

MODEL VOOR MAATREGELEN MET BETREKKING TOT DE INRICHTING VAN DE WEGBERM

Een voorstel voor een systematische aanpak voor het selecteren van (potentieel) gevaarlijke wegbermlocaties en het treffen van maatregelen.

Covernota bij het rapport "Berminrichting en ongevallenrisicomodellen", Goudappel Coffeng BV, Deventer, 1988.

R-88-52

Ing. C.C. Schoon

Leidschendam, 1988

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

1. Het gerapporteerde onderzoek

- 1.1. Doel en opzet
- 1.2. Uitvoering
- 1.3. Resultaten en conclusie BGC-rapport
- 1.4. Beschouwing en beoordeling SWOV

2. Nieuwe aanpak

- 2.1. Beschouwing van de problematiek van wegbermongevallen
- 2.2. Voorstel voor een systematische aanpak

3. Tot besluit

Bijlage: Beschrijving en beoordeling modellen en toetsing

- 1. Algemeen
- 2. Modelparameters
- 3. Spreiding waarden van parameters van onderzoektrajecten
- 4. Beschouwing modellen
- 5. Beschouwing toetsing
- 6. Conclusie

Literatuur

VOORWOORD

De Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat heeft het Bureau Goudappel Coffeng BV te Deventer (BGC) opdracht verstrekt voor het opstellen van een model waarmee de mate van risico van een willekeurige bermlocatie kan worden berekend. De wegbeheerder zou met het model tevens in staat moeten zijn op grond van kosten-baten overwegingen te komen tot maatregelen voor een relatief veilige inrichting van de wegberm.

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV heeft zich verplicht tot de begeleiding van het onderzoeken en het schrijven van een nota. In deze nota dienen de verkregen projectresultaten geplaatst te worden in de context van de probleemstelling en -analyse en in de context van de bestaande kennis.

In eerste instantie zijn door BGC modellen geselecteerd waarmee potentieel gevaarlijke locaties gedetecteerd en de effectiviteit van maatregelen vastgesteld kunnen worden. Vervolgens zijn de modellen met behulp van een Nederlands ongevallenbestand getoetst.

In het BGC-rapport is vastgesteld dat de geselecteerde en getoetste modellen geen goed interpreteerbare resultaten hebben opgeleverd.

In deze nota wordt aangegeven dat er te weinig basiskennis is voor het opstellen van een model voor de Nederlandse situatie. Voorgesteld wordt de ingeslagen weg van toepassing van wiskundige modellen te verlaten en te kiezen voor een systematische aanpak van de wegbermproblematiek; deze sluit aan bij huidige ontwikkeling aangaande de detectie van gevaarlijke locaties.

Deze nota is samengesteld door ing. C.C. Schoon, Hoofdafdeling Technische Wetenschappen SWOV.

1. HET GERAPPORTEERDE ONDERZOEK

1.1. Doel en opzet

Het doel van het onderzoek was het opstellen van een model waarmee de wegbeheerder potentieel gevaarlijke wegbermlocaties kan detecteren. Het model moest betrekking hebben op locaties buiten de bebouwde kom die gevaarlijk zijn voor van de rijbaan afgeraakte personenauto's.

Er is uitgegaan van modellen die in de literatuur zijn beschreven. De geselecteerde modellen zijn vervolgens op hun bruikbaarheid voor de Nederlandse situatie getoetst.

1.2. Uitvoering

De literatuur heeft twee modellen opgeleverd (Hall & Mulinazzi, 1978 en Labadie & Barbaresso, 1982) waarin beide een risico-index wordt toegekend aan individuele bermobstakels. Bij de toetsing is gebruik gemaakt van een bestand met ongevallen en weg- en bermkenmerken van acht routes (enkelbaanswegen) in de provincies Groningen, Overijssel en Gelderland. Getoetst is of locaties met een hoge risico-index ook ernstige ongevallen tot gevolg hebben. In de Bijlage wordt uitgebreid ingegaan op de modellen, de gehanteerde parameters en de toetsing.

1.3. Resultaten en conclusie BGC-rapport

Het resultaat van de toetsing is tegengesteld aan de verwachting: locaties met een hoge risico-index geven geen ongunstige ongevallenafloop te zien en omgekeerd.

In het BGC-rapport zijn de volgende conclusies opgenomen:

- De modellen van Hall & Mulinazzi en Labadie & Barbaresso leveren bij toetsing aan een klein Nederlands bestand met gegevens van ongevallen en wegkenmerken (inclusief bermkenmerken) geen goed interpreteerbare resultaten op.

De verschillen tussen trajecten met ernstige of lichte ongevallenafloop zijn niet significant. Het geringe aantal ongevallen en bermtrajecten van het oorspronkelijke bogenbestand speelt hierbij een rol.

- De correlatie tussen de resultaten van de modellen van Hall & Mulinazzi en Labadie & Barbaresso zijn hoog. Dat betekent dat beide modellen berm-

situaties grosso modo op dezelfde wijze beoordelen. Met andere woorden: als een risico-index (Hall c.s.) van een bepaald traject hoog is, dan is zeer waarschijnlijk ook de prioriteitsfactor (Labadie c.s.) hoog.

- Beide modellen zijn zeer eenvoudig toepasbaar.

1.4 - Beschouwing en beoordeling

In de Bijlage zijn de modellen en de toetsing uitgebreid beschouwd en beoordeeld. In het onderstaande is dit samengevat.

Van opgenomen parameters wordt aangegeven dat het aantal vrij beperkt is. Als gevaarlijke locaties op één bepaalde weg moeten worden gedetecteerd, discrimineren de modellen slechts op de parameters : aanwezigheid boog, zijdelingse afstand obstakel en rigiditeit obstakel. Geen parameters zijn opgenomen om specifieke locaties te detecteren zoals locaties vóór, in en na de boog. Ook worden vraagtekens gezet bij de "Amerikaanse" parameterwaarden. Een "eigen" model zal op de Nederlandse situatie toegesneden parameterwaarden dienen te bevatten.

Met betrekking tot de toetsing kunnen naast de opmerking van het BGC-rapport aangaande het geringe aantal ongevallen twee kanttekeningen worden geplaatst. Ten eerste hoeft niet à priori te gelden dat de ernst van een obstakelongeval geringer is naar mate de boomafstand groter is. Ten tweede; als een model waarmee potentieel gevaarlijke locaties worden gedetecteerd, getoetst wordt aan de hand van het aantal geregistreerde ongevallen, moet het ongevallenverloop over een langdurige periode bekend zijn.

Als conclusie wordt aangegeven dat huidige buitenlandse modellen niet voldoen. Voor het opstellen van een Nederlands model zijn veel gegevens nodig betreffende de keuze van de parameters en de bepaling van de waarden ervan. Van de toetsing wordt aangegeven dat de uitkomst eigenlijk niet relevant is. Wel heeft de toetsing kennis en inzicht in modelapplicatie opgeleverd.

Afsluitend wordt geconcludeerd dat voor het opstellen van een "Nederlands" model te veel basiskennis ontbreekt. Het inslaan van deze weg wordt momenteel niet zinvol geacht.

Voor de korte termijn wordt een andere aanpak voorgesteld.

2. NIEUWE AANPAK

2.1. Beschouwing van de problematiek van wegbermongevallen

Het onderzoek heeft betrekking op het detecteren van wegbermlocaties die voor maatregelen in aanmerking komen. In het algemeen geldt bij uitvoering van maatregelen dat deze in eerste instantie gericht moeten zijn op het voorkómen van ongevallen. Dit kan als inzicht in de oorzaak van ongevallen bestaan. Veelal is de oorzaak oorzaken niet ondubbelzinnig vast te stellen vanwege de complexiteit van ongevallen. Ook kan het voorkomen dat de oorzaken van ongevallen wel in een bepaalde richting wijzen, maar dat maatregelen te kostbaar zijn als het bijvoorbeeld infrastructurele maatregelen betreft.

In beide gevallen kan dan tot de uitvoering van crash-maatregelen besloten worden; deze grijpen niet in op het ontstaan van ongevallen, maar op de beperking van de ernst ervan. De crash-maatregelen hebben betrekking op de inrichting van de wegberm:

- verwijderen of verplaatsen van starre obstakels
- obstakels "botsvriendelijk" maken
- afschermen van starre obstakels of gevarenezones.

In het algemeen kan worden gesteld dat maatregelen met betrekking tot de wegberminrichting effectief zijn, omdat de ernst van wegbermongevallen op directe wijze wordt beïnvloed. De vraag is welke locaties voor maatregelen in aanmerking komen.

Vaak is - terecht - gesteld dat wegbermongevallen random en dus erg verspreid voorkomen. Mocht het voorkomen dat er zich concentraties van ongevallen op een bepaalde locatie voordoen, zal in het algemeen een wegbeheerder zijn maatregelen reeds hebben getroffen. Alleen die locaties verbeteren waar incidenteel en veelal op onvoorspelbare wijze een bermongeval heeft plaatsgevonden, is geen effectieve aanpak.

Dit raakt de kern van de intentie van de Dienst Verkeerskunde: rijk een instrument aan om potentieel gevaarlijke locaties te selecteren zodat op voorhand maatregelen kunnen worden getroffen.

Een dergelijke preventieve aanpak is bijvoorbeeld heel gewoon bij stroefheden van wegdekken: op systematische wijze worden de stroefheden bepaald, en daar waar de waarden onder de norm zitten worden maatregelen getroffen. Alleen de stroefheden meten en eventueel verbeteren op locaties waar een (slip)ongeval heeft plaats gevonden, zou niet logisch zijn.

Voor de uitvoering van maatregelen in de wegberm ligt een systematische aanpak eveneens voor de hand.

2.2. Voorstel voor een systematische aanpak

In dit voorstel is een systematische aanpak aangegeven die de wegbeheerder in staat moet stellen wegen (trajecten) te detecteren die voor maatregelen in de wegberm in aanmerking komen. Het oogmerk is te bevorderen dat maatregelen op die locaties worden uitgevoerd die gegeven de investering een optimaal resultaat leveren in termen van reductie van het aantal ernstige ongevallen (doden en ziekenhuisgewonden).

Bij de opstelling van de systematische aanpak zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De ongevallen vinden random plaats: de methodiek heeft betrekking op lange trajecten (bijvoorbeeld de totale lengte van een weg);
- De individuele wegbeheerders zijn verantwoordelijk voor de wegen in hun district: ze dienen de methodiek zelf toe te kunnen passen;
- De selectie van locaties vindt in eerste instantie plaats aan de hand van ongevallocaties; vervolgens worden de potentiële locaties geselecteerd.
- De methodiek moet eenvoudig toepasbaar zijn.

De methodiek kan in een aantal fases worden opgedeeld.

1. Selectie van de trajecten

- De wegbeheerder bepaalt voor al zijn trajecten (wegen) een onveiligheidsscore voor de wegberm (uitgedrukt in het aantal ernstige wegberm-ongevallen per lengte-eenheid).
- De trajecten worden gerubriceerd naar wegtype en intensiteitsklasse. Per klasse worden de trajecten gerangschikt naar onveiligheidsscore (relatieve vergelijking).
- De onveiligheidsscores worden vergeleken met overeenkomstige klassen van landelijke cijfers (referentie).
- De trajecten met een onveiligheidsscore boven bijvoorbeeld het gemiddelde of boven een nog te bepalen "norm", worden geselecteerd.

2. Vaststelling bermkenmerken

- Op de geselecteerde trajecten worden de locaties met bermongevallen nader beschouwd aan de hand van een ongevallenanalyse:

- eerst wordt nagegaan of maatregelen kunnen worden getroffen ter voorkóming van ongevallen;
- als dit niet het geval is, wordt bepaald welke bermfactoren hebben bijgedragen aan de grote ernst van het ongeval.
- Van de geselecteerde trajecten wordt een "profiel" van de wegberminrichting opgesteld.
- Aan de hand van het "profiel" wordt bepaald op welke andere locaties (geen ongevallenlocaties) bermfactoren voorkomen die reeds op de ongevallenlocaties als ernstverhogend zijn gekwalificeerd.

3. Maatregelen en evaluatie

- Aan de hand van een check-list worden maatregelen bepaald.
N.B. Deze checklist kan op een centraal niveau worden opgesteld; van maatregelen dient de effectiviteit in termen van kosten tegenover de reductie van het aantal ernstige ongevallen aangegeven worden.
- De maatregelen worden uitgevoerd.
- Evaluatie: na verloop van tijd worden de "nieuwe" onveiligheidsscores van de trajecten met de "oude" vergeleken.

3. TOT BESLUIT

De aangegeven methodiek sluit aan bij de behoefte van de overheid gehele trajecten in beschouwing te nemen in plaats van geïsoleerde ongevallocaties.

Het voordeel van de methodiek is dat direct een aanvang met de selectie van de trajecten met hoge onveiligheidsscores gemaakt kan worden. Voor de vaststelling van de uitvoerbaarheid van de voorgestelde methode lijkt het uitvoeren van een verkennend onderzoek gewenst.

Ter toelichting op de voorgestelde methodiek een aantal opmerkingen.

Voor de vergelijking met de landelijke cijfers (zie fase 1: referentie) kan gebruikt worden gemaakt van kencijfers uit de SWOV-bestanden van het eerste-, tweede- en derde-orde wegennet.

De wijze waarop ongevallen moeten dan wel kunnen worden geanalyseerd (zie fase 2) moet nog nader worden uitgewerkt.

De door de wegbeheerders opgestelde "profielen" van trajecten met hoge onveiligheidsscores (zie fase 2) zouden centraal verzameld kunnen worden; hieruit zouden gemeenschappelijke kenmerken bepaald kunnen worden (het opstellen van een landelijk "onveilig profiel per wegtype").

De op te stellen check-list aangaande uit te voeren maatregelen (zie fase 3) zal het resultaat kunnen zijn van een samenbundeling van krachten van deskundigen.

BIJLAGE:

BESCHRIJVING EN BEOORDELING MODELLEN EN TOETSING

1. Algemeen

Bij het onderzoek zijn twee modellen getoetst die in de Verenigde Staten zijn ontwikkeld:

Model Hall & Mulinazzi

$$H = k * f_1D * f_2S * f_3SI * f_4V * f_5G$$

waarin:

H = risico-index

k = constant

f₁D = waarde voor parameter D

D, S, SI, V en G zijn parameters (zie par. 2.)

Bron: Hall & Mulinazzi (1978).

Model Labadie & Barbaresso

$$PF = \sum_{i=1}^n H_i V_i$$

waarin:

PF = prioriteitsfactor

H = wegingsfactor

V = parameterscore

Bron: Labadie & Barbaresso (1982).

Deze modellen zijn opgezet om het potentieel gevaar van individuele obstakels in een score uit te drukken, hier verder genoemd de risico-index.

Uitgangspunt bij de modellen is dat een voertuig van de rijbaan raakt en met het desbetreffende obstakel in aanraking komt.

Bij de toetsing leverde de strikte toepassing van de modellen problemen op aangezien van veel geregistreerde ongevallen van het onderzoekbestand geen exacte locatie bekend was; een ongeval kon zodoende niet met een individueel obstakel in verband worden gebracht. Daarom is in plaats van de indi-

viduele obstakels gekozen voor min of meer homogene trajecten waarvan wel bekend was of er al-dan-niet een ongeval heeft plaats gevonden. De trajecten kunnen recht zijn of bochten bevatten.

2. Modelparameters

In onderstaande tabel is aangegeven welke parameters in de modellen worden gebruikt en welke minimale en maximale grenswaarden in origine bij de implementatie worden gehanteerd.

Parameter	Opgenomen parameters		Min. en max. waarden parameters	
	Hall	Labadie	Hall	Labadie
Wegsoort		x	-	2*(1+5)
Intensiteit	x	x	(0,04+0,088)*I	5*(1+5)
Snelheid(slimiet)	x	x	0,44+1,17	3*(1+5)
Geometrie				
-hoekverdraaiing hoog	x	x	0,11+0,5	3à5*(1+5) 1)
-helling weg	x	x	0,11+0,22 ²⁾	3à5*(0+5) 1)
Zijdelingse afstand				
obstakel	x	x	0,12+1,0	5*(0+5)
Rigiditeit obstakel	x	x	0,49+1,0	5*(1+5)
Trottoirband (aanwezigheid)		x	-	2*(1+2)

1) binnenboog: 3; buitenboog: 5 ⇄: tot en met

2) de waarden gelden bij een hoekverdraaiing van de boog van 0°+3°; bij hoek verdraaiing > 6° is de spreiding 0,5+1,0.

Uit deze opgave blijkt de grote overeenkomst tussen beide modellen; het model Labadie c.s. heeft als extra parameters "wegsoort" en "trottoirband". Wel is er bij sommige parameters een verschil in de spreiding van de waarden. Hoe dit bij de implementatie van de onderzoektrajecten uitpakt, komt in de volgende paragraaf aan de orde.

3. Spreiding waarden van parameters van onderzoektrajecten

In de nu volgende tabel zijn de minimale en maximale waarden opgenomen van de parameters die bij de implementatie van de onderzoektrajecten zijn gehanteerd. Het verschil tussen de waarden zijn voor beide modellen in de laatste twee kolommen in een factor uitgedrukt. Aangezien de trajecten niet verschillen voor "wegsoort", "trottoirband" en "weghelling" blijven deze parameters buiten beschouwing.

Parameter	Spreiding in parameterwaarden			
	Minimale en maximale waarde		Factor tussen min. en max. waarde	
	Hall	Labadie	Hall	Labadie
Intensiteit (I)	0,064*I	5*(2+3)	ca 2	1,5
Snelheid(slimiet)	0,44+1,17	3*(2+5)	2,7	2,5
Hoekverdraaiing boog	0,22+0,5 ¹⁾	3+5*(5) ²⁾	2,3	1,7
Zijdelingse afstand obstakel	0,33+1,0	5*(1+4)	3,0	4,0
Rigiditeit obstakel	0,69+1,0	5*(1+5)	1,5	5,0

+: tot en met

1) Bij de analyse beschreven in Bijlage 3 van het BGC-rapport is de gemiddelde waarde 0,36 genomen.

2) Bij de analyse beschreven in Bijlage 3 van het BGC-rapport is gemiddelde de waarde 4*(5) genomen.

De modellen onderscheiden zich vooral op het aspect "Rigiditeit obstakel" (1,5 versus 5,0). Aangezien het model Labadie c.s. van sommatie uitgaat en het model Hall c.s. een multiplicatief karakter heeft, heeft een hoge waarde in het model Labadie c.s. minder invloed op de totaalkomst dan in het model Hall c.s. In de volgende paragraaf wordt nog op het "karakterverschil" tussen beide modellen teruggekomen.

4. Beschouwing modellen

Beide modellen hanteren parameterwaarden die bekend zijn van ongevallestudies naar de obstakelproblematiek; dit geldt ook voor de Nederlandse situatie. Als de modellen worden toegepast op één bepaalde weg, kunnen de parameters intensiteit en snelheid als constant worden beschouwd. De modellen discrimineren dan alleen nog maar op de parameters: aanwezigheid boog, zijdelingse afstand obstakel en rigiditeit obstakel.

De modelparameters zijn gekwantificeerd op basis van duizenden ongevallen; op zich niet verwonderlijk dat alleen veelvoorkomende kenmerken in de modellen als parameter zijn opgenomen.

Bij de teleurstellende resultaten van de toepassing van de modellen in de Nederlandse situatie, worden de volgende kanttekeningen geplaatst:

- Beide modellen maken geen onderscheid in specifieke locaties in bogen zoals vóór, in en na de boog.
- Verder kunnen vraagtekens worden gezet bij de grootte van de originele waarden van de diverse modelparameters. Bij het opstellen van een "eigen" model zullen de waarden van de parameters op de Nederlandse situatie toegesneden dienen te zijn.
- In het BGC-rapport wordt aangegeven dat de correlatie tussen de analyse-resultaten van het model Labadie c.s. en het model Hall c.s. hoog is. Als naar de geringe individuele verschillen tussen de parameterwaarden wordt gekeken is dit verklaarbaar. Gezien de "karakters" van beide modellen (multiplicatief versus additief) lijkt dit vreemd. Navraag leverde op dat bij de implementatie gehanteerde parameterwaarden weinig spreiding vertoonden. Het merendeel van de trajecten vertoonden "gemiddelde" waarden; de parameter voor de zijdelingse afstand gaf nog wel een redelijke spreiding te zien.

5. Beschouwing toetsing

Het model Hall c.s. is opgezet voor het detecteren van locaties met een hoge risico-index. Aan de hand van een Nederlands bestand aan wegbermkenmerken is getoetst of de door het model aangegeven locaties met een hoge risico-index ook veel ernstige ongevallen te zien gaven. Het resultaat van de toetsing was zoals we zagen tegengesteld aan de verwachtingen.

Het is trouwens de vraag of een dergelijke toetsing zinvol is gelet op de

het gewicht dat de zijdelingse afstand van obstakels in de toetsing heeft gehad. Uit een SWOV-onderzoek (Schoon & Bos, 1983) kwam namelijk naar voren dat de afstand van de bomen tot de wegrand wel bepalend is voor het aantal ongevallen, maar niet voor de ernst. Hieraan kan de conclusie worden verbonden dat de ernst van ongevallen - gegeven een grote rigiditeit van het obstakel zoals bijvoorbeeld bij bomen - bepaald wordt door een combinatie van andere ernstverhogende factoren zoals botssnelheid, mate van slip, al-dan-niet gordel dragen, om maar een paar factoren te noemen. Dergelijke factoren zijn moeilijk in een model operationeel te maken. Het negatieve resultaat van de toetsing kan nog een andere oorzaak hebben. De door de modellen gegenereerde risico-index heeft betrekking op potentieel gevaarlijke locaties. Bij een toetsing aan de hand van ongevallen behoeven per definitie geen (ernstige) ongevallen op de geselecteerde locaties plaats te vinden. Slechts bij een voldoende lange ongevallen-historie van bepaalde trajecten zouden dergelijke ongevallen zich pas kunnen manifesteren. Hoewel bij de toetsing ongevallengegevens over een tijdperiode van 7 jaar zijn gebruikt, zou deze periode nog wel eens te kort kunnen zijn geweest.

6. Conclusie

Gezien de beschouwingen van de vorige paragrafen kan worden geconcludeerd dat de modellen op een triviale wijze potentieel gevaarlijke locaties selecteren. De parameterkeuze ligt hieraan ten grondslag. Verder lijken de originele parameterwaarden niet erg voor de Nederlandse situatie voor de hand te liggen.

Gemist worden parameters die op een meer genuanceerde wijze locaties kunnen selecteren. Ook de andere in het BGC-rapport aangegeven modellen bieden in dit opzicht geen aanknopingspunten. Kennis uit Nederlandse studies naar wegbermongevallen is daarnaast te weinig specifiek om op korte termijn een goed wiskundig model te kunnen opstellen.

Gezien de opmerkingen bij de toetsing, kan worden geconcludeerd dat de uitkomst van de toetsing eigenlijk niet relevant is. Wel heeft de toetsing kennis en inzicht in modelapplicatie opgeleverd.

Afsluitend kan worden geconcludeerd dat voor het opstellen van een "Nederlands" model te veel basiskennis ontbreekt. Het inslaan van deze weg wordt momenteel niet zinvol geacht.

Literatuur

Hall, J.W. & Mulinazzi, T.E. (1978). Roadside hazard model. In: Transportation Research Record 681, 1978.

Labadie, M.J. & Barbaresso, J.C. (1982). Development of a priority program for roadside hazard abatement. In: Transportation Research Record 867, 1982.

Schoon, C.C. & Bos, J.M.J. (1983). Boomongevallen; Een verkennend onderzoek naar de frequentie en ernst van botsingen tegen obstakels in relatie tot de breedte van de obstakelvrije zone. R-83-23. SWOV, 1983.