



# Macroseismische waarnemingen Roswinkel 19-2-1997

*B. Dost en H.W. Haak*

Koninkrijk Nederlands Meteorologisch Instituut



**Technisch rapport = technical report; TR-199**

De Bilt, 1997

Postbus 201  
3730 AE De Bilt  
Wilhelminalaan 10  
Telefoon 030-220 69 11  
Telefax 030-221 04 07

Auteurs: B. Dost en H.W. Haak

UDC: 550.34  
622.324  
(492)

ISSN: 0169-1708

ISBN: 90-369-2125-2



# Macroseismische waarnemingen Roswinkel 19-2-1997

*B. Dost en H.W. Haak*

## Macroseismische waarnemingen Roswinkel 19-2-97

### *Inleiding*

Het KNMI heeft een enquête gehouden onder de bevolking van Roswinkel en omgeving naar aanleiding van de aardbeving op 19-2-97. Deze aardbeving was de grootste van een serie van tot dan toe 13 aardbevingen in de buurt van Roswinkel en had een magnitude van 3.4 op de schaal van Richter. Het doel van de enquête is om het gebied in kaart te brengen waar de gevolgen van de aardbeving opgemerkt zijn. De grootste intensiteit ( $I_0$ ) wordt in het epicentrale gebied gemeten. De intensiteit neemt af bij een toename van de afstand tot het epicentrum. De intensiteits gegevens zijn van belang voor een onafhankelijke bepaling van de diepte van de aardbeving, welke niet nauwkeurig genoeg bepaald kan worden uit de gegevens van de boorgatseismometers. Ook is de bepaling van de contour van intensiteit IV van belang voor de evaluatie van de mogelijke schade aan het aardoppervlak. Opgemerkt dient te worden dat op het moment van de aardbeving tevens een storm woedde met een windkracht van 7 op de schaal van Beaufort met windstoten oplopend tot windkracht 9, hetgeen ook schade kon veroorzaken en waardoor de meest zwakke trillingen waarschijnlijk niet zijn opgemerkt.

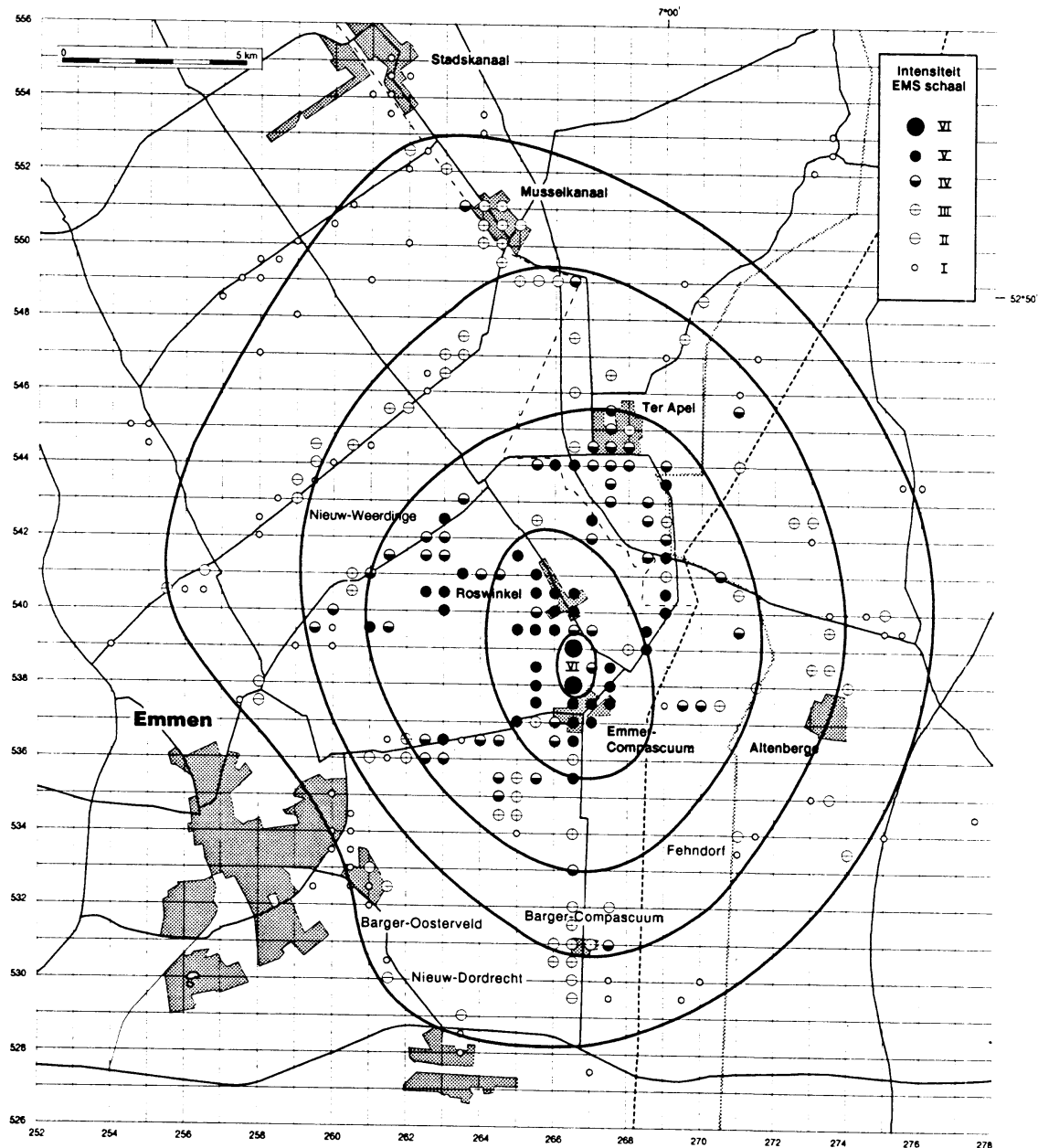
### *Enquête*

De enquête is uitgevoerd door middel van een vragen formulier, opgesteld door het KNMI en verspreid onder de bewoners in de epicentrale regio door een lokale mediadistributeur in Emmen. In totaal zijn 1850 exemplaren verspreid, waarvan 651 ingevuld en geretourneerd werden. Meer dan 90% van de enquête formulieren werd binnen 1 week na de aardbeving teruggezonden. Dit is van belang om een zo objectief mogelijk beeld te verkrijgen. Om niet alleen afhankelijk te zijn van de schriftelijke respons op de enquête zijn tevens op 19 en 20 februari ondersteunende telefonische enquêtes onder de bevolking gehouden. In totaal werden 76 mensen telefonisch benaderd. De telefonische enquêtes dienden voornamelijk ter afbakening van de isoseisten, waarbij speciaal zeer dun bevolkte gebieden onder de loep werden genomen. Tenslotte zijn op 91 adressen in Duitsland op lokatie mensen ondervraagd.

De verzamelde gegevens, in totaal 818 reacties, zijn ingevoerd in een data bestand op een PC. Met behulp van ARCVIEW, het Geo Informatie Systeem (GIS) dat gebruikt wordt door de sectie seismologie, zijn de data geanalyseerd. Het resultaat is te zien in figuur 1. Behalve een totaal overzicht zijn tevens deel overzichten gemaakt van speciale waarnemingen (paniek, gehoorde knallen, schade), hetgeen ondersteunend heeft gewerkt bij de bepaling van de isoseisten. De data in figuur 1 zijn gemiddelde intensiteiten voor een gebied van 250\*250 m. Deze middeling zorgt voor een minimale beïnvloeding van de resultaten door extreme reacties. Tevens is gekeken naar consistentie in de contouren indien eisen worden gesteld aan een minimum aantal waarnemingen per (gemiddeld) datapunt.

### Interpretatie van de isoseisten

Ten eerste is het opvallend aan de isoseisten dat deze niet rond zijn, maar enigszins langwerpig. Dit kan een gevolg zijn van het haardmechanisme van de aardbeving en heeft nadere studie. Ten tweede is opvallend dat de aardbeving niet in de stad Emmen is gevoeld. Dit laatste lijkt een gevolg te zijn van de aanwezigheid van de Hondsrug, die voornamelijk uit geconsolideerde potklei bestaat, terwijl de rest van het gebied uit ongeconsolideerd veen en klei van het Hunze-dal bestaat. De ondiepe geologische structuur correleert direct met de isoseisten.



Figuur 1. Isoseisten van de Roswinkel beving van 19-2-1997

### Dieptebepaling uit isoseisten

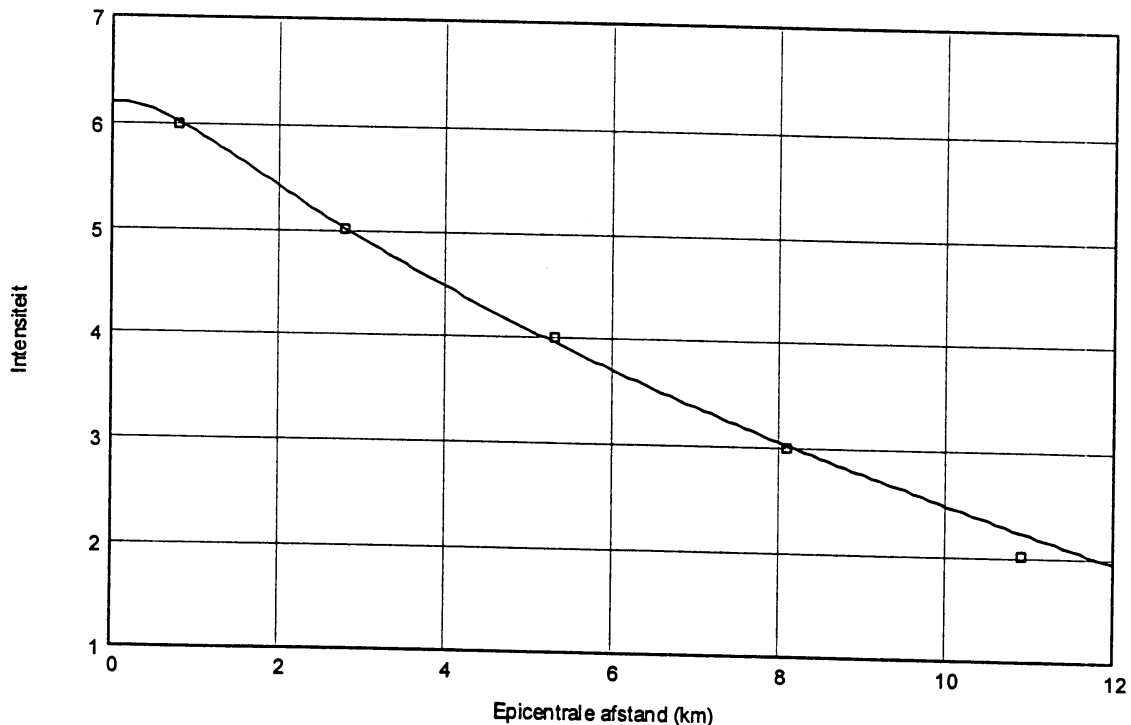
Uit figuur 1 zijn de stralen ( $r_i$ ) berekend van de verschillende isoseisten. De stralen zijn vervolgens gebruikt bij een schatting van de haarddiepte ( $h$ ) van de aardbeving. De relatie tussen intensiteit ( $I$ ) en diepte van de aardbeving is gegeven door Sponheuer (1960) en luidt:

$$I = I_0 - 3 \log\left(\frac{\sqrt{(h^2 + r_i^2)}}{h}\right) - 3 \alpha \log(e) (\sqrt{(h^2 + r_i^2)} - h)$$

waarbij  $I_0$  de intensiteit in het epicentrum en  $\alpha$  een empirische dempingscoëfficiënt voorstelt. Aangezien enkel de stralen van discrete waarden van  $I$  berekend zijn ( $I_n = n$ ), wordt de beste oplossing gezocht voor parameters  $h$ ,  $\alpha$  en  $I_0$  waarbij de functie

$$\Phi = \sum_{n=K}^M \sqrt{(I_n - I_{obs})^2}$$

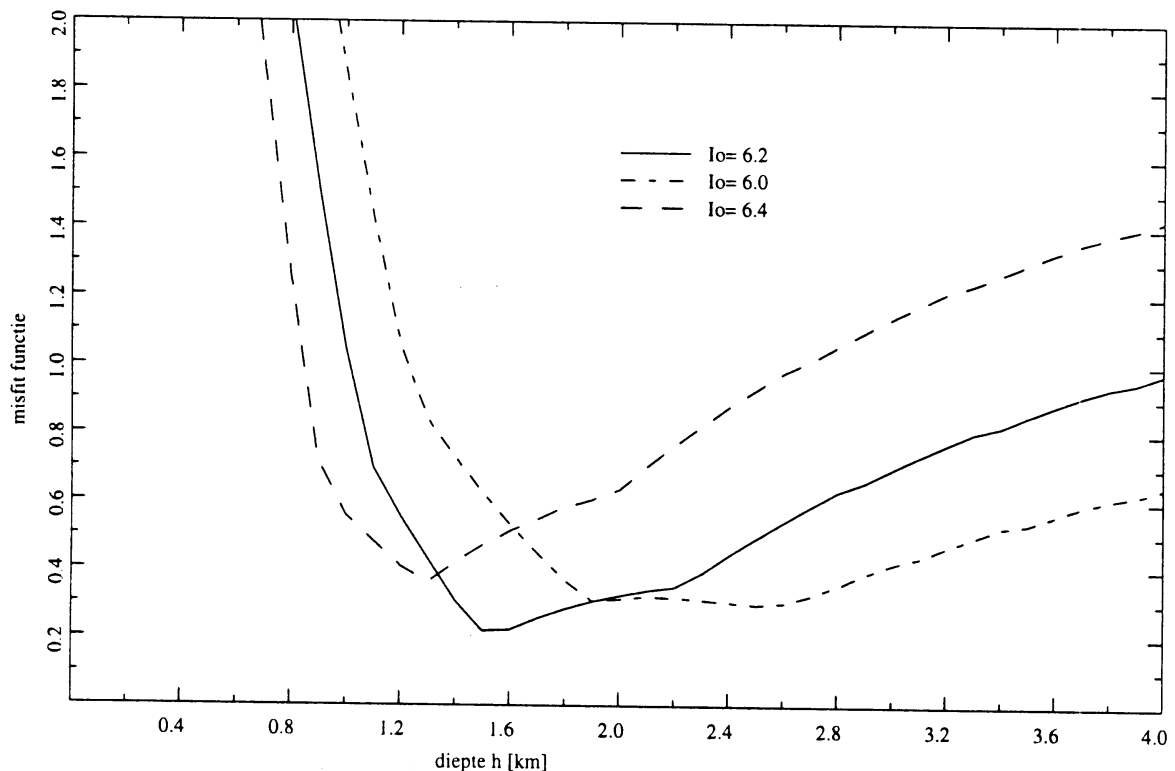
minimaal is. Dit wordt bereikt door een systematische zoektocht in de parameter ruimte. Figuur 2 toont de beste oplossing behorend bij de berekende stralen en geeft een diepte aan van 1.5 km en een  $I_0 = VI$ . Deze diepte is in overeenstemming met de seismogrammen, die een veel grotere ontwikkeling laten zien van oppervlaktegolven dan overige bevingen met een diepte van ca 3 km.



Figuur 2. Intensiteit als functie van epicentrale afstand. Metingen zijn aangegeven met een []

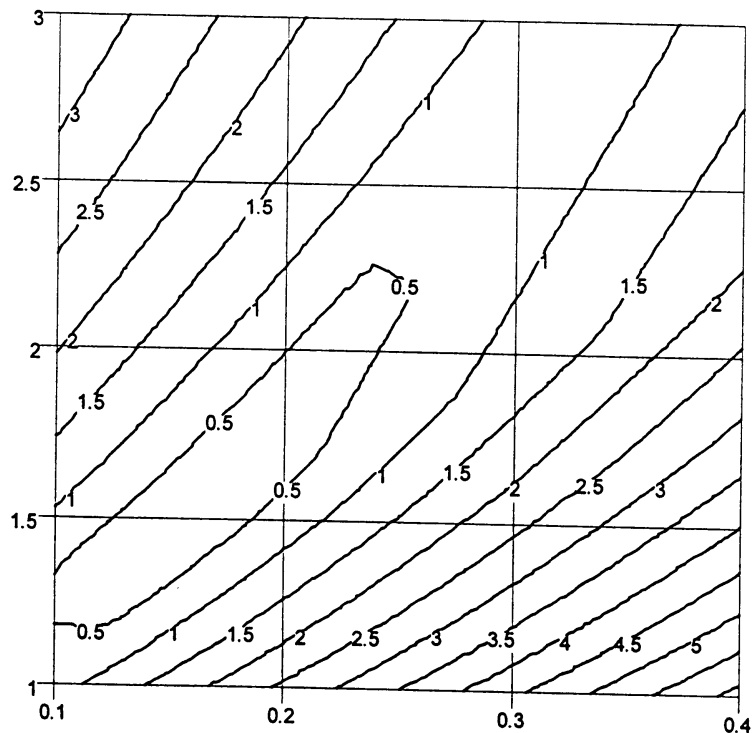
Bij de bepaling van de beste oplossing is de intensiteit II contour buiten beschouwing gelaten. De reden hiervoor is dat vooral de intensiteit II contour grillig verloopt (bij Emmen), terwijl de overige intensiteit contouren 'glad' verlopen. Het gebruikte algoritme van Sponheuer gaat uit van een lateraal homogene structuur in de omgeving van het epicentrum en hieraan wordt niet voldaan bij intensiteit II. Het effect van het 'indeuken' van de II contour is een te kleine schatting van het oppervlak van de contour en de hiervan afgeleide straal.

In de bepaling van het minimum van de misfit functie wordt voor een aantal waarden van  $I_o$  gezocht naar de best passende waarden voor  $\alpha$  en  $h$ . In figuur 3 is de waarde van de misfit functie uitgezet als functie van de diepte  $h$  voor een aantal gegeven waarden van  $I_o$ . Hierbij is  $\alpha$  optimaal gekozen. Uit deze figuur wordt duidelijk dat een absoluut minimum van de misfit functie ontstaat bij  $I_o = 6.2$ .



Figuur 3. Misfit functie  $\phi$  als functie van de diepte  $h$  bij  $I_o = 6.0, 6.2$  en  $6.4$

Nu een optimale waarde van  $I_o$  is gevonden, is het tevens mogelijk de 'trade-off' tussen parameters  $h$  en  $\alpha$  te beschouwen. In figuur 4 is hiervan het resultaat te zien. Hoewel een duidelijke trade-off aanwezig is tussen beide parameters, is het effect voor de dieptebepaling geschat op ca. 0.5 km. Deze fout is in overeenstemming met de aannames van de nauwkeurigheid van de diepte bepaling uit isoseisten.



*Figuur 4. Contour van de misfit functie als functie van demping ( $\alpha$ ; x-as) en diepte ( $h$ ; y-as)*

### *Conclusie*

De uitgevoerde enquête na de aardbeving bij Roswinkel op 19-2-97 heeft een aantal waardevolle resultaten opgeleverd. In de eerste plaats is de diepte van de aardbeving bepaald, hetgeen niet met voldoende nauwkeurigheid mogelijk was aan de hand van instrumentele gegevens van de boorgat seismometers om de relatie met de gasvoerende laag aan te tonen. In de tweede plaats geven de isoseisten een goede indruk van de grootte van de regio waarin de aardbeving gevoeld werd, waarbij de laterale verschillen in de structuur van de ondiepe ondergrond tot uiting komen.

De aan het KNMI gerapporteerde schade valt bijna geheel binnen de contour IV. Opgemerkt dient te worden dat vooral de begrenzingen van de contouren van de lage intensiteiten (II, III) alleen nauwkeurig bepaald kunnen worden door een combinatie van passief en actief enquêteren. Indien in de methodiek enkel uitgegaan wordt van spontane reacties uit het publiek, dan zouden de isoseisten niet bepaald kunnen worden. De beschrijving van de EMS intensiteitschaal is opgenomen als bijlage.

### *Referenties*

Sponheuer, W. , 1960, - Methoden zur Herdtiefenbestimmung in der Makroseismik - Freiburger Forschungsheft C88- Akademie Verlag, Berlin, pp 1-120.



**EMS-INTENSITEITSSCHAAL**  
(gedeeltelijk weergegeven)

Intensiteit	Aanduiding	Verschijnsel	Magnitude
I	<i>Niet gevoeld</i>	a Niet gevoeld, zelfs onder de meest gunstige omstandigheden. b Geen effecten. c Geen schade.	0.8 - 1.3
II	<i>Nauwelijks gevoeld</i>	a De aardbeving wordt slechts binnenshuis gevoeld door een enkeling (minder dan 1%) in rusttoestand of in een bijzonder ontvankelijke situatie. b Geen effecten. c Geen schade.	1.3 - 1.8
III	<i>Zwak</i>	a De aardbeving wordt binnenshuis gevoeld door enkelen. Mensen in rusttoestand voelen een schommeling of lichte trilling. b Opgehangen voorwerpen slingeren licht heen en weer. c Geen schade.	1.8 - 2.4
IV	<i>Algemeen waargenomen</i>	a De aardbeving wordt binnenshuis door velen gevoeld en buitenshuis slechts door enkelen. Enkelen worden wakker. De sterkte van de trillingen is matig en is niet beangstigend. Men neemt een licht trillen of zwaaien van het gebouw, kamer, bed of stoel waar. b Rammelen van serviesgoed, glaswerk, ramen en deuren. Hangende voorwerpen slingeren. In een enkel geval begint licht huisraad te schudden en houtwerk te kraken. c Geen schade.	2.4 - 2.9
V	<i>Sterk</i>	a De aardbeving wordt binnenshuis door de meeste mensen gevoeld, buitenshuis door weinigen. Enkele mensen schrikken en rennen naar buiten. Veel slapende mensen worden wakker. Een sterk trillen of schudden van het hele gebouw, kamer of meubilair wordt waargenomen. b Hangende voorwerpen slingeren in aanzienlijke mate. Servies en glaswerk rinkel. Kleine, topzware en/of wankel voorwerpen kunnen verschuiven of omvallen. Deuren en ramen zwaaien open en dicht. In enkele gevallen breken vensterruiten. Schommelingen in vloeistoffen waarbij volle vloeistofreservoirs kunnen overlopen. Dieren in huis kunnen onrustig worden. c Schade met gradatie 1 aan enkele gebouwen.	2.9 - 3.5
VI	<i>Lichte schade veroorzakend</i>	a Door de meeste mensen binnenshuis gevoeld en door velen buitenshuis. Enkele personen verliezen hun evenwicht. Veel mensen zijn geschrokken en rennen naar buiten. b Kleine stabiele voorwerpen kunnen omvallen en meubilair kan gaan schuiven. In enkele gevallen kan serviesgoed en glaswerk breken. Vee kan angstig worden (ook buiten). c Veel gebouwen ondergaan schade met gradatie 1; enkele lijden schade met gradatie 2.	3.5 - 4.1
		<b>Gradatie 1: Verwaarloosbare tot lichte schade (geen structurele schade)</b> haarscheurtjes in een enkele muur; neervallen van slechts kleine stukjes pleisterwerk; in een enkel geval vallen loszittende stenen van hogere delen van gebouwen.	
		<b>Gradatie 2: Matige schade (lichte structurele schade, matige niet-structurele schade)</b> scheuren in veel muren; neervallen van grotere stukken pleisterwerk; delen van schoorstenen komen omlaag.	
		EMS onderscheidt drie categorieën waarop aardbevingseffecten hun uitwerking hebben: a: uitwerking op mensen b: uitwerking op voorwerpen en op de natuur (m.u.v. schade aan gebouwen, uitwerking op de bodem). c: schade aan gebouwen	