalingsstijd)

