

KNMI LEVERT MISTSENSOREN

Mistdetektie langs rijkswegen

Door J.A.M. van den Ancker (KNMI)

Dit is het eerste deel van een artikel over mistdetektie langs rijkswegen. In dit artikel wordt de achtergrond geschetst waaruit het onderzoek naar de lokatie van mistsensoren met behulp van een geografisch informatie systeem is voortgekomen. De inrichting van het eerste Nederlandse mistwaarschuwingssysteem langs de A-16 bij Breda wordt kort beschreven, evenals het verschijnsel mist, mistsoorten en de huidige wijze van mistwaarschuwing aan het wegverkeer.

In het tweede deel van het artikel dat in het decembernummer zal verschijnen wordt het gebruik van een geografisch informatie systeem als hulpmiddel bij de keuze van lokaties van mistsensoren t.b.v. de inrichting van verkeersgeleidingssystemen geïllustreerd.

MISTONGELUKKEN EN VERKEERSBELEID

Volgens de statistiek van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) veroorzaakt het verkeer in Nederland dagelijks gemiddeld 4 doden, 33 zwaar gewonden en 71 lichtgewonden (1). Bij twee procent van de ongelukken wordt als oorzaak mist opgegeven. Voor snelwegen is dit getal drie procent. Bij 10 procent van de ongelukken wordt neerslag als oorzaak opgegeven (2). Hoewel dus een relatief klein aandeel van de verkeersongevallen door mist wordt veroorzaakt, is de schade door mistongelukken nog altijd groter dan 100 miljoen per jaar (2,3). Bovendien voltrekken mistongelukken zich vaak in de vorm van 'rampen', waarvoor een geringere tolerantie bestaat.

Op de A-16 bij Breda hadden zich in ruim vijftien jaar tijd twee rampzalige mistongelukken voorgedaan. Dit was voor de overheid reden om hier een proefproject te starten voor mistalarmering op snelwegen. Een mistalarmeringssysteem past in de nieuwe serie maatregelen van de overheid om het aantal verkeersslachtoffers te verminderen: het inrichten van verkeersgeleidingssystemen.

Bij verkeersgeleidingssystemen worden frequent en geautomatiseerd waarnemingen gedaan, die in gevaarlijke situaties resulteren in boodschappen aan de weggebruikers. De boodschap wordt nu op grote matrix-borden boven de weg getoond. In de wat verdere toekomst zullen deze boodschappen ons bereiken via auto-radio's of via een directe ingreep in 'het gas' (2).

Dat het streven van de overheid om het

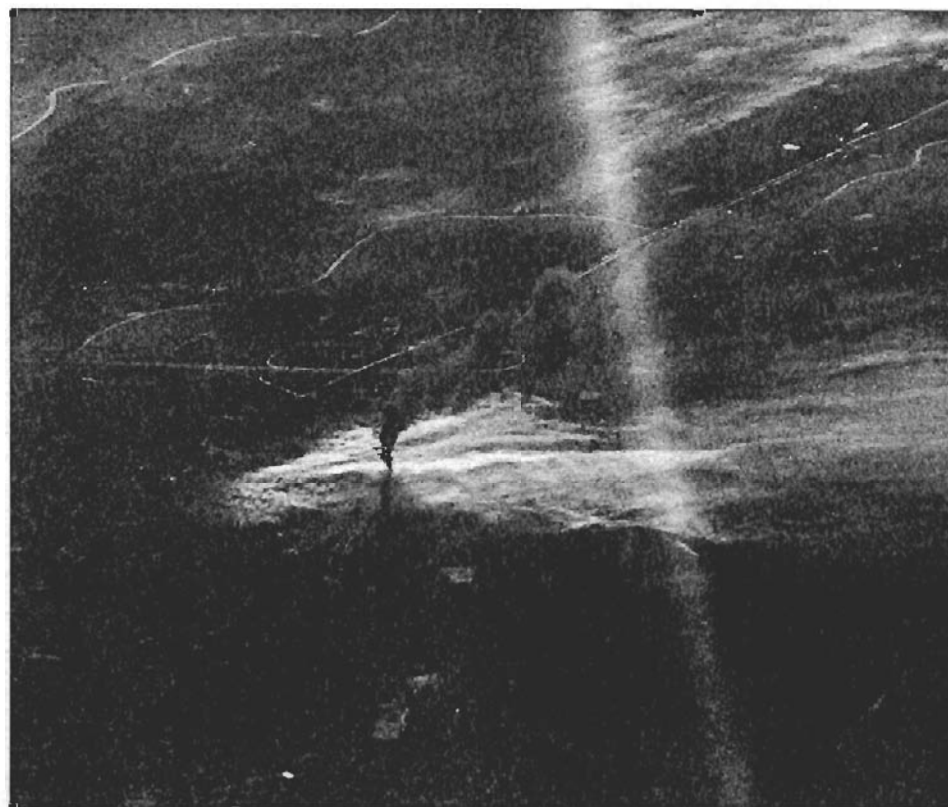
aantal verkeersslachtoffers terug te brengen tot nu toe redelijk succesvol is geweest realiseert men zich als men bedenkt dat het aantal verkeersslachtoffers nu ongeveer even groot is als in 1950 (1).

MIST

Er wordt per internationale definitie (WMO) van mist gesproken als 'het zicht' (= de afstand waarop bepaalde voorwerpen tegen de horizon kunnen worden waargenomen) minder is dan 1000 m.

Voor het wegverkeer levert een zicht van 1000 m echter geen ernstige belemmering op. Pas wanneer het zicht beneden 200 m daalt, stelt men dat mist verkeersgevaarlijk wordt. Vooral mistbanken en verdichtingen in mistvelden worden geacht verkeersgevaar op te leveren. Maar ook zonder deze banken en verdichtingen is het rijden in mist lastig omdat het zicht van de chauffeur aan sterke fluktuaties onderhevig kan zijn. Zoals Wessels (4) in een voorbeeld laat zien, kan onder mistige omstandigheden een relatief sterk achterlicht van een langrijdende auto nog op 500 m worden waargenomen, terwijl een zwak achterlicht van de tweede auto maar tot op 250 m waarneembaar is en de streep van de wegmarkering, na het verdwijnen van de auto's de enige aanduiding van het verloop van de weg, slechts op 50 m afstand zichtbaar is.

Wanneer men aanneemt dat mistbanken en verkeersgedrag per jaar op ongeveer dezelfde wijze zullen variëren, zou er een verband tussen het aantal mistdagen en het aantal mistongelukken verwacht mogen worden. Het aantal mistdoden is echter niet op een eenvoudige wijze gecorreleerd met het aantal dagen met dichte mist per jaar (tabel 1). Blijkbaar spelen bijzondere omstandigheden van verkeerstechnische, weerkundige of menselijke aard een rol. Het zou beter zijn in deze tabel het aantal mistongelukken te geven maar deze gegevens zijn niet direct en zonder kosten beschikbaar.



Mistongeluk op A-16 bij Breda in november 1990. (foto NRC Handelsblad)

JAAR	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
<1000	*	21	19	15	17	24	17	17	14	17	13	19
<200	*	5	6	6	5	10	8	7	4	6	*	*
doden	1	1	4	5	11	1	0	0	4	0	19	11

Tabel 1. Het aantal dagen met zicht beneden 1000 m en beneden 200 m in De Bilt uitgedrukt als jaarpercentage en het aantal dodelijke slachtoffers als gevolg van mist op de snelwegen. (Er wordt gesproken van een mistdag als er op die dag minstens één uur mist is geweest). (* gegevens ontbreken).

AANTAL DAGEN MET MIST

In tabel 2 is het gemiddeld aantal dagen met mist per station over drie perioden weergegeven. Deze cijfers wijzen op een afname van het voorkomen van mist. Deze afname geldt bijvoorbeeld voor de waarnemingsstations Schiphol en Rotterdam. Het minder voorkomen van mist past in het beeld van een toenemende verdroging van Nederland. Ook een toegenomen verstedelijking rond de waarnemingsstations kan een rol spelen. Als gevolg van verdroging en verstedelijking zou mist wel meer in de vorm van banken voorkomen en dus verkeersgevaarlijker kunnen zijn (opmerking Donker - KNMI).

Binnen de perioden gekeken valt in de twee oudere reeksen alleen station Vlissingen buiten het 95%-betrouwbaarheidsgebied. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat mist op station Vlissingen vooral 'zeemist' is geweest.

MISTSOORTEN

Op genetische gronden wordt onderscheid gemaakt in verschillende 'mist-soorten'.

station	periode 1951-1980	periode 1971-1990	periode 1981-1990
De Kooy	58	67	61
Leeuwarden	88	83	76
Eelde	100	98	81
Houtrib	-	-	68
Twenthe	88	71	58
Deelen	92	97	86
Soesterberg	83	74	65
De Bilt	79	69	65
Schiphol	72	83	59
Valkenburg	82	71	56
Rotterdam	73	77	52
Gilze-Rijen	88	91	76
Volkel	78	70	57
Eindhoven	84	77	57
Vlissingen	51	44	42
Beek	64	54	45
Gemiddelde	78	75	62
Sd	14	14	13

Tabel 2. De berekende normaal = het gemiddelde aantal mistdagen per jaar over drie verschillende perioden.

De belangrijkste mistsoorten zijn advektieve - en stralingsmist. Twee andere vormen van mist zijn: frontale mist en stratus-mist (hellingmist). Van deze laatste vorm van mist wordt gesproken als er lage bewolking tegen de heuveltoppen drijft. Frontale mistvorming is vrij zeldzaam. Deze mist ontstaat wanneer neerslag afkomstig van hogere "warmere" wolken door een koude luchtmassa valt. De waterdamp die de neerslagdruppels omgeeft, kan in de koude luchtmassa tot talrijke kleine druppeltjes condenseren. Er is in dit laatste geval geen sprake van dichte mist.

Stralingsmist

Stralingsmist ontstaat op vrijwel windstille en bij voorkeur heldere nachten. Er treedt dan een aanzienlijke netto-uitstraling aan het aardoppervlak op, terwijl er als gevolg van de weinige bewolking vrijwel geen atmosferische terugstraling is. Wanneer het waterdampgehalte van de onderste luchtlagen hoog genoeg is kan als gevolg van de afkoeling oververzadiging optreden en kan zich mist vormen. Bij beginnende

stralingsmist kan deze grens heel lokaal overschreden worden. In de paragraaf 'GIS en stralingsmist' in het tweede deel van dit artikel (volgende nummer) worden enkele ruimtelijke patronen voor het ontstaan van stralingsmist bij Breda gegeven. Afhankelijk van de omstandigheden van land en atmosfeer (inclusief de interne dynamiek van de mist zelf) kan de stralingsmist zich uitbreiden over grote oppervlakken en grotere hoogte bereiken of urenlang tot enkele banken beperkt blijven. De ervaring leert dat stralingsmist zeer lokaal aanwezig kan zijn, grote variaties in zicht op korte afstand kent en lokaal een zeer slecht zicht kan veroorzaken (5.6). Er wordt aangenomen dat voor het wegverkeer de stralingsmist die zich in banken voordoet het gevaarlijkst is. Onder bepaalde omstandigheden is het dan mogelijk dat een automobilist vanuit een stuk weg met een zicht van enkele kilometers opeens een dichte mistbank met een zicht van circa 200 m of minder inrijdt.

Advektieve mist

Er worden twee soorten advektieve mist onderscheiden:

1. stralingsmist die door een toename in wind en/of lokale gravitatie-stromingen gaat bewegen. Dit is eigenlijk "geadvekteerde" mist.
2. advektieve mist ontstaat als gevolg van afkoeling van uitgestrekte relatief warme en vochtige luchtmassa's, die over een koud oppervlak strijken, of als gevolg van het strijken van koude luchtmassa's over warme vochtige oppervlakken.

In beide gevallen is de mist over zeer grote oppervlakken aanwezig. Als gevolg van lokale omstandigheden zullen zich mogelijk ook dichtheidsverschillen in deze mistvelden voordoen. Hierover is weinig bekend. Omdat de windsnelheden over het algemeen bij deze vorm van mist hoger zijn, zullen optredende dichtheidsverschillen geringer zijn. Advektieve mist heeft dus een grotere uitgestrektheid dan stralingsmist maar is gemiddeld minder dicht.

HET OPLOSSEN VAN MIST

Mist lost op via opwarming van de bodem onder invloed van de inkomende zonnestraling, of doordat wind de mist dooreen mengt met drogere lucht, of doordat mist uitregent (6). Engels onderzoek toonde aan dat mist echter frequent oplost doordat er bewolking boven de mist komt (7). De tegenstraling afkomstig van het wolkendeck zorgt voor opwarming en een andere temperatuurverdeling in de onderste luchtlagen, waardoor de mist kan oplossen.

MISTVOORSPELLING EN MISTWAARSCHUWING VOOR HET WEGVERKEER

De mistvoorspelling wordt momenteel gemaakt door de meteoroloog, op het KNMI of elders, op basis van de kennis die hij of zij heeft over de weersomstandigheden die mist veroorzaken. In het Europese DRIVE-project is deze kennis vastgelegd in een expert-systeem en gecombineerd met klimatologische kennis van mist (8). Dit expert-systeem MIVOS wordt momenteel in de werkkamer van het KNMI geïmplementeerd. Met dit systeem wordt voor de synoptische stations een mistvoorspelling gemaakt. De zestien KNMI-stations waar het zicht wordt waargenomen leveren echter qua aantal en ligging in het landschap onvoldoende informatie om hierop een meer gedetailleerde mistwaarschuwing voor het verkeer te baseren. Vandaar dat de Algemene Verkeersdienst (AVD) in de mistwaarschuwing die zij uitgeeft, de gegevens van het KNMI combineert met waarnemingen van mist van ANWB-stations, Wegenwacht en van de rijkspolitie 'op de weg'.

Rijkswaterstaat is in samenwerking met andere overheidsdiensten bezig met de oprichting van een 'mist-meldcentrum'. Hierbij zal men mogelijk eveneens aanvullende gegevens van speciaal voor dit doel opgestelde mistsensoren gaan gebruiken. Waarschijnlijk zal dit centrum bij de AVD worden ondergebracht (9).

HET MISTWAARSCHUWINGSSYSTEEM LANGS DE A-16 BIJ BREDA

Sinds november 1991 funktioneert op de snelweg A-16 bij Breda het eerste Nederlandse mistsignalerings- en waarschuwingssysteem (fig. 1). Dit systeem waarschuwt over een traject van 16 km voor het optreden van mist en mistbanken. Elke minuut wordt door de twintig sensoren een geïntegreerde waarneming doorgegeven aan het regelsysteem. Bij zichten beneden 140 m verschijnt op de matrix-borden boven de weg het signaal "mist!" en een gebodssnelheid. Bij een zicht beneden de 140 m is dat 80 km/uur, bij een zicht minder dan 80 m 60 km/uur. De relatie tussen zicht en snelheid wordt proefondervindelijk getoetst en gewijzigd (10). De zichtmetingen worden gedaan met zogenaamde Present Weather Sensoren (PWS) (11). Een sensor meet de verstrooiing van het licht dat door een lichtbron wordt uitgezonden, die vlakbij de sensor staat opgesteld. Op twee plaatsen langs het traject wordt de achtergrondhelderheid

gemeten. Men onderscheidt dag- en nachtzicht. Omdat auto's tijdens mist zowel bij dag en nacht met lichten rijden is dit onderscheid voor het wegverkeer voorlopig minder zinvol gebleken.

Alle sensoren bevinden zich 2,5 m boven het wegdek. De gedachte achter deze 2,5 m is, dat mist die zich in het traject beneden deze 2,5 m bevindt door het verkeer stuk gereden zal worden en dan geen verkeershinder zal veroorzaken (11). Ook staan de sensoren dicht bij de weg, om het mistbeeld op de weg zo goed mogelijk te registreren (12). Hierin is men echter minder consequent geweest.

Er zijn plaatsen waar de weg vrijwel gelijk loopt aan het maaiveld en plaatsen waar de weg op enkele meters hoge viadukten ligt. Ook de gevoeligheid van het omringende landschap voor mist varieert (dit komt in het tweede deel van dit artikel in het december nummer aan de orde).

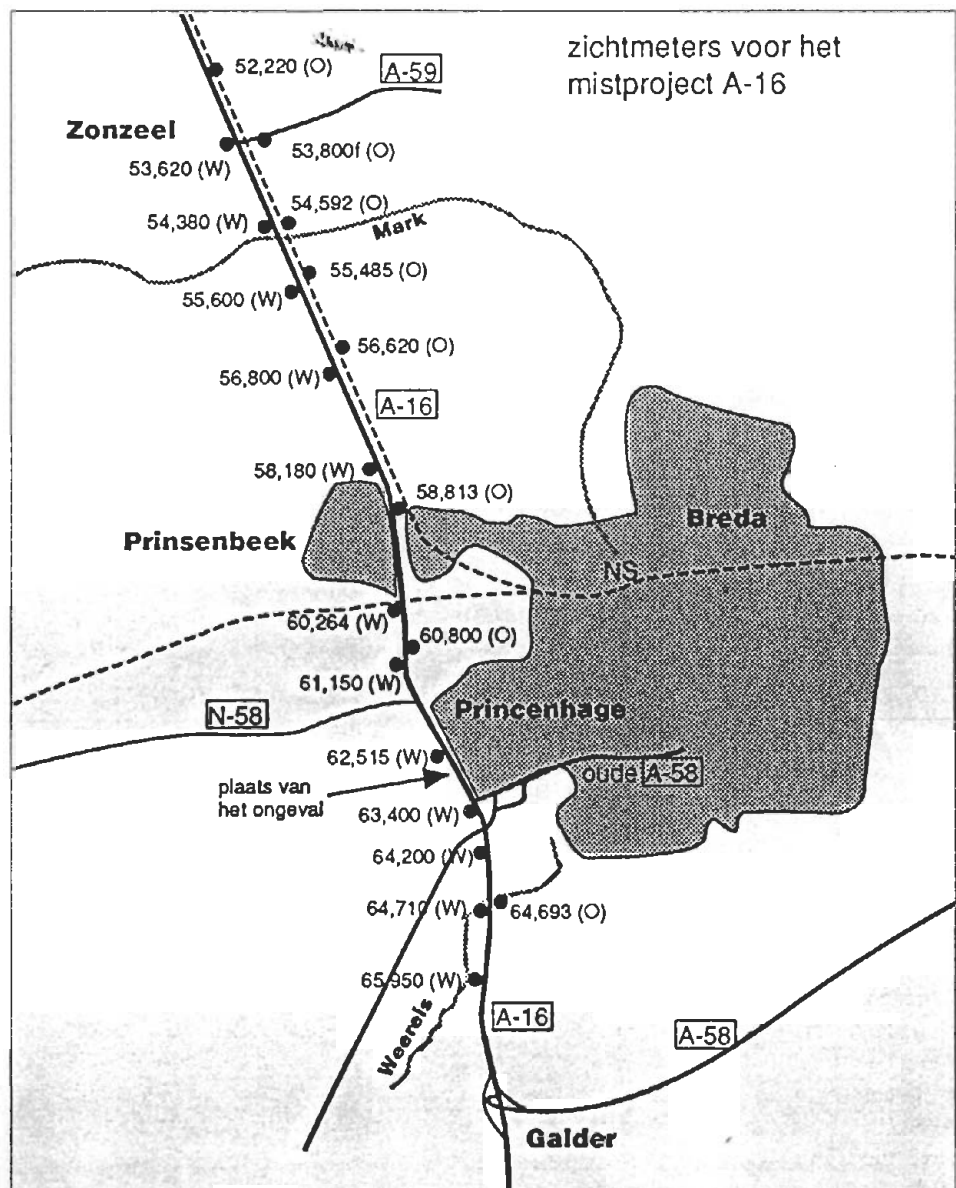
De lokatie van de sensoren is bepaald met behulp van een in Engeland ontwikkelde

maat voor mistvorming, de Fog Potential Index (FPI) (13,14,12):

$$I_p = 10d_w + 10t_p + 2s_p + 3e_p$$

I_p = fog potential index
 d_w = afstand tot uitgestrekte wateroppervlakken
 t_p = lokale topografie
 s_p = topografie van de weg
 e_p = nabijheid stedelijk gebied, waterproducerende industriën, bossen e.a.

Elke variabele wordt een waarde 0 tot 4 toegekend. De toekenning gebeurt min of meer subjectief. De waarden zijn per 100 m snelweg aan beide zijden van de weg bepaald. Waar de waarden hoog waren zijn de mistsensoren geplaatst (11). Het mistwaarschuwingssysteem op de A-16 is een geavanceerd systeem omdat de waarschuwing per halve kilometer kan variëren en er niet alleen een waarschuwing wordt gegeven maar eveneens een



Figuur 1. Lokaties van de mistsensoren bij Breda.

gebodssnelheid. Simpelere mistwaarschuwingssystemen met lichtwaarschuwing bestaan in België, Duitsland, Engeland, Frankrijk, Italië en Zwitserland. In Frankrijk en Duitsland bestaat enige ervaring met deze meer geavanceerde mistwaarschuwingssystemen.

Vlakbij de snelweg A-16 ligt de A-59, een weg die eveneens veel mistongelukken kent. Hier heeft men een proef genomen door de bestuurder met zogenaamde chevron-strepen (<<) in mist zijn gedrag te helpen bepalen. De chevron-strepen zijn iedere 40 m op het wegdek aangebracht. Als men één streep ziet mag men 40 km/uur rijden etc.

Onderzoek van het Instituut voor Zintuigfysiologie (TNO-IZF) heeft buitenlandse resultaten bevestigd dat de bestuurders echter afgeleid worden door deze strepen en zelfs sneller gaan rijden (mond. med. R. van der Horst).

Bovendien waarschuwen de chevron-strepen niet voor mistbanken.

In het tweede deel van dit artikel zal worden ingegaan op onderzoek naar het gebruik van een geografisch informatie-systeem om voor grotere gebieden de lokaties waar de mistsensoren moeten worden geplaatst vast te stellen en de FPI-procedure ook meer te objectiveren.



Een mistsensor bij Schiphol. Bij Breda wordt een ander type geplaatst.

Literatuur

1. Anon., 1990. Naar een duurzaam veilig wegverkeer - in kort bestek Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010. SWOV, 21 pg.
2. Koomstra, M.J., 1992. Een inventarisatie van verkeersonveiligheid bij mist; Bijdrage aan Symposium 'Zicht op Mist' 29 oktober 1992. ROV Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Brabant.
3. Flury, F.C., 1984. De kosten van de verkeersonveiligheid. In: Verkeerskunde 35, pg 454-455.
4. Wessels, H.R.A., 1974. Meting van zicht: begrippen en technieken, Verkeertechniek, nr. 5, pg. 230-233.
5. Stalenhoef, A.H.C., 1980. Vergelijking van zichtmetingen in mist op Nederlandse weerstations. KNMI V-361.

6. Wessels, H.R.A., 1984. Ontstaan en oplossen van mist. KNMI - FM-84-10, persoonlijk memorandum, 6 pg.

7. Mason, J., 1982. The Physics of Radiation Fog. In: Journal of the Meteorological Society of Japan, pg. 486-498.

8. Blaauboer, D., H.R.A. Wessels & S. Kruijzinga. Systeembeschrijving Mist Voorspel Systeem. KNMI - TR-141, 34 pg.

9. Doornheim, C., 1992. Voorkomen is beter dan genezen; Bijdrage aan Symposium 'Zicht op Mist' 29 oktober 1992. ROV Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Brabant.

10. Remeyn, H. & W. Ravenschoot, 1991. Proefproject Mistdetectie en -waarschuwing Breda. Buitenlandse Systemen. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, CXR91012.rap. 4pg.

11. Dijk, W.C.M. van & P.A.T. van Es, 1991. Mistdetectie en -signalering - Proefproject A-16. Sensorkeuze, Nota nr. 91073/509, LMD Schiphol.

12. Blaauboer, D. & A.W. Donker, 1991. Proefproject RWS/KNMI Mistdetectie en -signalering A-16 Breda, Deelproject Mistdetectie. Verslag Voorlopige Onderzoeksresultaten en Lokatieplan Mistdetectoren, KNMI.

13. Musk, L.F., 1988. The assessment of local fog climatology for new motorway and major road schemes; In: IV International Conference on Weather and Road Safety, Florence 8-10 November 1988, Accademia dei Georgofili, pg. 779-797.

14. Dixon, J.C., 1989. Current techniques for assessing (indirectly) the localized incidence of fog on roads. Meteorological Magazine, 118, 99-104.