

Nationaal verkeerskundecongres 2015

Fabels over de fietshelm

Theo Zeegers

Onafhankelijk verkeerskundig onderzoeker

Samenvatting

De afgelopen 25 jaar is de werkzaamheid van de fietshelm tegen het krijgen van hoofdletsel onderbouwd met case-control studies. Tijdreeksanalyse vinden evenwel geen positief effect. Een methodologisch probleem met de case-control studies is dat ook de control gekozen wordt onder slachtoffers van de eerste hulp. Dit artikel laat analytisch zien dat dat te rechtvaardigen is, als het risico op niet-hoofdletsel voor gehelmde en ongehelmde fietsers gelijk is. Hieraan blijkt in hoge mate *niet* voldaan te zijn. De conclusie is dat alle case-control studies naar de fietshelm niet valide zijn. Dit geldt ook voor metastudies gebaseerd op deze studies. Daarmee is het belangrijkste argument ter ondersteuning van de werkzaamheid van de fietshelm niet langer valide.

Het tweede deel van deze studie toont aan dat de werkzaamheid van de fietshelm theoretisch begrensd wordt door zijn dikte. Een fietshelm kan niet afdoende beschermen bij impactsnelheden hoger dan 25 à 30 km/h. Dit resultaat verklaart het matige presteren van de fietshelm bij hogere snelheden, oa. bij wielrenners, mountainbikers en berijders van de speed-pedelec.

Nu de werkzaamheid van de fietshelm niet meer te onderbouwen is en het maatschappelijk rendement negatief is vanwege het verlies van beweging, roep ik de overheid zich te bezinnen op haar positie in dit dossier.

Trefwoorden

fietshelm, case-control studies, Head Injury Criterium, risk ratio, odds ratio

1. Inleiding

Weinig onderwerpen kunnen de verkeerskundige gemoederen zo doen verhitten als de fietshelm. De meningen over de effectiviteit, efficiëntie en rechtvaardigheid (Van Wee, 2014) van een verplichte fietshelm lopen zeer sterk uiteen. Over de zinvolheid dan wel de onwenselijkheid van promotiecampagnes en een actieve rol van de overheid hierin, zoals bijvoorbeeld in Zeeland gebeurt, lopen de meningen om dezelfde reden uiteen.

Dit artikel beoogt niet een volledige review te geven van het discussieveld, maar zoomt in op de twee aspecten van de onderbouwing van claims op het gebied van effectiviteit, de minst politieke van de drie genoemde criteria. De behandeling is daarom in hoge mate technisch en zuiver wetenschappelijk. De twee aspecten zijn “case-control studies” (tweede sectie van dit artikel) en “effect van snelheid op de mate van bescherming” (derde sectie). Deze beide aspecten zijn gekozen als gevolg van fricties tussen (geclaimde) verwachtingen en feitelijk waargenomen effecten in het veld (Robinson, 2007). Wat die verwachtingen betreft: de meest recente metastudie gebaseerd op case-control rapporteert een effectiviteit van de fietshelm op hoofdletsel van 15 %, maar met een dalende trend (Elvik, 2011).

2. Case control studies

Case-control studies naar de fietshelm spelen een zeer belangrijke rol in het debat over de fietshelm, omdat claims naar de effectiviteit van de fietshelm zich in hoge mate hierop baseren. In haar factsheet over de fietshelm geeft de SWOV (2012) case-control studies zelfs als enige onderbouwing.

Het behandelen van de validiteit van case-control studies aangaande de fietshelm is in hoge mate een technisch-wiskundig onderwerp. Om de lezer te behagen, zal ik hier het gebruik van formules tot het minimum beperken. De volledig wiskundige behandeling van dit onderwerp met mathematisch rigide bewijzen is te vinden in Zeegers (2015).

2.1 Definitie case-control studies

Een case-control studie is een studie waarin men onderzoekt in hoeverre een bepaalde aandoening vaker (of minder vaak) voorkomt bij een groep mensen met een bepaalde conditie (bijvoorbeeld: rokers, maar kan ook een medicijn zijn) (de “case”) in vergelijking met een groep die die bepaalde conditie niet heeft (de “control”). In het geval van studies naar de effectiviteit van de fietshelm is de aandoening “hoofdletsel” en de conditie “het dragen van een fietshelm”.

De centrale vraag die voorligt is of en in hoeverre het dragen van een fietshelm tijdens het fietsen het risico op het krijgen van hoofdletsel vermindert. Risico is hierbij de kans per kilometer om een hoofdletsel te krijgen. Als het risico voor de gehelmde fietser lager is dan die voor de ongehelmden, is het dragen van een fietshelm effectief.¹ Nog anders geformuleerd:

De fietshelm is effectief dan en slechts dan als de risico-verhouding (risk ratio) tussen gehelmd en ongehelmd fietsen kleiner dan 1 is.

2.2 Van risk ratio naar odds ratio

In de praktijk is bovenstaande aanpak doorgaans niet toe te passen, omdat de verhouding van de expositiematen (hier: kilometers al dan niet gehelmd gefietst) zelden bekend is. Daarom kijkt men in de praktijk naar de fractie van fietsers met een helm op die desondanks hoofdletsel opliep ten opzichte van de niet-gewonden (the “odd”) en vergelijkt dit met dezelfde fractie voor fietsers zonder fietshelm. Het bovengenoemde criterium voor de effectiviteit van de fietshelm wordt dan vervangen door het criterium of de odds ratio kleiner dan 1 is (wel effectief) of niet (niet effectief). Theoretisch zou als control-groep genomen moeten worden fietsers zonder letsel. Omdat case-control studies zich vrijwel altijd baseren op studies naar slachtoffers op eerste hulpafdelingen van een ziekenhuis, is ook dat onmogelijk. Daarom gebruikt men als control de bezoekers op de eerste hulpafdeling (dus slachtoffers) die geen hoofdletsel hebben.

¹ Uiteraard dient in een concrete geval de statistische significantie van dit verschil onderzocht te worden.

Samengevat worden er dus twee aanpassingen gedaan ten opzichte van het oorspronkelijke risk-ratio criterium

- Risk ratio wordt vervangen door odds ratio
- Als control worden niet “ongewonde” fietsers genomen, maar fietsers met een verwonding maar zonder hoofdwond.

2.3 Noodzakelijke en voldoende voorwaarde voor validiteit toegepaste methode

De vraag die dit alles oproept, is vanzelf of beide bovengenoemde aanpassingen wel te rechtvaardigen zijn. Hoewel deze vraag al enige tijd bekend is (Zeegers, 2011), is er verbijsterend weinig over dit onderwerp gepubliceerd. De relevantie voor case-control studies is evident. Een onjuiste control kan leiden tot artificiële verschillen en daarmee onjuiste conclusies over het effect van de “conditie” (in dit geval: het dragen van een fietshelm). Reeds Wikipedia (2015) waarschuwt op dit punt:

“Controls should come from the same population as the cases, and their selection *should be independent of the exposures of interest.*”²

In het verlengde hiervan kan men mathematisch rigide aantonen (Zeegers, 2015) dat het vervangen van risk ratio door odds ratio (aanpassing 1 uit 2.2) gerechtvaardigd is dan en slechts dan als in de control groep een helmdrager niet meer of minder fietst dan een ongehelmd fietser. Een stapje verder is het mathematische resultaat dat de mate waarin niet voldaan is aan bovenstaand criterium zich direct vertaalt in de mate waarin de odds ratio een onderschatting is van de risk ratio (en daarmee de effectiviteit van de helm dus zou worden overschat).

Het wordt helaas nog gecompliceerder door de aanpassing van de control groep (punt 2 van 2.2). Toepassen van bovenstaand criterium op deze control leidt uiteindelijk tot het criterium of het risico voor een fietser met een helm op om een niet-hoofdwond te krijgen net zo groot is als dat risico voor de ongehelmd fietser. Alleen als dat het geval is, is de feitelijk toegepaste procedure in case-control studies naar de fietshelm te rechtvaardigen. En de mate waarin een gehelmd fietser meer risico loopt om een niet-hoofdwond op te lopen is exact gelijk aan de mate waarin de werkzaamheid van de fietshelm in case-control studies overschat wordt.

Samenvattend:

De mate waarin een gehelmd fietser meer risico loopt om een niet-hoofdwond op te lopen is exact gelijk aan de mate waarin de werkzaamheid van de fietshelm in case-control studies overschat wordt.

Een bijzonder paradoxaal resultaat ! Meer gebroken armen en benen en sleutelbenen bij gehelmd fietsers leidt in case-control studies tot een te hoog gerapporteerde werkzaamheid van de fietshelm !

Het is opmerkelijk dat verschillen in kruistabellen gehelmd / ongehelmd fietsen versus hoofdwond / ander letsel, zoals reeds vastgesteld door bijvoorbeeld Thompson et al. (1990) en Ormel et al. (2008), altijd geïnterpreteerd zijn als een bewijs van de werkzaamheid van de fietshelm. De andere wetenschappelijk-logisch mogelijke verklaring, namelijk een hogere risico voor gehelmd fietsers voor niet-hoofdwond, is stelselmatig over het hoofd gezien. Dit is opnieuw een voorbeeld van bias van helmonderzoekers, die al eerder door Elvik (2011) vastgesteld is.

2.4 Praktische relevantie van het theoretisch probleem

De prangende vraag is nu natuurlijk, of bovengenoemde theoretische mogelijkheid van overschatting zich in de praktijk ook daadwerkelijk voordoet. Om te beginnen moeten we vaststellen, dat deze omkering van bewijslast wetenschappelijk niet acceptabel is. Case-control studies beroepen zich – veelal impliciet – op de aanname dat de keuze van de control representatief is. Het is aan hen, zeker

² mijn cursivering

indien daarop gewezen, om de validiteit aan te tonen of ten minste aannemelijk te maken. Zonder dat zijn de studies simpelweg niet valide.

Het probleem is natuurlijk, dat om de validiteit van de methode aan te tonen, men alsnog iets moet zeggen over de risico's in de control en daarmee iets over de expositiematen, precies datgene wat men niet wist. Ikzelf heb drie casus gevonden waarin het wel mogelijk was een schatting te maken van de exposities, waarmee de validiteit van de methode dus onderzocht kan worden. Deze casus zijn:

- Nederland (Ormel et al., 2008)
- Victoria, Australië (McDermott et al., 1993)
- Seattle (Thompson et al, 1989)

Deze casus worden uitvoerig besproken in Zeegers (2015), ik beperk mij hier tot de conclusies, die ik samenvat in onderstaande tabel.

		odds ratio volgens onderzoek	risk ratio		
		hoofdletsel	hoofdletsel	ander letsel	alle letsels
Nederland	Alle slachtoffers	0.40	1.13*	2.81	2.39
	Geen motorvoertuig betrokken	0.39	1.13*	2.93	2.49
Victoria (Au)		0.61	0.66	1.08*	0.93*
Seattle (USA)	Kinderen	0.23	1.28*	5.66	3.17

Tabel: Samenvattend overzicht voor de gerapporteerde odds ratios voor de effectiviteit van de fietshelm tegen hoofdletsel, de risk ratios voor de fietshelm voor hoofdletsel, niet-hoofdletsel en alle letsel. Bronnen: zie tekst.

* = statistisch niet significant verschillend van 1 (geen effect).

Om te beginnen blijkt dat het risico voor de gehelmde fietser om ander (= niet-hoofd)letsel op te lopen inderdaad in alle drie de gevallen groter is dan datzelfde risico voor ongehelmde fietsers, zij het dat in één geval het verschil niet statistisch significant is. De conclusie is dus dat de in paragraaf 2.3 geschetste theoretische mogelijkheid van overschatting van de effectiviteit van de fietshelm in alle drie de onderzochte gevallen ook daadwerkelijk voorkomt. De mate van overschatting varieert sterk van 8 % tot 450 %.

Oorspronkelijk rapporteerden alle drie de genoemde studies een duidelijk positief effect van de fietshelm (odds ratio < 1). Na herberekening blijkt dat in twee van de drie gevallen ten onrechte (risk ratio > 1). Het risico om een willekeurig letsel op te lopen blijkt in twee van de drie studies aanzienlijk hoger (1,5 à 2 keer) wanneer met een fietshelm gefietst wordt, het derde geval vindt geen statistisch significant effect voor de fietshelm.

Samenvattend:

- In alle drie de studies onderzocht werd oorspronkelijk een positief effect van de fietshelm voor hoofdletsel gerapporteerd
- in alle drie de studies is sprake van een overschatting van de effectiviteit van de fietshelm voor hoofdletsel, in twee zeer fors

- na correctie hiervoor wordt in twee van de drie studies niet langer een positief effect van de fietshelm op het reduceren van het risico op hoofdletsel gevonden.
- In geen van de genoemde drie studies wordt een (statistisch significant) positief effect van de fietshelm op het totaal letselrisico gevonden.

2.5 Gevolgen van deze conclusies

Al sinds Thompson et al. (1989) wordt het instrument van case-control studies veelvuldig ingezet om de effectiviteit van de fietshelm te evalueren. Elvik (2011) geeft een samenvattende metastudie van deze studies. In al deze studies wordt niet alleen de case, maar ook de control samengesteld uit mensen in ziekenhuizen of eerste hulpafdelingen. In paragraaf 2.3 heb ik aangetoond dat deze methode niet valide is en kan leiden tot een overschatting van de effectiviteit van de fietshelm. In paragraaf 2.4 heb ik laten zien dat dit niet alleen een theoretische mogelijkheid is, maar dat deze ook daadwerkelijk voorkomt in drie van drie onderzochte gevallen. Daarmee is deze onderzoeksmethode en zijn dus ook de daaruit voortvloeiende resultaten niet valide. Dat geldt dan ook voor alle metastudies die deze niet langer valide studies als input gebruiken, zoals Elvik (2011).

De implicaties zijn fors. Elvik (2011) constateerde al de nodige problemen met case-control studies naar de fietshelm en had moeite om een positief effect voor de fietshelm te vinden. Uiteindelijk vond hij een positief effect van 15 % over alle studies, maar met als bedenkelijke kanttekening dat de gerapporteerde effectiviteit daalt met het rapportagejaar. Had hij zich beperkt tot de recente studies, dan had hij geen effect gevonden, aldus Elvik.

Nu blijkt dat een aanzienlijk deel van de inputstudies de effectiviteit van de fietshelm aanzienlijk overschatten. De mate waarin is nooit meer vast te stellen. Maar op grond van bovenstaande gegevens is het niet moeilijk zich voor te stellen dat van de door Elvik (2011) genoemde 15 % effectiviteit niets over blijft.

Samenvattend

- Alle bestaande case-control studies naar de fietshelm zijn niet valide
- Bij gevolg zijn de daarop gebaseerde metastudies ook niet valide
- In de toekomst kunnen alleen case-controlstudies naar de fietshelm verricht worden door de control van buiten het ziekenhuis te nemen.

3. Effect van snelheid op de mate van bescherming

In het (politieke) debat over nut en noodzaak van het dragen van een fietshelm, wordt door de voorstanders vaak (impliciet) de indruk gewekt dat de fietshelm alle risico's op hoofdletsel uitsluit (Fietsberaad, 2014). De statistieken van gehelmden fietsers met hoofdletsel (Ormel et al, 2008) en incidentele casus van wielrenners en mountainbikers die ondanks het dragen van een fietshelm ernstig hoofdletsel oplopen bij een eenzijdig ongeval – soms met dodelijke afloop – wijzen op het tegendeel. Het verwijzen naar deze gevallen leidt veelal tot emotionele reacties van partijen, waardoor het inhoudelijke debat gesmoord wordt. Ik zal hier dat debat wel verkennen.

3.1 Officiële norm

De officiële Europese norm voor fietshelmen is de NEN-norm EN-1078. Helmen die aan dit keurmerk voldoen, worden geacht het hoofd te beschermen tegen impacts van maximaal 20 km/h³. Dat is ongeveer de snelheid waarmee het hoofd van een volwassen fietser de grond raakt als hij uit stilstand omvalt. De NEN-norm claimt dus niet te beschermen bij eenzijdige ongevallen bij (hogere) snelheid, laat staan bij tweezijdige ongevallen met gemotoriseerd verkeer. De stelling dat een goedgekeurde helm 'veilig' is, is dus zelfs volgens het keurmerk heel betrekkelijk. De voorlichting op dit punt aan

³ Bij een eenzijdig fietsongeval kan de impactsnelheid lager zijn dan de rijsnelheid, bij een aanrijding met een personenauto is de impactsnelheid typisch hoger dan de rijsnelheid van de auto (Rodarius et al., 2008).

consumenten door deskundigen en de detailhandel schiet evenwel wezenlijk te kort. Vaak wordt gesteld dat helmen het beter doen dan de norm en dat met innovatieve verbeteringen nog heel veel te winnen is. Dat laatste – als al waar – blijkt begrensd door de theorie, hetgeen het onderwerp is van deze sectie.

EN-1078 toetst op maximaal voorkomende vertragingen bij verschillende voorgeschreven valproeven. Los van de vraag of de drempelwaarde (250*g) juist gekozen is (deze is nogal aan de hoge kant), is een veel groter bezwaar dat niet de juiste testvariabele genomen is. Al sinds jaar en dag is bekend dat het Head Injury Criterium (HIC) een veel betere variabele is om het risico op ernstig hoofdletsel te meten (Diggers, 1998). Het is dan ook deze grootte die door de automotive-industrie standaard toegepast wordt om bijvoorbeeld de effectiviteit van airbags te testen (Henn, 1998). Los van alle kritiek die ook mogelijk is op HIC (meet bijvoorbeeld geen hoekversnelling), het is duidelijk dat deze grootte beter geschikt en gevalideerd is dan het enkelvoudige criterium van maximale versnelling. Ik zal dit criterium dan ook verder gebruiken en roep de helmenindustrie op dat ook te doen. Buiten Europa doet men dat al (Pang et al., 2009).

3.2 Head Injury Criterium

De HIC meet behalve de zwaarte van de vertraging ook de duur. Niet de maximale vertraging is maatgevend, maar de gemiddelde vertraging over een korte periode. De maat is niet lineair, maar een machtsverband. Uit ijking gebaseerd op dierproeven blijkt dat een macht van 2,5 het beste voldoet (Diggers, 1998). Een gemiddeld 2 x zo grote vertraging leidt dus tot een meer dan 5,5 x zo hoge HIC-waarde. Algemeen wordt voor HIC een drempelwaarde van 1000 sec.⁴ toegepast: hieronder is de kans op zwaar en levensbedreigend hoofdletsel klein (MacKay, 2007). Overigens is deze norm gebaseerd op volwassenen. Ouderen zijn veel kwetsbaarder, voor hen is een drempelwaarde van 600 sec. gesuggereerd (Rodarius et al., 2008). Voor kinderen is (mij) geen drempelwaarde bekend. Ik zal de discussie in eerste instantie abstract houden, zodat deze geldig is voor alle drempelwaarden. Ik zal zeggen dat een helm afdoende beschermd tegen hoofdletsel wanneer de HIC-waarde onder bovengenoemde drempelwaarden blijft (zonder iets af te willen doen aan de relevantie van het debat over hoekversnelling).

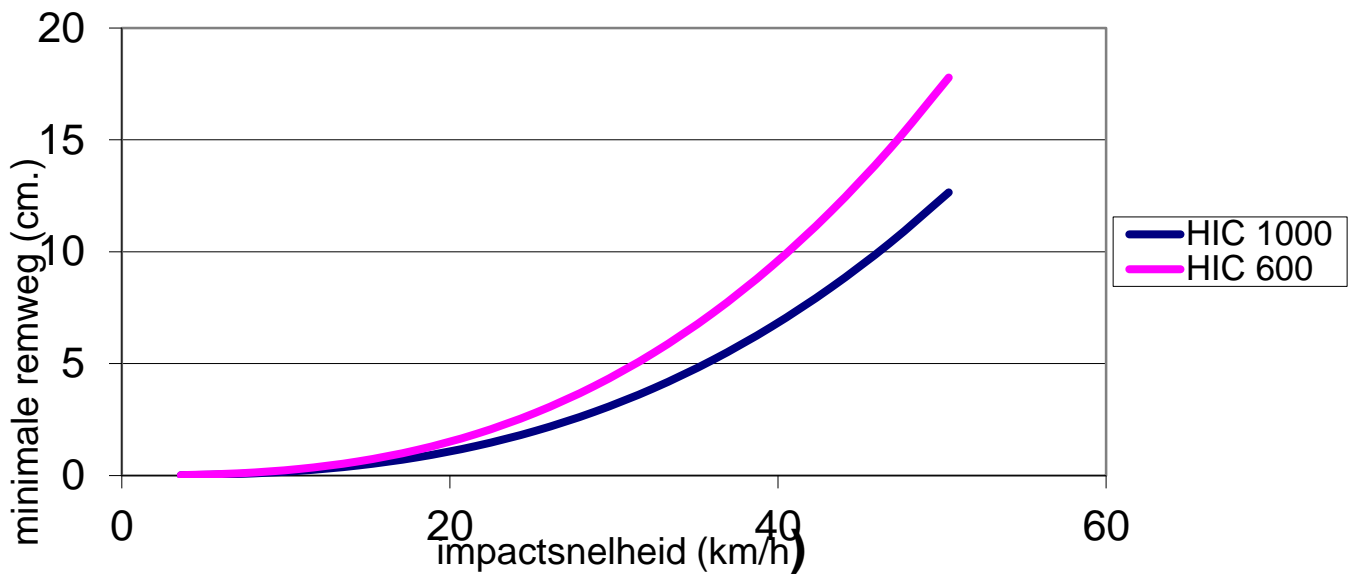
3.3 Verband tussen HIC, impactsnelheid en remweg

Het aardige van de HIC-grootte is, dat zij bepaald wordt door de gemiddelde vertraging en de duur van de vertraging. Daarmee kan het snelheidsverlies direct berekend worden. En met elementaire middelbare-school natuurkunde kan vervolgens ook de bijbehorende remweg berekend worden. Op deze manier kan een verband afgeleid worden tussen impactsnelheid, remweg en HIC. De berekening is bewerkelijk, vanwege de gebroken machten in de HIC-definitie, maar in wezen niet moeilijk. Het resultaat is

$$\text{Minimale remweg} = \frac{\text{snellheid}^{8/3}}{27,5 \cdot \text{HIC}^{2/3}}$$

waarin snelheid in km/h en de minimale remweg volgt in centimeters. De formule geeft aan dat de remweg niet korter kan zijn dan bovengenoemde waarde, gegeven de impactsnelheid en maximaal geaccepteerde HIC-waarde (een “no-go theorema”). De minimale remweg kan alleen korter worden door harder te remmen, hetgeen leidt tot grotere vertraging en daarmee grotere HIC. Bijbehorende grenswaarden zijn grafisch uitgezet als functie van de impactsnelheid voor de waarden HIC = 1000 sec. en HIC = 600 sec.

⁴ Het is een (slecht) gebruik om hier geen eenheid te vermelden, maar HIC is echt een dimensievolle grootte !



Grafiek: Theoretische minimale remweg als functie van de impactsnelheid, voor HIC = 600 sec (boven; norm voor ouderen) en HIC = 1000 (onder; norm voor volwassenen).

De conventionele dikte van de fietshelm is ongeveer 3 cm. Dit correspondeert met een maximale impactsnelheid van 30 km/h (HIC = 1000 sec.) of 25 km/h (HIC = 600 sec.).

Daarmee is het evident dat het niet eenvoudig is snelle fietsers, zoals wielrenners en mountainbikers (downhill) met een helm afdoende te beschermen tegen hoofdletsel. Het zijn dan ook juist deze groepen waar eerder genoemde zware ongevallen voorkomen. Met deze kennis is dat niet langer verrassend. Hierbij voegt zich momenteel een nieuwe groep: de berijders van de speed-pedelec. Deze bereiken – gemiddeld – nog hogere snelheden, op dit moment tot 45 km/h. Helmen dunner dan 9 cm. kunnen bij dergelijke snelheden de fietser niet afdoende tegen hoofdletsel beschermen.

Conclusie:

- Snelheden waartegen de conventionele fietshelm afdoende beschermt, liggen weinig hoger dan de NEN-norm van 20 km/h
- Het is theoretisch onmogelijk om de fietshelm te verbeteren zodanig dat hij afdoende beschermt tegen hoofdletsel voor impacts harder dan 30 km/h (25 km/h bij ouderen), zonder de dikte van de helm (wezenlijk) te vergroten.

4. Discussie

Verschillende takken van onderzoek naar de effectiviteit van de fietshelm hebben in het verleden nogal uiteenlopende resultaten opgeleverd. Case-control studies hebben traditioneel een veel hoger (positief) effect van de fietshelm gevonden dan andere studies, zoals tijdanalyses (Robinson, 2006). Voorstanders van het gebruik van de fietshelm hebben zich daarom altijd vooral op case-control studies beroepen (SWOV, 2012), waar tegenstanders vooral op de tijdanalyses gewezen hebben (Fietzersbond, 2011). Elvik (2011) heeft aangetoond dat de resultaten van de case-control studies geflatteerd zijn, onder andere door publicatie-bias die objectief statistisch vast te stellen is. Gecorrigeerd hiervoor vindt Elvik (2011) een netto positief effect van de fietshelm voor hoofdletsel van 15 %, met een dalende trend over de jaren. Dit is nog steeds hoger dan de resultaten van tijdanalyses, die herhaaldelijk hoegenaamd geen effect vinden (Robinson, 2006). Deze tegenstrijdige resultaten vormen in belangrijke mate de basis voor de verschillende standpunten in het fietshelmendossier. Sectie 2 van dit artikel heeft aangetoond dat de case-controlstudies naar fietshelmen van de afgelopen 25 jaar niet valide zijn. Daarmee vervalst het fundament voor de claims van de werkzaamheid van de

fietshelm en is de eerder genoemde paradox opgelost. Dit moet aanleiding zijn om de standpunten over de werkzaamheid van de fietshelm grondig en fundamenteel te herzien. Sectie 2 laat ook zien dat het risico voor een gehelmde fietser om enig soort van letsel op te lopen in het verkeer, aanzienlijk hoger is dan dat van ongehelmde. Dit wordt mede veroorzaakt door het verhoogde risico op het oplopen van niet-hoofdletsel. Maar ook het risico op het verkrijgen van hoofdletsel zou verhoogd kunnen zijn. Of dit het effect is van risico-compensatie in de eerste (Fyhri et al., 2009) of in de tweede persoon (Walker, 2007), blijft hier open voor speculatie.

Al eerder is aangetoond dat de maatschappelijke kosten/baten van helmpromotie negatief zijn (de Jong, 2012; Sieg, 2014). Dit is het directe gevolg van het gezondheidsverlies ten gevolge van minder fietsen door de fietshelm. Nu de effectiviteit van de fietshelm tegen het beschermen van hoofdletsel niet langer aannemelijk is, wint dit argument nog verder aan belang.

Sectie 3 van dit artikel onderzoekt de mate van protectie van de fietshelm tegen hoofdletsel als functie van de (impact)snelheid. Duidelijk wordt dat bij hogere impactsnelheden (vanaf 25 – 30 km/h afhankelijk van de leeftijd van het slachtoffer) een conventionele fietshelm niet afdoende kan beschermen tegen hoofdletsel. Ook duidelijk wordt dat het 'verbeteren' van de fietshelm een kansloze weg is: het is in strijd met het no-go theorema.

5. Aanbevelingen

Op grond van bovenstaande analyse en resultaten, kom ik voor de fietshelm tot de volgende aanbevelingen:

- Overheden stoppen met de eenzijdige promotie van de fietshelm, nu de werkzaamheid niet aangetoond is en het maatschappelijk rendement negatief is.
- Overheden zorgen voor een gebalanceerd beleidsdebat over de fietshelm en schuiven bijvoorbeeld niet standaard uitsluitend voorstanders van de fietshelm in relevante gremia (COST, Noaf 2014).
- Overheden stoppen met het financieren van campagnes van derden die de fietshelm eenzijdig promoten.
- Overheid, bedrijfsleven en belangenorganisaties (NTFU) geven goede voorlichting ook over de beperkingen van de fietshelm bij impact met hogere snelheden.
- NEN herformuleert de keuringseisen in termen van HIC en heeft hierbij aandacht voor de meest kwetsbare groep: ouderen.
- Voor de speed-pedelec, een speciaal soort bromfiets, blijven de strengere bromfietshelm-eisen van kracht.
- Om zwaar hoofdletsel bij tweezijdige aanrijdingen tussen fietser en personenauto te beperken wordt meer geïnvesteerd in het daar werkende instrument: de airbag.

Referenties

Diggers, K.H., 1998. Injury measurements and criteria.

[http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-020/\\$MP-020-\\$K2.PDF](http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-020/$MP-020-$K2.PDF)

Elvik, R., 2011. Publication bias and time trend analysis in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewall, Glase and McFadden, 2001. *Accident Analysis and Prevention* 43: 1245-1251.

Fietsberaad, 2014. Fietshelmen voor scholen met verkeersveiligheidslabel.

<http://www.fietsberaad.nl/?section=Nieuws&lang=nl&mode=newsArticle&newsYear=2014&repository=Fietshelm+voor+scholen+met+verkeersveiligheidslabel>

Fyhri, A., Bjørnskau, T. & Backer-Grøndahl, A., 2009. Syklister som bruker både hjelm og annet utstyr: Råest og farligst, <http://samferdsel.toi.no/article27673-1153.html>

Henn, J.-W., 1998. Crash Tests and the Head Injury Criterion. *Teaching mathematics and its applications* 17(4): 162-170.

MacKay, M., 2007. The increasing importance of the biomechanics of impact trauma. *Sadhana* 32(4): 397-408.

- McDermott, F.T., Lane, J.C., Brazenor, G.A. & Debney, E.A., 1993. The effectiveness of bicyclist helmets: a study of 1710 casualties. *The Journal of Trauma* 34: 834-845.
- Fietsersbond, 2011. Fietshelmen. <http://www.fietsersbond.nl/de-feiten/verkeer-en-veiligheid/fietshelmen#.VdRDVpfeJkF>
- Jong, P. de, 2012. The health impact of mandatory bicycle helmet laws. *Risk Analysis* 32: 782-790.
- Ormel, W., Klein Wolt, K. & Hertog, P. den, 2008. Enkelvoudige fietsongevallen. *Consument & Veiligheid*, Amsterdam.
- Noaf, 2014. Towards safer bicycling through optimization of bicycle helmets and usage⁵ - COST Action TU1101. <http://www.noaf.nl/index.cfm?page=Onderzoeken&view=detail&itemID=BA9B481E-DE36-C633-AF6DD471623C6723>.
- Pang, T.Y, Thai, K.T. & McIntosh, A.S., 2009. Head and neck dynamics in helmeted hybrid III impacts. *IRCOBI Conference York*: 315-318.
- Robinson, D.L., 2006. Do enforced bicycle helmet laws improve public health ? No clear evidence from countries that enforced the wearing of helmets. *British Medical Journal* 322: 722-725.
- Robinson, D.L., 2007. Bicycle helmet legislation: Can we reach a consensus ? *Accident Analysis and Prevention* 39: 86-93.
- Rodarius, C., Mordaka, J. & Versmissen, T., 2008. Bicycle safety in bicycle to car accidents. TNO report. 44 pp.
- Sieg, G., 2014. Costs and benefits of a bicycle helmet law for Germany. Institute of Transport Economics Münster working paper 21, Westfälische Wilhelms-Universität, 2014.
- SWOV, 2012. Factsheet fietshelmen. www.swov.nl/rapport/Factsheets/NL/Factsheet_Fietshelmen.pdf
- Thompson, R.S., Rivara, P.R. & Thompson, D.C., 1989. A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets. *The New England Journal of Medicine* 320: 1361-1367.
- Thompson, D.C., Thompson, R.S., Rivara, P.R. & Wolf, M.E., 1990. A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets in preventing facial injuries. *American Journal of Public Health* 80: 1471-1474.
- Walker, I., 2007. Drivers overtaking bicyclists: Objective data on the effects of riding position, helmet use, vehicle type and apparent gender, *Accident Analysis and Prevention* 39: 417-425.
- Wee, B. van, 2013. Ethiek en KBA: naar een checklist voor het meenemen van ethische consequenties van potentiële beleidsopties. *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*.
- Wikipedia, 2015. https://en.wikipedia.org/wiki/Case-control_study [bezocht 13 augustus 2015].
- Zeegers, Th., 2011. Waarom fietshelmen niet effectief zijn in het beperken van letsel van fietsers. *Nationaal Verkeerskunde Congres 2011*.
- Zeegers, Th., 2015. Overestimation of the effectiveness of the bicycle helmet by the use of odds ratios. Accepted by *Accident Analysis and Prevention*.

⁵ Over waarde vrije formuleringen gesproken....