

Smartphonegebruik en de kans op fietsongevallen: haalbaarheid van mogelijke onderzoeksmethoden

R-2020-11

SWOV



Auteurs



K.G. Kamphuis, MSc

Dr. A. Stelling-Kończak



Drs. I.N.L.G. van Schagen



Dr. ir. R.J. Jansen



Dr. W.P. Vlakveld

Ongevallen voorkomen
Letsel beperken
Levens redden

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-2020-11
Titel: Smartphonegebruik en de kans op fietsongevallen: haalbaarheid van mogelijke onderzoeksmethoden
Auteur(s): K.G. Kamphuis, MSc, dr. A. Stelling-Kończak, drs. I.N.L.G. van Schagen, dr. ir. R.J. Jansen & dr. W.P. Vlakveld
Projectleider: Dr. A. Stelling-Kończak
Projectnummer SWOV: S20.02.C

Projectinhoud: Dit rapport beschouwt twee verschillende onderzoeksmethoden waarmee het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen kan worden vastgesteld. De vereisten aan deze onderzoeksmethoden – en daarmee ook de haalbaarheid ervan – zijn geïnventariseerd en vergeleken. De eerste methode betreft een case-controlstudie, waarbij ongevalsbetrokken fietsers op de spoedeisende hulp wordt gevraagd naar de omstandigheden en hun gedrag voorafgaand aan het ongeval. De tweede methode is een zogeheten Naturalistic Cycling-studie, waarbij het ‘natuurlijke’ rijgedrag van fietsers tijdens hun dagelijkse ritten continu wordt vastgelegd door camera’s en meetapparatuur op de fiets, dus zowel onder ‘normale’ verkeersomstandigheden als in (bijna-)ongevalssituaties.

Aantal pagina’s: 50
Fotografen: Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten)
Uitgave: SWOV, Den Haag, 2020
Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

**De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is toegestaan met bronvermelding.**

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Beuzidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

 [@swov_nl](https://twitter.com/swov_nl) / [@swov](https://twitter.com/swov)  [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)

Samenvatting

Recent Amerikaans onderzoek onder automobilisten laat zien dat mobiel telefoongebruik waarbij een scherm wordt bediend, zoals het zoeken op internet of het schrijven van een tekstbericht, de kans op een ongeval met 2,5 keer vergroot. Of smartphonegebruik onder fietsers het risico op een fietsongeval in dezelfde mate verhoogt als bij automobilisten is niet bekend. Dit rapport beschouwt twee verschillende onderzoeksmethoden waarmee het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen kan worden vastgesteld. De vereisten aan deze onderzoeksmethoden – en daarmee ook de haalbaarheid ervan – zijn geïnventariseerd en vergeleken. De eerste methode betreft een case-controlstudie. Hierbij worden ongevalsbetroffen fietsers (de ‘cases’) op de spoedeisende hulp gevraagd naar smartphonegebruik voorafgaand aan het ongeval. Ter vergelijking wordt ook naar het smartphonegebruik in het gewone fietsverkeer gekeken, zonder ongeval (de ‘controls’). Bij de tweede methode – de zogeheten Naturalistic Cycling-studie (NC-studie) – wordt het normale, ‘natuurlijke’ rijgedrag van fietsers tijdens hun dagelijkse ritten in het verkeer continu vastgelegd door camera’s en meetapparatuur die op de fiets zijn geïnstalleerd. Zo zijn ook de omstandigheden en het fietsgedrag voorafgaand aan een ongeval terug te zien.

Het rapport beschrijft per onderzoeksmethode wat deze inhoudt, wat de voor- en nadelen zijn, hoe de gegevens over fietsongevallen en smartphonegebruik worden verzameld en hoe het ongevalsrisico door smartphonegebruik op basis van die gegevens wordt berekend. Aan de hand van een zogeheten ‘poweranalyse’ is voor verschillende scenario’s bepaald hoeveel deelnemers er bij de verschillende onderzoeken nodig zijn om een statistisch voldoende gefundeerde uitspraak te kunnen doen over het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen. Daarnaast zijn de kosten en de doorlooptijd van beide typen onderzoek berekend. De twee methoden zijn vervolgens op verschillende wetenschappelijke en organisatorische criteria gescoord en vergeleken (zie de tabel hieronder).

Vergelijking van 1) een case-controlstudie met 2) een NC-studie op basis van bijna-ongevallen en 3) een NC-studie op basis van daadwerkelijke ongevallen, op basis van verschillende wetenschappelijke en organisatorische criteria. -- zeer slecht, - slecht, 0 matig, + goed, ++ zeer goed.

Categorie	Criteria	Case-control					NC (bijna-ongevallen)					NC (ongevallen)				
		--	-	0	+	++	--	-	0	+	++	--	-	0	+	++
Wetenschappelijk	Interne validiteit															
	Externe validiteit															
	Ethische overwegingen															
	Bruikbaarheid															
Organisatorisch	Kosten															
	Doorlooptijd															
	Deelnemers															
	Techn. complexiteit															
	Informatiebeveiliging															

De wetenschappelijke criteria betreffen de interne en externe validiteit, ethische overwegingen, en de bruikbaarheid van de data voor andere onderzoeken. De organisatorische criteria hebben betrekking op kosten, doorlooptijd, benodigd aantal deelnemers, technische complexiteit en informatiebeveiliging. Bij de NC-methode is onderscheid gemaakt tussen onderzoek op basis van daadwerkelijke ongevallen en onderzoek op basis van bijna-ongevallen. In naturalistic onderzoek worden vaak bijna-ongevallen gebruikt in plaats van ongevallen, aangezien echte ongevallen weinig voorkomen. Een bijna-ongeval is een situatie waarin een ongeval nog net voorkomen kan worden doordat één van de twee betrokken partijen ingrijpt.

De vergelijking van de twee onderzoeksmethoden laat zien dat de case-controlmethode beter scoort op de organisatorische criteria doordat de methode minder kost en technisch minder complex is. Afhankelijk van het type smartphonegebruik waarvan het ongevalsrisico vastgesteld moet worden (bellen, bedienen van een scherm of luisteren naar muziek), is de NC-studie op basis van bijna-ongevallen twaalf tot dertien keer zo duur als een case-controlstudie. De NC-studie op basis van daadwerkelijke ongevallen is op haar beurt 33 keer zo duur als dezelfde studie-opzet op basis van bijna-ongevallen.

Het nadeel van de case-controlmethode is echter dat deze onderzoeksmethode afhankelijk is van zelfrapportage, waarbij het geheugen van de ongevalsbetrokken fietser en de sociale wenselijkheid van de antwoorden een rol kunnen spelen. Daarnaast kan het bevragen van slachtoffers over hun gedrag ten tijde van het ongeval als bezwaarlijk worden ervaren. Hierdoor scoort de case-controlstudie lager op de wetenschappelijke criteria interne validiteit en ethische overwegingen. De NC-methode maakt geen gebruik van zelfrapportage om het smartphonegebruik en de omstandigheden voorafgaand aan het (bijna-)ongeval vast te stellen. Deze worden met behulp van camera's en sensoren geregistreerd. De NC-methode scoort hierdoor hoger en dus beter op de wetenschappelijke criteria.

Hoewel de organisatorische criteria zeker van belang zijn bij het opzetten van een studie, wegen de wetenschappelijke criteria zwaarder. Deze bepalen immers of de eventuele invloed van smartphonegebruik op fietsongevallen valide aangetoond kan worden. Uitgaande van de wetenschappelijke criteria is de NC-methode de betere keus. De kosten verbonden aan de NC-studie zijn echter zeer hoog, met name wanneer het onderzoek gebaseerd wordt op daadwerkelijke ongevallen en gericht is op een type smartphonegebruik waarvan het verwachte ongevalsrisico laag is (zoals bij bellen of luisteren naar muziek). Beter uitvoerbaar en daarom aan te bevelen, is een grootschalige NC-studie op basis van bijna-ongevallen, en gericht op het risico van het bedienen van een smartphonescherm. De kosten van een dergelijke studie zijn nog steeds zeer hoog: ruim 1 miljoen euro (ter vergelijking: eenzelfde NC-studie gebaseerd op daadwerkelijke ongevallen kost minstens 24 miljoen euro). Echter, als het NC-onderzoek goed wordt opgezet en verder technisch gezien uitvoerbaar en te bekostigen is, kan daarmee waardevol inzicht worden verkregen in het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen. Daarnaast wordt in NC-onderzoek een schat aan gegevens verzameld die voor tal van andere studies naar fietsgedrag en mogelijke oorzaken van fietsongevallen gebruikt kunnen worden, zoals onderzoek naar de interactie tussen verschillende fietspadgebruikers, roodlichtnegatie bij fietsers, of de rol van de kwaliteit van de fietsinfrastructuur bij fietsongevallen.

Summary

Smartphone use and the risk of bicycle crashes: feasibility of potential research methods

Recent American research shows that accessing the screen of a mobile phone while driving, e.g. for searching the internet or for texting, increases crash risk 2.5 times. Whether smartphone use among cyclists increases the crash risk to the same extent, is still unknown. This report considers two different research methods to determine the risk of a bicycle crash for cyclists using a smartphone. The requirements for both research methods – and thus their feasibility – have been inventoried and compared. The first method concerns a case-control study for which cyclists involved in a crash (the cases) are questioned in the emergency room about their smartphone use prior to the crash. For comparison, smartphone use among ordinary cyclists not involved in crashes (the controls) is also looked at. In the second method – a so-called Naturalistic Cycling study (NC study) – ordinary ‘natural’ behaviour of cyclists during their daily rides in traffic is continually recorded by cameras and monitoring equipment installed on the bicycle. Thus, the traffic conditions and the cycling behaviour prior to a crash are retrievable.

For each research method, the report describes what it entails, what the advantages and disadvantages are, how the data about bicycle crashes and smartphone use are collected, and how the crash risk of smartphone use is calculated on the basis of these data. For different scenarios, a so-called power analysis has been carried out to determine how many participants are needed to allow for a statistically reliable assessment of the crash risk for cyclists using smartphones. In addition, the cost and lead time of both types of research have been calculated. Both methods have then been scored and compared on different scientific and organisational criteria (see the table below).

Comparison of the scores on different scientific and organisational criteria between 1) a case-control study with 2) an NC study on the basis of near-crashes and 3) an NC study on the basis of actual crashes. -- very poor, - poor, 0 moderate, + good, ++ very good.

Category	Criteria	Case-control					NC (near-crashes)					NC (crashes)					
		--	-	0	+	++	--	-	0	+	++	--	-	0	+	++	
Scientific	Internal validity																
	External validity																
	Ethical considerations																
	Usability																
Organisational	Cost																
	Lead time																
	Participants																
	Techn. complexity																
	Data security																

The scientific criteria relate to the internal and external validity, to ethical considerations, and to the usability of the data for other studies. The organisational criteria relate to cost, lead time, required number of participants, technical complexity, and data security. For the NC method, a distinction has been made between research on the basis of actual crashes and research on the basis of near-crashes. Since actual crashes are rare events, near-crashes are often used in naturalistic research instead. A near-crash is a situation in which a crash is only just prevented by the intervention of either party involved.

The comparison between the two research methods shows that the case-control study has higher scores on the organisational criteria because it is less expensive and technically less complex. Depending on the type of smartphone use for which the crash risk has to be determined (phoning, accessing the screen or listening to music), the NC study based on near-crashes is 12 to 13 times more expensive than the case-control study. In turn, the NC study based on actual crashes is 33 times more expensive than the same study design using near-crashes.

The downside of the case-control method though, is that it depends on self-reporting by the cyclists involved in crashes, which may be affected by recall and the social desirability bias. In addition, casualties may feel uncomfortable being questioned about their behaviour at the time of the crash. That is why the case-control study shows lower scores for internal validity and ethical considerations. The NC method does not rely on self-reporting to determine smartphone use and the conditions prior to the (near-)crash, since they are registered by cameras and sensors. Therefore, the NC method shows higher scores on the scientific criteria.

Although organisational criteria are definitely important when setting up a study, they are outweighed by scientific criteria. After all, the latter criteria determine whether there is valid proof of an effect of smartphone use on bicycle crashes. In the light of scientific criteria, the NC methodology is the better choice. Yet, the cost involved in an NC study is very high, particularly when the study is based on actual crashes and aimed at the type of smartphone use with an expected low crash risk (such as phoning or listening to music). More feasible and therefore recommended is a large-scale NC study based on near-crashes, and aimed at the risk of accessing a smartphone screen. The cost of such a study will still be rather high: over 1 million euros (by comparison: a similar NC study based on actual crashes will cost at least 24 million euros). Yet, if the NC study is well-designed, technically feasible and fundable, valuable insights into the risk of bicycle crashes associated with smartphone use may be gained. In addition, NC studies collect a wealth of data that may be used for numerous other studies of cycling behaviour and possible causes of bicycle crashes. Examples are studies of the interaction between different cycle lane users, red light negotiation by cyclists, or the role the quality of the cycling infrastructure plays in bicycle crashes.

Inhoud

1	Inleiding	10
2	Case-controlstudie op basis van ziekenhuis- of ambulancedata	12
2.1	Wat is een case-controlstudie?	12
2.2	Hoe komen we aan de 'cases'?	13
2.3	Hoe komen we aan de 'controls'?	15
2.4	Poweranalyse case-controlstudie	15
2.4.1	Prevalentie	16
2.4.2	Het verwachte ongevalsrisico	16
2.4.3	De control-caseratio	16
2.4.4	Resultaten van de poweranalyse	17
2.5	Doorlooptijd	18
2.6	De kosten van de case-controlstudie	19
3	Naturalistic Cycling-studie	21
3.1	Wat is naturalistic onderzoek?	21
3.2	Hoe worden naturalistic data verzameld en verwerkt?	22
3.3	Hoe komen we aan de 'cases'?	23
3.4	Hoe komen we aan de 'controls'?	23
3.5	Poweranalyse NC-studie	24
3.5.1	Prevalentie	24
3.5.2	Het verwachte ongevalsrisico	24
3.5.3	De control-caseratio	25
3.5.4	Resultaten van de poweranalyse	25
3.6	Benodigde fietskilometers en deelnemers	27
3.7	Doorlooptijd en het aantal geïnstrumenteerde fietsen	29
3.8	De kosten van de NC-studie	30
3.9	Aandachtspunten bij naturalistic onderzoek	32
3.9.1	Steekproef	32
3.9.2	Externe factoren	32
3.9.3	Bijna-ongevallen	32
3.9.4	Instrumentatie	32
3.9.5	Control-caseratio	33
3.9.6	Leeftijd van de deelnemer	33
3.9.7	'Model-verkeersgedrag' versus 'al het verkeersgedrag'	33
4	Vergelijking case-control- en NC-studie	34
4.1	Wetenschappelijke criteria	34
4.1.1	Interne validiteit	34
4.1.2	Externe validiteit	35
4.1.3	Ethische overwegingen	35
4.1.4	Bruikbaarheid data ander onderzoek	35

4.2	Organisatorische criteria	36
4.2.1	Kosten	36
4.2.2	Doorlooptijd	36
4.2.3	Aantal deelnemers	36
4.2.4	(Technische) complexiteit	36
4.2.5	Informatiebeveiliging	37
4.3	Het Harris-profiel	37
5	Conclusie	38
	Literatuur	40
Bijlage A	Kosten case-controlstudie	44
Bijlage B	Kosten NC-studie	46
Bijlage C	Kosten ontwikkeling DAS	48

1 Inleiding

Het aantal verkeersdoden onder fietsers is in de recente jaren niet duidelijk afgenomen en laat in de periode 2009-2018 zelfs een statistisch significante stijging zien (Weijermars et al., 2019). Van de ernstig verkeersgewonden die zijn geregistreerd in 2018, viel bijna twee derde onder fietsers. Afleiding wordt steeds vaker erkend als belangrijke risicofactor in het verkeer (Stelling-Kończak & Hagenzieker, 2012); vaak wordt daarbij smartphonegebruik genoemd. Het gebruik van de telefoon tijdens het fietsen blijkt met name populair te zijn onder jongere fietsers: tieners en jongvolwassenen (Broeks & Zengerink, 2017; Christoph, Van der Kint & Wesseling, 2017; Stelling-Kończak et al., 2017a). Een observatiestudie uitgevoerd in april 2019 laat zien dat 28% van de geobserveerde fietsers bezig was met hun mobiele telefoon, met name om naar muziek te luisteren (Broeks & Bijlsma-Boxum, 2019). In de leeftijdscategorie 18 tot 25 jaar gebruikte de helft van de fietsers hun telefoon, gevolgd door de groep 12- tot 18-jarigen waarvan 35% de telefoon op de fiets gebruikte. Fietsers onder de 12 jaar en boven de 50 jaar maakten zelden gebruik van de telefoon tijdens het fietsen (respectievelijk 1% en 4%).

Onderzoek laat zien dat smartphonegebruik tijdens het fietsen een negatieve invloed heeft op het fietsgedrag (Ahlstrom et al., 2016; Terzano, 2013; De Waard, Edlinger & Brookhuis, 2011). Fietsers die een telefoongesprek voeren of tekstberichten typen of lezen, fietsen langzamer, missen vaker relevante informatie en gedragen zich vaker onveilig (Terzano, 2013; De Waard et al., 2010). Fietsers reageren trager tijdens het voeren van een telefoongesprek, en missen vaker relevante verkeersgeluiden, zoals een fietsbel (De Waard, Edlinger & Brookhuis, 2011). Fietsers die bezig zijn met het typen van tekstberichten rijden bovendien meer in het midden van het fietspad en slingeren meer dan wanneer ze ‘gewoon’ aan het fietsen zijn (De Waard et al., 2010). Deze negatieve gedragseffecten van het smartphonegebruik brengen risico’s met zich mee. Mede daarom is het sinds 1 juli 2019 wettelijk verboden een smartphone vast te houden tijdens het fietsen.

Het is bekend dat smartphonegebruik tot een hoger risico op een verkeersongeval bij automobilisten leidt (zie bijvoorbeeld Dingus et al., 2019). Tot nu toe is het echter onduidelijk of smartphonegebruik – behalve negatieve gedragseffecten – ook een hoger ongevalsrisico bij fietsers veroorzaakt. De beschikbare studies betreffen vragenlijstsonderzoeken waarvan de resultaten niet eenduidig zijn. Uit sommige vragenlijststudies blijkt dat fietsers die apparatuur gebruiken naar eigen zeggen vaker betrokken zijn bij een ongeval (Goldenbeld, Houtenbos & Ehlers, 2010; Puchades et al., 2018), andere studies vonden dit effect niet. Zo had in een vragenlijststudie van Hollingworth, Harper & Hamer (2015) het dragen van een koptelefoon tijdens het fietsen (wat duidt op het luisteren naar muziek of handsfree bellen) geen invloed op het ongevalsrisico. Ook in de studie van Stelling-Kończak et al. (2017a) is geen relatie gevonden tussen het luisteren naar muziek en het aantal gerapporteerde incidenten. Evenmin is in die studie een verband gevonden tussen het voeren van een telefoongesprek en het aantal gerapporteerde incidenten. Opmerkelijk zijn de resultaten van een vragenlijstsonderzoek van VeiligheidNL (2017). Deze suggereren dat fietsers die hun telefoon gebruiken juist minder vaak bij fietsongevallen betrokken zijn dan fietsers die dit nooit doen. Gezien de uiteenlopende resultaten van de hierboven genoemde studies, is aanvullend onderzoek nodig voor het beantwoorden van de vraag ‘In hoeverre leidt smartphonegebruik op de fiets tot een grotere kans op ongevallen?’

Dit rapport inventariseert de vereisten aan – en daarmee ook de haalbaarheid van – twee verschillende onderzoeksmethoden waarmee de bovenstaande onderzoeksvraag kan worden beantwoord: 1) een case-controlstudie gebaseerd op ziekenhuis- of ambulancegegevens, en 2) een case-cohortstudie gebaseerd op Naturalistic Cycling-data. De methoden worden in meer detail beschreven in respectievelijk *Hoofdstuk 2* en *Hoofdstuk 3*. Om de haalbaarheid van de onderzoeksmethoden te beoordelen worden ze in *Hoofdstuk 4* met elkaar vergeleken op zowel wetenschappelijke criteria (zoals validiteit, ethische kwesties, bruikbaarheid van de data voor ander onderzoek) als organisatorische criteria (zoals benodigd aantal deelnemers, doorlooptijd, kosten, technische complexiteit en informatiebeveiliging). *Hoofdstuk 5* bevat de conclusies.

2 Case-controlstudie op basis van ziekenhuis- of ambulancedata

In dit hoofdstuk beschrijven we allereerst wat een case-controlstudie naar het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen inhoudt (*Paragraaf 2.1*) en waar de casussen ('cases') en controles ('controls') uit bestaan (*Paragrafen 2.2 en 2.3*). Vervolgens wordt er aan de hand van een poweranalyse bepaald hoeveel deelnemers nodig zullen zijn om een dergelijke studie uit te voeren (*Paragraaf 2.4*). Als laatste wordt de doorlooptijd geschat (*Paragraaf 2.5*) en worden de kosten van de case-controlstudie geschat op basis van de gegevens uit de poweranalyse (*Paragraaf 2.6*).

2.1 Wat is een case-controlstudie?

Een case-controlstudie is een onderzoeksmethode waarbij twee groepen met elkaar vergeleken worden om mogelijke factoren die leiden tot een gebeurtenis te achterhalen. Case-controlstudies worden vaak gebruikt in onderzoek naar ziektes, waar de gebeurtenis de ziekte is (bijvoorbeeld longkanker), en waarbij onderzocht wordt wat de mogelijke risicofactoren zijn voor deze ziekte (bijvoorbeeld roken). Deze methode kan ook gebruikt worden om te onderzoeken wat de risicofactoren zijn voor het krijgen van een ongeval. De mate waarin een risicofactor bijdraagt aan de kans op een ongeval wordt uitgedrukt in een zogeheten odds ratio (OR), een verhouding (ratio) van de kansen (odds): de kans op een ongeval gedeeld door de kans op geen ongeval. Deze maat kan echter alleen gebruikt worden als de kans op de gebeurtenis, in dit geval een ongeval, relatief klein is (de 'rare disease'-aanname).

In het specifieke geval waarin we willen weten of het gebruik van een smartphone leidt tot een hogere kans op een ongeval, zullen twee groepen moeten worden onderzocht: fietsers met een ongeval (de 'cases') en fietsers zonder ongeval (de 'controls'). Van deze cases en controls wordt vervolgens bepaald wie vaker de smartphone heeft gebruikt. Bij de cases wordt daarbij gekeken naar het smartphonegebruik net voor het ongeval, en bij de controls gedurende een observatie van dezelfde duur, in vergelijkbare omstandigheden. In de praktijk betekent dit dat er om de odds ratio te kunnen schatten, vier observaties nodig zijn:

1. het aantal fietsers met ongeval en smartphonegebruik;
2. het aantal fietsers met ongeval zonder smartphonegebruik;
3. het aantal fietsers zonder ongeval maar met smartphonegebruik;
4. het aantal fietsers zonder ongeval zonder smartphonegebruik.

Een odds ratio groter dan 1 betekent dat een activiteit, bijvoorbeeld smartphonegebruik op de fiets, meer risico met zich meebrengt dan 'gewoon' fietsen, terwijl een odds ratio kleiner dan 1 juist op een lager risico duidt. Een odds ratio van bijvoorbeeld 2 geeft aan dat de kans op een fietsongeval twee keer zo hoog ligt indien er een smartphone gebruikt wordt dan in situaties waarin geen smartphone wordt gebruikt. Naast de waarde voor de grootte van het effect (de odds ratio), wordt vaak ook de mate van betrouwbaarheid van deze waarde geschat, die wordt

uitgedrukt als het 95%-betrouwbaarheidsinterval (BI). Wanneer dit betrouwbaarheidsinterval de waarde 1 omvat (bijv. BI 95% = 0,5-1,5) is de odds ratio statistisch niet significant.

Binnen het verkeersveiligheidsonderzoek is de case-controlmethode onder andere toegepast voor het schatten van het risico op een ongeval na het gebruik van alcohol of drugs; zie bijvoorbeeld de projecten IMMORTAL (Mathijssen & Houwing, 2005) en DRUID (Berghaus et al., 2011). Daarbij is nagegaan of bestuurders, die na een verkeersongeval waren opgenomen in een ziekenhuis, alcohol of drugs hadden gebruikt (cases), en dit is vergeleken met het gebruik van alcohol of drugs van bestuurders in het normale verkeer (controls). Het risico van smartphonegebruik voor fietsers kunnen we op vergelijkbare wijze bepalen.

Bij de uitwerking van de methodiek moeten we een aantal keuzes maken, die enerzijds van invloed zijn op de betrouwbaarheid en validiteit van de uitkomsten van het onderzoek en anderzijds op de kosten en doorlooptijd: 1) Wat is de beste methode om 'cases' te vinden? 2) Wat is de beste methode om 'controls' te vinden? en 3) Hoeveel cases en controls zijn er nodig om een goede schatting van de odds ratio te kunnen doen? Deze vragen worden in de volgende drie paragrafen verder uitgewerkt.

2.2 Hoe komen we aan de 'cases'?

Om aan 'cases' te komen, ofwel ongevalsbetrokken fietsers, is samenwerking met ziekenhuizen of ambulancediensten onontbeerlijk. Het is momenteel nog niet gebruikelijk om een fietser die binnenkomt na een ongeval op de eerstehulpafdeling al te vragen of zij een smartphone hebben gebruikt direct voorafgaand aan het ongeval. Het is belangrijk voor onze onderzoeksvraag dat ongevalsbetrokken fietsers die vraag wel krijgen, en wel op een van de volgende manieren:

- elke ongevalsbetrokken fietser deze vraag voorleggen: de ideale situatie;
- willekeurig ongevalsbetrokken fietsers de vraag voorleggen: geen ideale situatie, maar niet direct problematisch.

Wat voorkomen dient te worden is dat systematisch sommige fietsers wel en sommige niet de vraag krijgen voorgelegd (bijvoorbeeld alleen fietsers die op een bepaalde avond worden binnengebracht, alleen jonge fietsers, of alleen fietsers op een bepaalde ziekenhuisafdeling), omdat de schatting hierdoor mogelijk vertekend wordt. Het zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat fietsers die op vrijdagavond worden binnen gebracht, relatief vaak hun smartphone gebruiken.

Om tevens te kunnen onderzoeken welke activiteiten met een smartphone een risicoverhogend effect hebben, zou ook gevraagd moeten worden wat de ongevalsbetrokken fietsers vlak voor het ongeval met de smartphone aan het doen waren: muziek luisteren, handsfree/handheld een gesprek voeren, of het scherm bedienen (bijvoorbeeld lezen van berichten of informatie, typen van berichten, telefoonnummers intoetsen, et cetera). Daarnaast moeten enkele gegevens van het ongeval worden genoteerd, zoals waar en wanneer het ongeval plaatsvond (onder andere type locatie, weekdag, tijdstip, seizoen), wie erbij betrokken waren (onder andere leeftijd en sekse van de fietser, type fiets, en eventuele betrokken tegenpartij), en de omstandigheden waarin het ongeval plaatsvond (waaronder het weer en de staat van het wegdek). Deze factoren kunnen opgenomen worden in een verklarend model (bijvoorbeeld logistische regressie), maar kunnen ook worden gebruikt om de controls beter te kunnen selecteren. Het heeft bijvoorbeeld geen zin om een fietsongeval op een regenachtige avond te vergelijken met een controle op een zonnige middag. De uitkomst (d.w.z. het fietsongeval) zou dan te wijten kunnen zijn aan het tijdstip of de weersomstandigheden.

Bij deze aanpak zijn er twee belangrijke valkuilen:

1. Medewerking van ziekenhuizen/ambulances

In hoeverre kunnen we de medewerking van ziekenhuizen/ambulances realiseren en hoe volledig/betrouwbaar is vervolgens hun informatie? Ervaringen bij IMMORTAL, een onderzoek naar drugsgebruik in het verkeer, hebben laten zien dat samenwerking niet eenvoudig is; indertijd zijn daarvoor speciale verpleegkundigen ingehuurd. Binnen IMMORTAL werden deze verpleegkundigen ingezet om bloed- en urinemonsters af te nemen bij bestuurders die na een ongeval op de eerste hulpafdeling terechtkwamen. In de controleconditie werden bestuurders aan de kant van de weg over het onderzoek geïnformeerd, werden ze ondervraagd en werden er, na hun instemming, bloed- en urinemonsters afgenomen (Mathijssen & Houwing, 2005). Aan het inhuren van medisch personeel zijn kosten verbonden. Ook is vermoedelijk een medisch-ethische goedkeuring nodig. Een dergelijke goedkeuringsprocedure zal vooral veel tijd vergen.

2. Betrouwbaarheid van de verklaringen en het geheugen van de ongevalsbetrokken fietser

Een deel van ongevalsbetrokken fietsers heeft door het opgelopen letsel bij het ongeval geen herinnering meer, of zeer beperkte herinneringen, aan de gebeurtenissen. Bij de ongevals-betrokken fietsers die wel herinneringen aan het ongeval hebben, speelt de vraag in hoeverre zij bereid zijn eerlijk te vertellen over het al dan niet gebruiken van hun smartphone voorafgaand aan of tijdens het ongeval. Het is niet helemaal uit te sluiten dat (sommige) ongevalsbetrokken fietsers sociaal wenselijke antwoorden zullen geven, dus het smartphonegebruik niet zullen toegeven, om een positieve indruk te wekken. Uiteraard zal worden aangegeven dat deze informatie alleen voor onderzoek wordt gebruikt, maar het is maar de vraag of dit afdoende is om een eerlijk antwoord te krijgen. Het is tenslotte wettelijk verboden om de telefoon in de hand vast te houden tijdens het fietsen. Voor kinderen en tieners geldt dat ouders veelal aanwezig zullen zijn als er naar het smartphonegebruik wordt gevraagd. Dit kan de bereidheid verminderen om het telefoongebruik ten tijde van het ongeval toe te geven.

Om een betrouwbaarder beeld van het smartphonegebruik te krijgen zou het in theorie beter zijn om de telefoonmaatschappij te vragen gegevens van ongevalsbetrokken fietsers vrij te geven over het gebruik van de telefoon ten tijde van het ongeval. Hieraan kleeft echter ook een aantal bezwaren: 1) het tijdstip van het ongeval moet heel nauwkeurig zijn geregistreerd om goed te kunnen bepalen of fietsers net voor het ongeval hun telefoon gebruikten, 2) de juiste telefoon moet gekoppeld worden aan de persoon die net een ongeval heeft gehad, en 3) het vrijgeven van informatie over telefoongebruik is een privacygevoelige kwestie.

Een alternatief is om te werken via het diepteonderzoekprotocol. Daarbij informeert de politie SWOV als er een verkeersongeval met een gewonde fietser heeft plaatsgevonden. Vervolgens neemt het diepteonderzoekteam contact op met het slachtoffer om hem/haar persoonlijk te interviewen over de omstandigheden en mogelijke oorzaken van het ongeval. Voordeel van deze aanpak is dat SWOV eigen data verzamelt en dat mensen mogelijk eerlijker zijn tegen een onderzoeker dan tegen medisch personeel of de politie, over smartphonegebruik voorafgaand aan het ongeval. De diepteonderzoeksmethode heeft echter ook enkele belangrijke nadelen:

- Medewerking is op basis van vrijwilligheid, waardoor de deelnemers mogelijk niet representatief zijn voor de groep fietsers met een ongeval.
- De interviews vinden enige tijd na het ongeval plaats, waardoor mensen zich het smartphonegebruik en bepaalde ongevalsomstandigheden, die relevant zijn voor het bepalen van de controls, mogelijk niet of niet meer goed herinneren.
- Deze aanpak is zeer arbeidsintensief, zeker gezien het benodigde aantal cases (zie *Paragraaf 2.4.4*).

2.3 Hoe komen we aan de ‘controls’?

Om het ongevalsrisico van smartphonegebruik vast te stellen via een case-controlbenadering is het van groot belang om zo goed mogelijk uit te sluiten dat andere, met smartphonegebruik samenhangende factoren en omstandigheden het risico verklaren. Als je als cases bijvoorbeeld vooral jonge mensen hebt, die relatief veel gebruikmaken van een smartphone, en vervolgens als controls vooral mensen van middelbare leeftijd of ouderen (die veel minder vaak een smartphone gebruiken) observeert om de prevalentie in het werkelijke verkeer te bepalen, krijg je naar alle waarschijnlijkheid een grote overschatting van het risico. Op eenzelfde manier is het niet gewenst om het smartphonegebruik van fietsers die in de avond of nacht bij een ongeval betrokken waren te vergelijken met dat van fietsers overdag. De prevalentie van het smartphonegebruik bij niet-ongevalsbetrokken fietsers moet dus bekeken worden in zo veel mogelijk dezelfde omstandigheden (dag, tijd, weg(type), infrastructurele kenmerken) en bij dezelfde groep (leeftijd, sekse, type fiets). Uiteraard kan nooit voor alle potentieel relevante factoren gecontroleerd worden, maar het is zaak om dit in elk geval voor de belangrijkste wel te doen.

De controls kunnen het beste worden verkregen door middel van observaties langs de weg zodat objectieve en betrouwbare data kunnen worden verzameld. Hiervoor worden getrainde observatoren ingezet die op verschillende momenten op verschillende locaties langs de weg bijhouden wat het smartphonegebruik is onder niet-ongevalsbetrokken fietsers. Voor elke geobserveerde fietser worden de hierboven genoemde potentieel relevante gegevens genoteerd, waarna het smartphonegebruik van cases en controls die op die gegevens overeenkomen, kan worden vergeleken.

Bij het vinden van controls wordt een aantal praktische problemen voorzien:

1. Sommige observaties zullen op dagen/tijden moeten plaatsvinden buiten gebruikelijke werkuren.
2. Het inplannen van observaties is lastig omdat rekening gehouden moet worden met niet goed te voorspellen factoren zoals de weersomstandigheden.

Beide problemen zijn niet onoverkomelijk, maar hebben wel effect op de personeelskosten. Dit kosteneffect zou beperkt kunnen blijven wanneer er (ook) studenten ingehuurd en getraind worden voor het observatiewerk.

2.4 Poweranalyse case-controlstudie

Het is belangrijk om van tevoren na te gaan hoe groot de steekproef van cases en controls moet zijn om te zorgen dat een eventueel effect van smartphonegebruik ook daadwerkelijk wordt waargenomen in de studie en dat niet ten onrechte wordt geconcludeerd dat er geen effect is. Met andere woorden: het onderzoek moet voldoende ‘statistische power’ hebben (voldoende kans om de nulhypothese dat de odds ratio gelijk is aan 1, te verwerpen). Om te kunnen berekenen hoeveel cases nodig zijn voor voldoende statistische power, moeten we het volgende weten:

1. De gewenste statistische power: algemeen gebruikelijk is om de statistische power op 80% te zetten, dat wil zeggen dat de kans om een werkelijk effect in de steekproef aan te tonen, in de studie 80% is.
2. De verwachte prevalentie van het te bestuderen gedrag: hoe vaker het bestudeerde gedrag voorkomt, hoe kleiner de steekproef kan zijn.
3. De omvang van het effect dat verwacht wordt: hoe groter het te verwachten effect, hoe kleiner de steekproef kan zijn. Het vaststellen van het te verwachten effect, in dit geval het ongevalsrisico (de odds ratio) van smartphonegebruik, is echter lastig. Als we dat precies wisten, zou de studie immers niet nodig zijn.
4. Het aantal controls per case: een toename van het aantal controls per case verlaagt het aantal cases dat benodigd is om met voldoende statistische power een effect aan te kunnen tonen.

2.4.1 Prevalentie

Bij de poweranalyse hebben we gerekend met een vereiste power van 80% en met drie prevalentieniveaus – 3%, 4% en 22% – voor verschillende typen smartphonegebruik. De prevalenties zijn gekozen op basis van een recente observatiestudie, uitgevoerd in april 2019, waarin op tien locaties binnen Nederland naar smartphonegebruik onder fietsers werd gekeken (Broeks & Bijlsma-Boxum, 2019). In deze studie belde 1% van de fietsers handsfree en 2% handheld (samen 3%). Daarnaast bediende 4% van de fietsers een scherm en luisterde 22% naar muziek. Rekening houdend met het feit dat het vasthouden van de telefoon tijdens het fietsen sinds 1 juli 2019, dus enkele maanden na de observatiestudie, door de wet verboden is, zou de prevalentie van telefoongebruik onder fietsers gewijzigd kunnen zijn. We weten echter niet of de nieuwe wetgeving de prevalentie van telefoongebruik onder fietsers heeft beïnvloed en zo ja, in welke mate, en gaan daarom uit van de prevalenties uit de observatiestudie: 3% voor bellen, 4% voor het bedienen van een scherm en 22% voor het luisteren van muziek. In deze poweranalyse wordt bepaald hoeveel cases, dat wil zeggen ongevalsbetrokken fietsers, nodig zijn om met voldoende zekerheid iets te kunnen zeggen over het ongevalsrisico van elk van deze drie typen smartphonegebruik.

2.4.2 Het verwachte ongevalsrisico

In de poweranalyse hebben we vijf odds ratio's (OR's) gebruikt: 1,2, 1,4, 1,6, 2,5 en 3,5. De OR van 3,5 is gebaseerd op Naturalistic Driving¹-onderzoek onder automobilisten in de Verenigde Staten (Dingus et al., 2016) waarin gevonden is dat alle handelingen met een smartphone samen het risico op een ongeval 3,5 keer verhoogde. Recente heranalyses (Dingus et al., 2019) van deze data lieten een odds ratio van 2,5 zien voor het bedienen van een scherm. Naturalistic Driving-onderzoek laat zien dat met name activiteiten waarbij men van de weg af kijkt (we spreken dan van visuele afleiding) het risico op een ongeval verhogen (Klauer et al., 2006; Klauer et al., 2010). Voor het voeren van een telefoongesprek, zowel handheld als handsfree, is voor automobilisten geen risicoverhogend effect gevonden. Het effect van het luisteren naar muziek is niet onderzocht.

De lagere OR's (1,2, 1,4 en 1,6) zijn meegenomen in onze poweranalyse omdat het ongevalsrisico van smartphonegebruik voor fietsers zou kunnen verschillen van dat voor automobilisten. Het is bijvoorbeeld denkbaar dat, aangezien de fiets een balansvoertuig is, handheld bellen het risico op een fietsongeval wel verhoogt. Handheld telefoongebruik zorgt ervoor dat de fietser met één hand aan het stuur of met losse handen fietst (Broeks & Zengerink, 2016; De Waard et al., 2010). De fietser is daardoor minder goed in staat zichzelf in balans te houden, zeker bij het maken van een noodstop (AVV, 2006). Aan de andere kant rijden fietsers met minder hoge snelheden dan automobilisten, waardoor ze doorgaans meer tijd hebben om op een gevaarlijke situatie te reageren.

2.4.3 De control-caseratio

Bij het berekenen van het aantal benodigde cases, is het van belang om ook voldoende controles te selecteren. Het aantal controls per case (de control-caseratio) beïnvloedt de kans dat een risico verkeerd wordt ingeschat: bij meer controls per case wordt die kans kleiner (Wijayaratna et al., 2019). Er lijkt op dit moment in de literatuur geen harde richtlijn te zijn voor een optimale control-caseratio, terwijl de gekozen control-caseratio wel grote gevolgen heeft voor de inspanningen en de totale kosten van het onderzoek. Volgens Dupont (1988) geldt in het algemeen dat er minder cases nodig zijn voor het vinden van een significant effect naarmate het aantal controls per case toeneemt. Hennessy et al. (1999) noemen dat de statistische power



1. Naturalistic Driving is een onderzoeksmethode, waarbij het natuurlijk rijgedrag van weggebruikers wordt geobserveerd door middel van apparatuur (camera's en sensoren) die op een onopvallende manier de voertuigbewegingen, het gedrag van de bestuurder (zoals oog-, hoofd- en handbewegingen) en de externe omstandigheden registreert.

toeneemt naarmate het aantal controls per case toeneemt. Doorgaans wordt aangeraden niet meer dan vier of vijf controls per case te nemen, de meerwaarde van extra controls vlt daarna snel af (Hennessy et al., 1999). Om een idee te geven wat een lagere control-caseratio betekent voor het aantal benodigde cases nemen we ook een control-caseratio van twee mee. We gebruiken dus de control-caseratio's van 2, 4 en 5 in de poweranalyse.

2.4.4 Resultaten van de poweranalyse

Tabel 2.1 laat de resultaten van de poweranalyse zien. De waarden die horen bij de verwachte OR's per type smartphonegebruik zijn groen gekleurd. Voor het bedienen van het scherm gebruiken we de odds ratio berekend door Dingus et al. (2019) voor automobilisten, namelijk OR = 2,5 (zie Paragraaf 2.4.2). Het ongevalsrisico dat gepaard gaat met bellen en muziek luisteren zal vermoedelijk laag liggen, aangezien er daarbij geen sprake is van visuele afleiding. Voor deze handelingen gaan we daarom uit van een OR van 1,2.

De resultaten van de poweranalyse in Tabel 2.1 laten zien dat er in het scenario met een hoog ongevalsrisico (OR = 3,5), een prevalentie van 4% en een control-caseratio van 5 er 80 cases nodig zijn en 400 controls. Als we in hetzelfde scenario uitgaan van een laag risico (OR = 1,2) zien we dat er 6.641 cases en 33.205 controls nodig zijn. Voor een lager verwacht risico zijn dus aanzienlijk meer cases en controls nodig. Het verlagen van de control-caseratio leidt tot een nog groter aantal benodigde cases, maar minder controls. Bij een risico van 1,2, een prevalentie van 4% en een control-caseratio van 2 zijn er namelijk 8.400 cases en 16.800 controls nodig.

Tabel 2.1. Benodigde steekproefgrootte van cases in de case-controlstudie als functie van de odds ratio, de control-caseratio en de prevalentie van het type smartphonegebruik in het verkeer dat onderzocht wordt. De power is overall 80% en de poweranalyse is gedaan aan de hand van een online 'sample size calculator' voor case-controlstudies.² De in de cellen genoteerde aantallen betreffen het aantal cases. Het aantal benodigde controls is te berekenen door het aantal cases met de control-caseratio te vermenigvuldigen.

Odds ratio (OR)	Ratio controls/cases	Aantal benodigde cases		
		Bellen 3%	Scherm bedienen 4%	Muziek luisteren 22%
1,2	2	11.061	8.400	1.954
	4	9.129	6.935	1.619
	5	8.743	6.641	1.552
1,4	2	3.002	2.285	550
	4	2.456	1.870	454
	5	2.347	1.787	434
1,6	2	1.440	1.089	273
	4	1.169	892	224
	5	1.114	850	214
2,5	2	307	236	66
	4	242	186	54
	5	229	176	51
3,5	2	142	110	34
	4	110	85	27
	5	103	80	26



2. <http://sampsizе.sourceforge.net/iface/s3.html#cc>

Tabel 2.2 vat de poweranalyse samen en toont de verschillende typen smartphonegebruik met de verwachte prevalentie, odds ratio en benodigde aantallen cases (de groene cellen uit Tabel 2.1) en controls. We zien dat het grootste aantal cases nodig is om vast te stellen in hoeverre bellen op de fiets tot een grotere kans op ongevallen leidt. Dit komt door de lage prevalentie van bellen op de fiets en het lage verwachte risico dat daaraan verbonden is. Voor het bedienen van het scherm, waarvan de prevalentie vergelijkbaar is met bellen, ligt het benodigde aantal cases het laagst, dankzij het hogere verwachte risico. Aangezien we alle vormen van smartphonegebruik willen bestuderen, moeten we uitgaan van het hoogste aantal cases van de verschillende gebruikstypen. Dit houdt in dat er maximaal 11.061 cases benodigd zijn, samen met 22.122 controls, uitgaande van een control-caseratio van 2. Als we uitgaan van een control-caseratio van 5 zijn er maximaal 8.743 cases benodigd samen met 43.715 controls.

Tabel 2.2. Benodigde aantallen cases en controls voor de case-controlstudie naar smartphonegebruik bij bepaalde aannames over de prevalentie en het verwachte ongevalsrisico.

Type smartphonegebruik	Indicatie prevalentie	Indicatie risico (OR)	Control-caseratio	Benodigd aantal cases	Benodigd aantal controls
Bellen	3%	1,2	2	11.061	22.122
			4	9.129	36.516
			5	8.743	43.715
Scherm bedienen	4%	2,5	2	236	472
			4	186	744
			5	176	880
Muziek luisteren	22%	1,2	2	1.954	3.908
			4	1.619	6.476
			5	1.552	7.760

2.5 Doorlooptijd

De benodigde doorlooptijd wordt geschat aan de hand van eerder onderzoek van VeiligheidNL (2017), waarin slachtoffers zijn bevraagd die in 2016 naar aanleiding van een fietsongeval (de cases) een spoedeisende hulp (SEH) hadden bezocht. Binnen twee maanden na het ongeval kregen zij een vragenlijst toegestuurd met vragen over onder andere de toedracht en omstandigheden van het ongeval, de medische behandeling en persoonlijke gegevens zoals leeftijd en geslacht. Er waren 13 SEH-afdelingen bij het onderzoek betrokken, die een representatieve steekproef vormden van SEH-afdelingen van alle algemene en academische ziekenhuizen in Nederland. De controls in deze studie, geworven uit het onderzoekspanel van een onderzoeksbureau, kregen een vragenlijst met vragen over achtergrondkenmerken, het reguliere fietsgebruik en smartphonegebruik tijdens het fietsen thuisgestuurd (VeiligheidNL, 2017).

De opzet van VeiligheidNL wijkt af van de case-controlmethode die in dit rapport wordt besproken, waarbij 1) patiënten (de cases) kort na het ongeval door medisch personeel over de omstandigheden van het ongeval worden bevraagd en 2) de controls (niet-ongevalsbetrokken fietsers) langs de kant van de weg worden geobserveerd. Ondanks de verschillen in de manier om de cases en controls te verzamelen, is het wel mogelijk om op basis van de gegevens uit de studie van VeiligheidNL, een indruk te krijgen van de minimale doorlooptijd van onze case-controlstudie. Tijdens het onderzoek van VeiligheidNL werd aan 8.427 slachtoffers een vragenlijst gestuurd en werden uiteindelijk 3.146 bruikbare vragenlijsten (37,3%) terug ontvangen. Dit percentage zullen wij als indicatie van het responspercentage in dit case-controlonderzoek hanteren. We zijn er voor de berekening van de doorlooptijd (Tabel 2.3) tevens van uitgegaan dat we dezelfde

representatieve steekproef van participerende ziekenhuizen als in de VeiligheidNL-studie hebben, dat de fietsslachtoffers ongeveer gelijkmatig over het jaar verdeeld zijn, en dat de vragenlijst binnen een week na het fietsongeval wordt afgenomen.

Tabel 2.3. Schatting van de doorlooptijd die nodig is om de cases van de case-controlstudie te verzamelen.

Type smartphone-gebruik	Aantal cases	Slachtoffers per jaar	Slachtoffers per maand	Respons per maand (37,3%)	Aantal maanden	Afnemen vragenlijst	Totaal aantal maanden
Bellen	11.061	8.427	703	263	42	1 week (0,25)	42,25
	8.743				33,25		33,5
Scherm bedienen	236	8.427	703	263	1	1 week (0,25)	1,25
	176				0,75		ca. 1
Muziek luisteren	1.954	8.427	703	263	7,5	1 week (0,25)	7,75
	1.552				6		6,25

Bovenstaande doorlooptijd geldt zoals gezegd voor het verzamelen van de cases en nog niet voor het observeren van de controls. De observaties zouden het liefst binnen een paar weken, hooguit 1-2 maanden, na het ongeval plaats moeten vinden om ervoor te zorgen dat de omstandigheden (bijvoorbeeld weers- en lichtomstandigheden) vergelijkbaar zijn met de omstandigheden ten tijde van het ongeval. Nadat de vragenlijst voor de laatste case is afgenomen, moeten ook de laatste controls nog geobserveerd worden. Voor het totaal aantal benodigde maanden voor de studie tellen we daarom twee maanden op bij de doorlooptijd voor de cases uit Tabel 2.3. Daarnaast zal er nog een aantal maanden voor verwerking, analyse en rapportage nodig zijn.

2.6 De kosten van de case-controlstudie

Bij berekening van de kosten van de case-controlstudie zijn zowel de aantallen cases als de aantallen controls van belang (zie Tabel 2.2). Zoals aangegeven is in Paragraaf 2.3, zal de prevalentie van het smartphonegebruik van de controls (niet-ongevalsbetrokken fietsers) moeten worden waargenomen onder vergelijkbare omstandigheden en ook bij een vergelijkbare groep fietsers (leeftijd, sekse, type fiets) als bij de ongevalsbetrokken fietsers (Paragraaf 2.3). Het is te verwachten dat niet iedere geobserveerde fietser voldoet aan deze criteria om vergeleken te kunnen worden met de specifieke cases. We zullen daardoor meer fietsers moeten observeren dan er uiteindelijk bruikbaar zijn als controls voor de cases, en dat maakt uit voor de kosten. Het is lastig om op voorhand te bepalen hoeveel fietsers geobserveerd dienen te worden om voldoende controls te verkrijgen. Als uitgangspunt voor een schatting daarvan, nemen we een onderzoeksvoorstel waaraan SWOV heeft meegewerkt in het kader van het Horizon 2020-onderzoeksprogramma van de Europese Unie. Op basis van dit onderzoeksvoorstel wordt aangenomen dat er grofweg 33³ keer zoveel observaties als controls nodig zijn.

Voor de onder- en bovengrens van de benodigde control-caseratio's (de control-caseratio's van 2 en 5) zijn in Tabel 2.4 de kosten berekend. Deze bestaan uit vaste en variabele kosten. Vaste kosten hebben betrekking op kosten die naar verwachting ongeveer gelijk blijven, ook als de studie in omvang groeit, zoals kosten die nodig zijn om de medewerking van ziekenhuizen te regelen of het schrijven van het rapport. De variabele kosten, zoals die voor het verzamelen



- Hier was de verhouding 300 cases (en controls) tot 10.000 observaties. $10.000 / 300 = 33,33$. Hier is aangenomen dat het aantal cases gelijk is aan het aantal controls, aangezien er in het onderzoeksvoorstel niet over een case-controlratio gesproken wordt.

van de data, lopen op naarmate het project in omvang toeneemt (meer cases en controls), zie *Bijlage A* voor details.

Wat we in *Tabel 2.4* zien is dat de totale kosten oplopen als een type smartphonegebruik met een lager verwacht ongevalsrisico (lagere OR) wordt onderzocht en – andersom – afnemen als een type smartphonegebruik met een hoger verwacht ongevalsrisico wordt onderzocht. Zo kost, uitgaande van een control-caseratio van 5, onderzoek naar het luisteren naar muziek (OR 1,2) grofweg 8 keer meer (ca. 1 miljoen euro) en onderzoek naar bellen 42 keer meer (ca. 5,7 miljoen euro) dan onderzoek naar het bedienen van het scherm (OR 2,5; ca. 135 duizend euro). De prevalentie van een gedraging is ook van belang voor de kosten: met hetzelfde verwachte ongevalsrisico (OR=1,2) komt bellen tijdens het fietsen minder vaak voor dan het luisteren naar muziek (4% vs. 22%), Hierdoor vereist het onderzoek naar het ongevalsrisico van bellen een groter aantal cases en controls, wat hogere kosten (factor 5,5) met zich meebrengt dan onderzoek naar het luisteren naar muziek. Als we de kans op een ongeval voor alle typen smartphonegebruik willen onderzoeken, dienen we uit te gaan van het smartphonegebruik met de laagste prevalentie en de laagst verwachte OR, in dit geval bellen. Met de gegevens verzameld in een onderzoek naar het risico van bellen tijdens het fietsen, kan namelijk ook het risico van het scherm bedienen en muziek luisteren worden onderzocht. De kosten van een studie naar het risico van alle typen smartphonegebruik komen dan, uitgaande van een control-caseratio van 5, neer op ca. 5,7 miljoen euro.

*Tabel 2.4. Berekening kosten ⁴ case-controlstudie op basis van minimaal en maximaal aantal benodigde cases, controls en observaties (zie Tabel 2.2). We zijn ervan uitgegaan dat er ongeveer 33 (33,33) keer zoveel observaties als controls nodig zijn. Een voorbeeld van een berekening om tot de waarden in deze tabel te komen is terug te vinden in *Bijlage A*.*

Type smartphone-gebruik	Indicatie risico (OR)	Benodigd aantal cases	Kosten cases (€)	Control-caseratio	Benodigd aantal controls	Benodigd aantal observaties	Kosten observaties (€)	Totale kosten (€)
Bellen	1,2	11.061	1.624.902	2	22.122	737.327	2.240.442	3.865.344
		8.743	1.288.638	5	43.715	1.457.021	4.427.304	5.715.942
Scherm bedienen	2,5	236	54.556	2	472	15.732	47.803	102.359
		176	45.852	5	880	29.331	89.125	134.977
Muziek luisteren	1,2	1.954	303.780	2	3.908	130.254	395.790	699.570
		1.552	245.463	5	7.760	258.641	785.907	1.031.370



4. Op basis van het voorstel voor een studie over de prevalentie en risico's van smartphonegebruik in het kader van het Horizon 2020-onderzoeksprogramma van de Europese Unie.

3 Naturalistic Cycling-studie

In dit hoofdstuk onderzoeken we een tweede methode om het ongevalsrisico van smartphonegebruik op fietsongevallen te schatten: *Naturalistic Cycling*-onderzoek (NC-onderzoek). In dat type onderzoek worden het gedrag van een fietser en zijn omgeving tijdens dagelijkse ritten in het echte verkeer geregistreerd.

Paragrafen 3.1 en 3.2 bespreken uitgebreider wat NC-onderzoek is en uit welke onderdelen het bestaat. Daarna wordt toegelicht wat de ‘cases’ en ‘controls’ in NC-onderzoek behelzen (*Paragrafen 3.3 en 3.4*). Daaruit zal blijken dat cases en controls niet allemaal aparte deelnemers zijn, maar tijdsfragmenten van fietssituaties. Deelnemers die een of meer cases meemaken – (bijna-)ongevalssituaties – maken ook diverse ‘gewone’ momenten op de fiets mee die als control kunnen dienen voor die cases. Behalve het benodigde aantal cases en controls aan de hand van een poweranalyse (*Paragraaf 3.5*), moet daarom ook worden ingeschat hoeveel fietskilometers en deelnemers er nodig zijn om aan die hoeveelheid cases en controls te komen (*Paragraaf 3.6*). Vervolgens worden op basis daarvan de doorlooptijd en de kosten van de studie geschat (*Paragrafen 3.7 en 3.8*). De diverse aandachtspunten bij dit type onderzoek worden tot slot nog eens samengevat in *Paragraaf 3.9*.

3.1 Wat is naturalistic onderzoek?

In naturalistic onderzoek wordt het gedrag van een verkeersdeelnemer en zijn omgeving tijdens zijn of haar dagelijkse ritten geregistreerd met behulp van sensoren en camera’s. Deze apparatuur wordt, met toestemming van de deelnemer, geïnstalleerd in zijn of haar eigen auto of fiets of een leenauto of fiets wordt aan de deelnemer gegeven. De data worden dus verzameld in echte verkeerssituaties en niet in experimentele condities die de werkelijkheid proberen te evenaren, zoals bij simulatoronderzoek het geval is (Schleinitz et al., 2015).

Naturalistic studies maken doorgaans gebruik van een case-cohortopzet. Een case-cohortstudie is een hybride tussen een case-control- en een cohortstudie. In een cohortstudie worden er aan het begin cohorten bepaald. Dit zijn groepen mensen die op bepaalde kenmerken overeenkomen, zoals een cohort van jonge bestuurders of een cohort van oudere bestuurders. Vervolgens worden de cohorten een tijd lang gevolgd en wordt er uiteindelijk bekeken wat voor gebeurtenissen (bijv. ongevallen of bijna-ongevallen) er binnen de cohorten hebben plaatsgevonden. In de case-cohortvariant die doorgaans in NC-studies wordt gebruikt, worden er van tevoren geen cohorten bepaald. In plaats daarvan worden de NC-data verzameld en ‘bewaard’ voor toekomstige analyses (Guo & Hankey, 2009). De data-analyse volgt de case-controlopzet, waarbij de cases (de geregistreerde ongevallen) achteraf uit de data worden geëxtraheerd en geanalyseerd op mogelijke risicofactoren (bijv. smartphonegebruik). Ter vergelijking worden deze risicofactoren ook binnen een subset van geschikte controls bepaald. Anders dan in een zuivere cohortstudie, hoeft bij deze opzet dus niet de blootstelling aan de risicofactoren in alle verzamelde videodata te worden bepaald, wat aanzienlijk scheelt in de benodigde tijd en daarmee in de kosten.

3.2 Hoe worden naturalistic data verzameld en verwerkt?

Voor het observeren van het te onderzoeken gedrag, in dit geval het smartphonegebruik op de fiets, moet de fiets worden voorzien van camera's en andere instrumenten. Het geheel aan instrumenten waarmee de fiets wordt uitgerust (camera's, sensoren, de geheugenopslag en de voedingsbron) wordt ook wel het data acquisition system (DAS) genoemd (Schleinitz et al., 2015; Petzoldt et al., 2017). Hieronder wordt kort samengevat waar het DAS uit dient te bestaan bij onderzoek naar het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen.

Om vast te stellen of een fietser zijn telefoon tijdens het fietsen gebruikt, zal een camera nodig zijn die de fietser (en zijn/haar handen) in beeld heeft. Ook is er minimaal één camera nodig die de omgeving en verkeersomstandigheden vastlegt. Het aantal camera's en de eisen die aan de camera's gesteld worden, hangen af van het te onderzoeken gedrag. Zo kan, afhankelijk van de montage, een situatie overzien worden met één 360 gradencamera of meerdere camera's met een kleinere beeldhoek. Daarnaast zullen sensoren nodig zijn om het fietsgedrag, zoals fiets-snelheid, remgedrag, acceleratie en balans in kaart te brengen. De camera- en sensorgegevens zullen moeten worden opgeslagen voor latere verwerking, waarbij gedacht kan worden aan interne opslag (in de fiets) en/of externe opslag (via een cloud-oplossing). Er dient bij ieder meetinstrument een afweging te worden gemaakt tussen de meerwaarde van het instrument voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag, de bijbehorende kosten (voor onder andere ontwikkeling en validatie van de apparatuur, montage/installatie, reparatie en datavoorbereiding) en het gebruiksgemak.

Doordat heel veel data worden verzameld, is NC-onderzoek arbeidsintensief en daardoor duur. Vooral de verwerking van het verzamelde videomateriaal is tijdrovend. Allereerst moet er nagegaan worden of (bijna-)ongevallen in de verzamelde videodata voorkomen. Dit gebeurt om te beginnen door automatisch data op te sporen die duiden op bijvoorbeeld scherpe stuur-bewegingen en abrupte remvertragingen. Deze manier van (bijna-)ongevallen detecteren levert echter veel vals-positieven op; situaties waarin in werkelijkheid geen (bijna-)ongeval heeft plaatsgevonden (volgens de signaaldetectietheorie wordt dit een te lage specificiteit genoemd). Er zijn daarom zogenoemde annoteurs nodig om deze voorselectie met potentiële (bijna-)ongevallen te bekijken en de vals-positieven eruit te halen. De annoteurs controleren de tijdsegmenten en bepalen of er inderdaad sprake is van een (bijna-)ongeval en of de fietser daaraan voorafgaand een smartphone heeft gebruikt. De fragmenten worden bekeken met een annotatietool: een interface die het mogelijk maakt om tijdens het afspelen van de fragmenten belangrijke informatie te annoteren. Annoteurs zijn vaak externe krachten die door ervaren onderzoekers geïnstrueerd en getraind worden om de videodata te analyseren. Vooral het beoordelen van bijna-ongevallen is subjectief en om de mate van overeenkomst tussen de annoteurs te meten is het uitvoeren van een inter-raterbetrouwbaarheidstest onontbeerlijk. Wanneer deze te laag blijkt te zijn, dan zal aanvullende instructie en/of training moeten worden gegeven. Tevens is het belangrijk om vooraf een accurate inschatting te doen van de benodigde tijd om de data door te werken, voor bepaling van het benodigde budget. Ook de rekruteringsmethode is voor het budget van belang: een uitzendbureau is prijziger dan zelf gerekruteerde annoteurs.

3.3 Hoe komen we aan de ‘cases’?

Ongevallssituaties die de deelnemers aan het NC-onderzoek meemaken vormen ‘cases’. Dit zijn tijdsegmenten uit fietsritten met alle data die vlak voor en tijdens die situatie zijn verzameld. De vraag is hoeveel fietsuren en van hoeveel fietsers data verzameld moeten worden om voldoende ongevallen waar te nemen. Aangezien ongevallen relatief weinig voorkomen, wordt er in naturalistic onderzoek vaak voor gekozen om naast ongevallen ook *bijna-ongevallen* te analyseren. Een *bijna-ongeval* is een situatie waarin een ongeval nog net voorkomen kan worden doordat een van de twee betrokken partijen ingrijpt (Petzoldt et al., 2017). De exacte definitie van een bijna-ongeval kan echter per onderzoek verschillen. Bijna-ongevallen worden als surrogaat gebruikt voor echte ongevallen. De veronderstelling daarbij is dat ongevallen en bijna-ongevallen door dezelfde factoren beïnvloed worden. In eerder onderzoek onder automobilisten werd een positieve relatie gevonden tussen de factoren die ongevallen en bijna-ongevallen beïnvloeden (Guo et al., 2010). Voorzichtigheid is echter geboden: analyses gebaseerd op de gecombineerde ongevallen- en bijna-ongevallendata bleken het risico van bijdragende factoren te onderschatten, vergeleken met het risico dat berekend werd met uitsluitend ongevallendata. Met andere woorden: het risico was voor ongevallen groter dan op basis van bijna-ongevallen en ongevallen samen ingeschat werd (Guo et al., 2010). Knipling (2015) waarschuwt bovendien dat bijna-ongevallen niet per se dezelfde oorzaken hoeven te hebben als (ernstige of dodelijke) ongevallen.

Onderzoek naar de relatie tussen bijna-ongevallen en ongevallen is met name gedaan bij automobilisten. Er is weinig bekend over de relatie tussen bijna-ongevallen en ongevallen bij fietsers. Dozza (2019) onderzocht de relatie tussen in het ongevallenbestand geregistreerde fietsongevallen in Gotenburg en uit NC-studies verkregen bijna-ongevallen in Gotenburg. Gevonden werd dat bijna-fietsongevallen vaker voorkwamen op locaties waar ook ongevallen waren gebeurd. Deze relatie was echter niet statistisch significant, mogelijk vanwege de kleine dataset die werd gebruikt.

Idealiter wordt het onderzoek op werkelijke ongevallen en niet op bijna-ongevallen gebaseerd. In dat geval zijn er echter wel veel deelnemers nodig en veel fietsuren per deelnemer, omdat werkelijke ongevallen nu eenmaal niet vaak voorkomen. Gezien de gevolgen voor de kosten van het onderzoek, is ervoor gekozen om de benodigde fietskilometers, deelnemers en kosten apart te berekenen voor een opzet met bijna-ongevallen als cases en een opzet met alleen echte ongevallen als cases (zie *Paragrafen 3.6 t/m 3.8*).

3.4 Hoe komen we aan de ‘controls’?

Als controle voor elke case worden eveneens tijdsegmenten uit fietsritten gebruikt, en wel uit de ritten van de deelnemer die de case – het (bijna-)ongeval – meemaakte (Petzoldt et al., 2017). Om de controls met de cases te kunnen vergelijken worden de controls óf willekeurig uit de data getrokken óf vooraf op enkele variabelen van de cases gematcht (zoals weersomstandigheden of het tijdstip). De controls dienen even lang te duren als het tijdsegment waarin het (bijna-)ongeval gebeurde. Bij de keuze van de controls kan worden besloten om alleen naar periodes te kijken waarin de fietser met de volle aandacht aan het fietsen was. In Naturalistic Driving-studies spreken we in dit geval van ‘model driving’: de bestuurder neemt alert, nuchter en aandachtig deel aan het verkeer. Dat wil zeggen dat er volgens de data geen invloed van drugs/alcohol of heftige emoties (woede/mistroostigheid/verdriet of ergernis) zichtbaar zijn en ook geen tekenen van slaperigheid of vermoeidheid (Dingus et al., 2016). Controls kunnen ook uit alle niet-ongevallssegmenten getrokken worden zonder rekening te houden met de mentale en emotionele staat van de bestuurder (in naturalistic studies onder automobilisten ‘all driving’ genoemd; Dingus et al., 2019). Het enige waar bij ‘all driving’ op gelet wordt, is het type smartphonegebruik in kwestie (bijvoorbeeld het scherm bedienen). We kiezen er hier voor om ‘model-fietsgedrag’ voor de controls te gebruiken, dit zorgt voor de meest zuivere vergelijking.

3.5 Poweranalyse NC-studie

Om te kunnen berekenen hoeveel cases nodig zijn voor voldoende statistische power, moeten we net als voor de case-controlstudie een aantal zaken weten:

1. De gewenste statistische power, die we in deze studie op 80% hebben gezet. Dat wil zeggen dat de kans om een werkelijk effect in de steekproef aan te tonen 80% is.
2. De verwachte prevalentie van het te bestuderen gedrag: hoe vaker het bestudeerde gedrag voorkomt, hoe kleiner de steekproef kan zijn.
3. De omvang van het effect dat verwacht wordt: hoe groter het te verwachten effect, hoe kleiner de steekproef kan zijn.
4. Het aantal controls per case: we hebben gerekend met drie control-caseratio's (2, 5 en 20); deze keuze wordt in *Paragraaf 3.5.3* toegelicht. Een toename van het aantal controls per case verlaagt het aantal cases dat nodig is om iets met voldoende statistische power aan te kunnen tonen. Hierbij moet wederom gekeken worden of de afname van het aantal cases in verhouding staat tot de kosten die met de toename van het aantal controls gepaard gaan.
5. Tot slot moeten we voor de NC-studie weten wat de correlatie 'rho' (ρ) is tussen gematchte cases en controls wat betreft het onderzochte gedrag. In deze NC-studie geeft de rho de mate waarin de deelnemer hetzelfde gedrag, zoals bijvoorbeeld het scherm bedienen, vertoont in de cases als in de controlesegmenten. Hoe groter deze correlatie is, is hoe meer cases er nodig zijn om de gewenste statistische power te bereiken (Dupont, 1988).

De berekening van het aantal cases dat nodig zal zijn voor de case-cohortopzet van NC-onderzoek wijkt af van die voor de case-controlopzet. De reden hiervoor is dat, in tegenstelling tot de eerdere case-controlstudie, de cases en de controls in de case-cohortopzet op 'proefpersoonvariabelen' gematcht zijn. Dit houdt in dat de deelnemers hun eigen controle vormen: zoals in de vorige paragraaf is uitgelegd, worden de controls random uit de ritten van de deelnemer zelf getrokken. Bij de case-controlbenadering uit *Hoofdstuk 2* vormen willekeurige observaties (andere personen) in vergelijkbare omstandigheden de controls voor de cases. Het aantal benodigde cases wordt in beide gevallen berekend aan de hand van de vereiste power (80%), de control-caseratio, de prevalentie, en het geschatte ongevalsrisico van het gedrag dat onderzocht wordt. Deze onderdelen van de poweranalyse worden eerst toegelicht en vervolgens wordt het aantal benodigde cases berekend.

3.5.1 Prevalentie

De prevalentie van het te observeren gedrag speelt zoals gezegd een rol in het bepalen van de steekproefgrootte. We gaan in de poweranalyse wederom uit van de eerdergenoemde prevalenties van 3%, 4% en 22% (zie *Paragraaf 2.4.1*).

3.5.2 Het verwachte ongevalsrisico

De steekproefgrootte is ook afhankelijk van de aanname over het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen. Voor de berekening van het benodigde aantal cases worden dezelfde OR's gehanteerd als voor de case-controlstudie (1,2, 1,4, 1,6, 2,5 en 3,5). In het algemeen geldt: hoe hoger de OR is, hoe kleiner het aantal benodigde cases.

3.5.3 De control-caseratio

Zoals in *Paragraaf 2.4.3* vermeld, is de consensus voor case-controlstudies om niet meer dan 4 á 5 controls per case te hanteren (Hennessy, 1999). Voor de studies die een gematchte opzet hebben, zoals ons NC-onderzoek, kan een control-caseratio van meer dan vijf onder bepaalde voorwaarden toch de moeite waard zijn. Dat is het geval als de prevalentie van het gedrag (e.g. smartphonegebruik) onder de 15% ligt of als de correlatie rho (ρ) hoger dan 0,2 is. Rho (ρ) geeft in naturalistic onderzoek de mate aan waarin in gematchte cases en controls hetzelfde gedrag wordt vertoond. Voor het berekenen van ρ is echter informatie nodig uit de data die in de NC-studie verzameld gaan worden. Dupont (1988) stelt dat, indien er geen data voorhanden zijn om de ρ te schatten, men dient uit te gaan van een waarde van $\rho = 0,2$. Deze waarde is gebruikt om tot de poweranalyse (*Tabel 3.1*) te komen.

Het aantal controls kan doorslaggevend zijn in het antwoord op de onderzoeksvraag of een bepaald type smartphonegebruik risicoverhogend is of niet. Wijyaratna et al. (2019) laten zien dat – in een extreem geval – het verdubbelen van het aantal controls van 1.000 naar 2.000, de OR bij het voeren van een telefoongesprek door een automobilist verhoogt van 0,9 (risicoverlagend) naar 1,1 (risicoverhogend). Gezien de lage prevalentie van smartphonegebruik (3-4%) is het advies om meer dan vijf controls per case op te nemen ook op ons onderzoek van toepassing op de categorieën bellen en het scherm bedienen.

Bij naturalistic onderzoek worden er in de praktijk sterk uiteenlopende control-caseratio's gebruikt, waarbij Wijyaratna et al. (2019) opmerken dat die keuzes niet altijd duidelijk worden onderbouwd. In sommige studies worden twee keer zoveel controls gekozen als er cases zijn (bijna-ongevallen; Dozza, Bianchi Piccinini, Werneke, 2016; Petzoldt et al., 2017; Vlakveld, Mons & Kamphuis, 2019). Dit houdt in dat er voor elk bijna-ongeval van een deelnemer twee controls uit zijn/haar ritten worden gehaald. Een deelnemer die meer bijna-ongevallen ervaart draagt dus meer controls bij. Hiermee wordt de kans op vertekening als gevolg van individuele verschillen in fietsgedrag en risicoperceptie geminimaliseerd (Dozza, Bianchi Piccinini & Werneke, 2016). In andere studies ligt de control-caseratio veel hoger. Zo werd er voor de 100-car studie (Guo & Hankey (2009) uit elke twee uur videomateriaal (gereden tijd) één controleperiode van zes seconden getrokken; dit leidde tot een control-caseratio van 23,75 (730 cases, 17.344 controls). De omvang van de verzamelde videodata in uren bepaalde in dat geval dus het aantal controls. In een analyse van Dingus et al. (2016), waarin data van het meest recente en grootschalige Amerikaanse Naturalistic Driving-onderzoek worden gebruikt, ligt de verhouding tussen cases (in deze studie waren dat daadwerkelijke ongevallen) en controls eveneens hoog, namelijk 21,8 controls per case (905 cases, 19.732 controls). We baseren ons op al deze eerdere onderzoeken en nemen in de poweranalyse voor het NC-onderzoek drie verschillende control-caseratio's mee: 2 (Petzoldt et al., 2017; Vlakveld, Mons & Kamphuis, 2019), 5 (Hennessy et al., 1999) en ca. 20 (Dingus et al., 2016; Guo & Hankey, 2009).

3.5.4 Resultaten van de poweranalyse

Voor het berekenen van de power van de NC-studie is gebruikgemaakt van het R-pakket 'EpiR', een tool die het mogelijk maakt epidemiologische data te analyseren. In de formule voor de steekproefgrootte van deze 'matched' case-controlstudie spelen de prevalentie, de OR, de control-caseratio en rho (ρ) een rol. We zijn uitgegaan van een rho-waarde van 0,2 (zie *Paragraaf 3.5.3*). De waarden die horen bij de verwachte OR's per type smartphonegebruik zijn groen gekleurd.

Tabel 3.1. Benodigde steekproefgrootte van cases in de Naturalistic Cycling-studie als functie van de odds ratio, de control-caseratio en prevalentie van het type smartphonegebruik in het verkeer dat onderzocht wordt. Er is gerekend met $p = 0,2$ en een vereiste power van 80%. De poweranalyse is gedaan met behulp van het R-pakket 'EpiR'. De in de cellen genoteerde aantallen betreffen het aantal cases. Het aantal benodigde controls is te berekenen door het aantal cases met de control-caseratio te vermenigvuldigen. Muziek luisteren heeft een prevalentie van meer dan 15%, de control-caseratio van 20 is daarom niet gemarkeerd.

Odds ratio (OR)	Ratio controls/cases	Aantal benodigde cases		
		Bellen 3%	Scherm bedienen 4%	Muziek luisteren 22%
1,2	2	13.110	9.954	2.306
	5	9.778	7.433	1.727
	20	8.116	6.165	1.439
1,4	2	3.579	2.723	652
	5	2.658	2.023	487
	20	2.181	1.661	403
1,6	2	1.720	1.311	325
	5	1.273	971	242
	20	1.036	790	199
2,5	2	362	278	79
	5	267	206	58
	20	212	164	47
3,5	2	162	126	40
	5	120	94	30
	20	95	74	24

De resultaten van de poweranalyse in Tabel 3.1 laten zien dat er 94 cases nodig zijn in het scenario met een hoog ongevalsrisico (OR 3,5), een prevalentie van 4% en een control-caseratio van 5. Als we in hetzelfde scenario uitgaan van een laag ongevalsrisico (OR 1,2) zien we dat er 7.433 cases nodig zijn. We zien net als bij de case-controlstudie dat een hoger ongevalsrisico het aantal benodigde cases aanzienlijk verlaagt. Tabel 3.2 geeft een overzicht van het aantal benodigde cases en controls bij de verwachte prevalentie van het gedrag, het verwachte ongevalsrisico en de verschillende control-caseratio's. Zoals eerder aangegeven, loont het mogelijk om meer dan vijf controls per case te nemen voor bellen en het scherm bedienen. Als we voor bellen de control-caseratio van 5 naar 20 verhogen, zien we dat het benodigde aantal cases respectievelijk van 9.778 naar 8.116 zakt. Het aantal benodigde controls stijgt echter van 48.890 naar 162.230.

Tabel 3.2. Benodigde aantallen cases en controls voor de NC-studie naar smartphonegebruik bij bepaalde aannames over de prevalentie en het ongevalsrisico. Het luisteren naar muziek heeft een prevalentie van meer dan 15%, de control-caseratio van 20 is daarom niet ingevuld.

Type smartphone-gebruik	Indicatie prevalentie	Indicatie risico (OR)	Control-caseratio	Benodigd aantal cases	Benodigd aantal controls
Bellen	3%	1,2	2	13.110	26.220
			5	9.778	48.890
			20	8.116	162.320
Scherm bedienen	4%	2,5	2	278	556
			5	206	1.030
			20	164	3.280
Muziek luisteren	22%	1,2	2	2.306	4.612
			5	1.727	8.635

3.6 Benodigde fietskilometers en deelnemers

In *Paragraaf 3.5* is het aantal benodigde cases of (bijna-)ongevallen berekend. De volgende stap is om op basis van eerdere studies (Dozza, Bianchi Piccinini & Werneke, 2016; Dozza & Werneke, 2014; Petzoldt et al., 2017; Schleinitz et al., 2015) de afstand te berekenen die gefietst moet worden om aan deze cases te komen. De totale fietsafstand kan vervolgens gedeeld worden door de gemiddelde afstand die een deelnemer fietst om zo tot het aantal benodigde deelnemers te komen. Het gemiddeld aantal fietskilometers per deelnemer baseren we op voorgaande NC-studies (Schleinitz et al., 2015; Petzoldt et al., 2017). Het zou in een extreem geval mogelijk zijn om het onderzoek uit te voeren met slechts één fietser die jaren fietst en gevolgd wordt. In dat geval kan met redelijke zekerheid de odds ratio van een ongeval na smartphonegebruik worden geschat mits deze fietser wel eens de telefoon gebruikt tijdens het fietsen. Echter duurt het onderzoek in dat geval enorm lang en zijn de bevindingen niet te generaliseren naar andere fietsers. Om te kunnen generaliseren over de populatie is het wenselijk om voldoende deelnemers in de studie te hebben.

De gemiddelde afstand die gefietst moet worden om een bijna-ongeval mee te maken verschilt aanzienlijk tussen de genoemde studies (zie *Tabel 3.3*). Deze blijkt af te hangen van hoe een bijna-ongeval wordt gedefinieerd. De eerste twee studies definiëren een bijna-ongeval als een situatie waarin de fietser zich ongemakkelijk voelt. De laatste twee studies beschouwen een situatie als bijna-ongeval als één van de partijen moet uitwijken om een botsing te voorkomen. We gaan in onze berekeningen uit van deze laatste definitie van een bijna-ongeval, aangezien deze minder subjectief is.

Tabel 3.3. Gemiddeld aantal bijna-ongevallen per afgelegde kilometer in NC-studies.

NC-studie	Aantal bijna-ongevallen	Afstand (km)	Bijna-ongevallen per km	Afstand (km) per bijna-ongeval
Dozza & Werneke (2014)	57	1.549	0,0368	27,2
Dozza, Bianchi Piccinini & Werneke (2016)	84	1.500	0,0560	17,9
Schleinitz et al. (2015) / Petzoldt et al. (2017)	77	5.846 ⁵	0,0132	75,8



5. In deze studies (Schleinitz et al., 2015 / Petzoldt et al., 2017) is het aantal bijna-ongevallen voor 31, en de totale afstand in kilometer voor 28 deelnemers gegeven omdat bij drie deelnemers data van de snelheidsmeter

Door het aantal benodigde bijna-ongevallen (cases) uit de poweranalyse (Tabel 3.2) te vergelijken met het aantal kilometers nodig voor een bijna-ongeval (Tabel 3.3), kan de totaal benodigde fietsafstand worden berekend. We gebruiken nu dezelfde studies (Petzoldt et al., 2017; Schleinitz et al., 2015) om te bepalen wat het aantal te fietsen kilometers per deelnemer zou kunnen zijn als elke deelnemers vier weken aan het onderzoek deelneemt (zie Tabel 3.4). Door de totaal benodigde fietsafstand (voor voldoende bijna-ongevallen) te delen door de gemiddelde fietsafstand per deelnemer wordt het aantal benodigde deelnemers berekend, zie Tabel 3.6. Voor het geval alleen daadwerkelijke ongevallen als case worden beschouwd, moeten we een indruk hebben hoe vaak die voorkomen. In Tabel 3.5 staat daarom op basis van eerdere studies (Johnson et al., 2010; Vlakveld, Mons & Kamphuis) de gemiddelde verhouding tussen bijna-ongevallen en ongevallen weergegeven. Deze verhouding wordt in Tabel 3.6 gebruikt om het benodigde aantal kilometers en deelnemers te berekenen voor die profopzet.

Tabel 3.4. Gemiddeld aantal in vier weken afgelegde km per deelnemer in NC-studies.⁶

NC-studie	Totale afstand (km)	Aantal deelnemers	Gemiddelde afstand per deelnemer (km)
Schleinitz et al. (2015) / Petzoldt et al. (2017)	5.846	31	188,6

Tabel 3.5. Gemiddeld aantal afgelegde km per deelnemer in NC-studies. De term ongeval heeft betrekking op fysiek contact met een object en/of een andere verkeersdeelnemer.

NC-studie	Bijna-ongevallen (A)	Ongevallen (B)	Verhouding bijna-ongeval/ongeval (C = A/B)	Gemiddelde verhouding bijna-ongeval/ongeval
Johnson et al. (2010)	54	2	27	32,5 (33)
Vlakveld, Mons & Kamphuis (2019)	114	3	38	

Tabel 3.6. Het aantal benodigde deelnemers voor de NC-studie (bijna-ongevallen / ongevallen) per type smartphonegebruik en de verwachte odds ratio.

Type smartphone-gebruik	Indicatie risico (OR)	Control-caseratio	Benodigd aantal bijna-ongevallen (A)	Aantal km per bijna-ongeval (B)	Benodigd aantal km in totaal: 'NC bijna-ongevallen' (C = Ax B)	Benodigd aantal km in totaal: 'NC ongevallen' (D = Cx33)	Gem. aantal km per deelnemer (E)	Aantal deelneme's 'NC bijna-ongevallen' (F) C/E	Aantal deelnemers 'NC ongevallen' (G) D/E
Bellen	1,2	2-20	8.116-13.110		614.869-993.214	20.290.677-32.776.062		3.261-5.267	107.586-173.787
Scherm bedienen	2,5	2-20	164-278	75,8	12.425-21.061	410.025-695.013	188,6	66-112	2.175-3.686
Muziek luisteren	1,2	2-5	1.727-2.306		130.838-174.703	4.317.654-5.765.199		694-927	22.894-30.569



ontbraken. Berekening op basis van Schleinitz of Petzoldt leidt tot minieme verschillen in het totaal aantal afgelegde kilometers, voor de berekeningen is uitgegaan van de studie van Schleinitz. De totale afstand is gecorrigeerd om het aantal bijna-ongevallen per kilometer te kunnen berekenen: $(5.280/28) * 31 = 5.846$ km.

- Dit aantal kilometers per deelnemer is vergelijkbaar met een studie uit Nederland waarin de deelnemers gemiddeld 137,1 km aflegden in drie weken (Twisk et al., in voorbereiding). In deze studie legden 14 fietsers in drie weken 1.920 kilometer af, wat op $1.920/14 = \sim 137,1$ kilometer per persoon komt. In vier weken zou dat $137,1 * 4/3 = 182,8$ kilometer per persoon zijn.

We zien in *Tabel 3.6* dat er afhankelijk van de gebruikte control-caseratio 66-112 deelnemers nodig zijn om het ongevalsrisico van het bedienen van het scherm aan te kunnen tonen op basis van bijna-ongevallen. Wanneer men zich slechts op daadwerkelijke ongevallen zou willen baseren, zijn er veel meer deelnemers nodig, namelijk 2.175-3.686. Verder zien we dat, hoewel muziek luisteren een grotere prevalentie heeft dan scherm bedienen (22% t.o.v. 4%) er meer deelnemers nodig zijn om het ongevalsrisico van muziek luisteren aan te kunnen tonen, namelijk 694-927 wanneer het ongevalsrisico op basis van bijna-ongevallen wordt berekend en 22.894-30.569 wanneer daadwerkelijke ongevallen worden gebruikt. Die grotere benodigde steekproef is te wijten aan het lagere verwachte ongevalsrisico (OR). Voor bellen, waarbij zowel de prevalentie als de OR laag ligt, zijn de meeste deelnemers nodig: 3.261-5.267 op basis van bijna-ongevallen en 107.586-173.787 op basis van ongevallen.

3.7 Doorlooptijd en het aantal geïnstrumenteerde fietsen

Nu we weten hoeveel deelnemers er nodig zijn binnen elke conditie, is het zaak om te berekenen hoeveel geïnstrumenteerde fietsen bij die dataverzameling nodig zijn en hoe lang dat dan gaat duren. Wat deze dataverzamelingsperiode betreft, rekenen we met twee varianten: 1 jaar en 2 jaar. Op basis van voorgaande NC-studies (Petzoldt, 2016; Schleinitz, 2015) zijn we er in de vorige paragraaf van uitgegaan dat elke deelnemer vier weken lang data zal verzamelen. Een jaar bestaat uit 13 blokken van 4 weken. In *Tabel 3.7* en *3.8* wordt berekend hoeveel fietsers er minimaal tegelijkertijd data moeten verzamelen om binnen 1 of 2 jaar de dataverzameling af te kunnen ronden. De berekeningen in *Tabel 3.7* zijn gedaan voor de NC-studie waarin bijna-ongevallen als cases worden genomen, en die in *Tabel 3.8* voor de studie waarin dit uitsluitend daadwerkelijke ongevallen zijn. Het aantal tegelijkertijd deelnemende fietsers bepaalt hoeveel geïnstrumenteerde fietsen er nodig zullen zijn. Bij de dataverzameling van 1 jaar op basis van bijna-ongevallen zijn er, afhankelijk van de gekozen control-caseratio, voor bellen 251-406 deelnemende fietsers/fietsen per blok van vier weken nodig, voor scherm bedienen zijn dat 6-9 fietsers/fietsen en voor muziek luisteren 45-72 fietsers/fietsen. Voor een studie op basis van daadwerkelijke ongevallen zijn er aanzienlijk meer fietsers nodig dan wanneer bijna-ongevallen worden gebruikt. Bij de dataverzameling van 1 jaar zijn dan voor bellen 8.276-13.369 fietsers/fietsen per blok van vier weken nodig, voor scherm bedienen zijn dat 168-284 fietsers/fietsen en voor muziek luisteren 1.762-2.352 fietsers/fietsen. Bij een dataverzamelingsperiode van 2 jaar gaat het om de helft van genoemde aantallen benodigde fietsers/fietsen. Het ligt in de lijn der verwachting dat een dataverzameling van grotere NC-studies over meer dan 1 of 2 jaar wordt gespreid (zie met name *Tabel 3.8*).

Tabel 3.7. Minimum en maximum aantal fietsers/fietsen per blok van 4 weken bij een totale dataverzamelingsperiode van 1 en 2 jaar waarbij bijna-ongevallen worden gebruikt als cases. Voor bellen en scherm bedienen geldt een control-caseratio van 2-20, voor muziek luisteren geldt een control-caseratio van 2-5.

Type smartphone-gebruik	Aantal fietsers 'NC bijna-ongevallen' (A)	Aantal blokken per jaar (B)	Benodigd aantal fietsers/fietsen per blok (duur: 1 jaar) (C = A/B)	Benodigd aantal fietsers/fietsen per blok (duur: 2 jaar) (D = C/2)
Bellen	3.261-5.267		251-406	126-203
Schermbedienen	66-112	13	6-9	3-5
Muziek luisteren	694-927		45-72	23-36

Tabel 3.8. Minimaal en maximum aantal fietsers/fietsen per blok van 4 weken bij een totale dataverzamelingsperiode van 1 en 2 jaar waarbij ongevallen worden gebruikt als cases. Voor bellen en scherm bedienen geldt een control-caseratio van 2-20, voor muziek luisteren geldt een control-caseratio van 2-5

Type smartphone-gebruik	Aantal fietsers 'NC ongevallen' (A)	Aantal blokken per jaar (B)	Benodigd aantal fietsers/fietsen per blok (duur: 1 jaar) (C = A/B)	Benodigd aantal fietsers/fietsen per blok (duur: 2 jaar) (D = C/2)
Bellen	107.586-173.787		8.276-13.369	4.138-6.685
Schermbedienen	2.175-3.686	13	168-284	84-142
Muziek luisteren	22.894-30.569		1.762-2.352	881-1.176

De doorlooptijd van NC-onderzoek wordt niet alleen bepaald door de dataverzameling, maar ook door de onderzoeksfases die daarna nog nodig zijn. Vanwege de grote hoeveelheid (video)data die in NC-onderzoek wordt verzameld is het verwerken en analyseren ervan zeer tijdrovend. Zo nam alleen het annoteren van de data bij een grote Europese Naturalistic Driving-studie UDRIVE al negen maanden in beslag (zie Bärghman et al., 2017).

3.8 De kosten van de NC-studie

De geschatte kosten van de NC-studie zijn terug te vinden in *Tabel 3.9* (voor een studie op basis van bijna-ongevallen) en in *Tabel 3.10* (voor een studie op basis van alleen ongevallen). Deze kosten bevatten personeelskosten, kosten van de huur van fietsen, deelnemersvergoeding en vergoeding voor annoteurs. NC-onderzoek is erg duur en te zien is dat de kosten sterk oplopen als het geschatte ongevalsrisico van het te onderzoeken gedrag (de OR) laag ligt. Daarnaast is te zien dat wanneer het onderzoek op basis van alleen ongevallen, in plaats van bijna-ongevallen, wordt uitgevoerd de kosten met een factor 33 zo hoog worden. Zoals aangegeven in *Paragraaf 2.6*, moeten we voor het onderzoek naar de kans op een ongeval voor alle typen smartphonegebruik, uitgaan van het type smartphonegebruik met de laagste prevalentie en de laagst verwachte OR, in dit geval bellen. De kosten voor de genoemde kostenposten zijn dan, uitgaande van een control-caseratio van 20, ca. 29 miljoen euro op basis van bijna-ongevallen en bijna 1 miljard euro op basis van ongevallen (zie *Tabel 3.9*).

Tabel 3.9. Berekening kosten NC-studie op basis van bijna-ongevallen. Voor elke OR zijn de kosten geschetst voor de onder- en bovengrens van het benodigde aantal bijna-ongevallen. Een voorbeeld van een berekening om tot de in cellen genoteerde waarden te komen is terug te vinden in Bijlage B.

Type smartphone-gebruik	Indicatie risico (OR)	Control-caseratio	Aantal bijna-ongevallen	Personeelskosten	Huur fietsen	Vergoeding voor deelnemers	Kosten stagiair	Totale kosten 'NC-studie bijna-ongeval'
Bellen	1,2	20	8.116	28.448.788	406.620	105.676	4.336	28.965.420
		2	13.110	45.954.072	657.720	170.682		46.786.810
Schermbedienen	2,5	20	164	574.880	9.720	2.139	4.336	591.075
		2	278	974.451	14.580	3.629		996.997
Muziek luisteren	1,2	5	1.727	6.053.619	72.900	22.490	4.336	6.153.344
		2	2.306	8.083.167	116.640	30.040		8.234.183

Tabel 3.10. Berekening kosten NC-studie op basis van ongevallen. Voor elke OR zijn de kosten geschetst voor de onder- en bovengrens van het benodigde aantal bijna-ongevallen. Een voorbeeld van een berekening om tot de in cellen genoteerde waarden te komen is terug te vinden in Bijlage B.

Type smartphone-gebruik	Indicatie risico (OR)	Control-caseratio	Aantal ongevallen	Personeelskosten	Huur fietsen	Vergoeding voor deelnemers	Kosten stagiair	Totale kosten 'NC-studie ongeval'
Bellen	1,2	20	8.116	938.809.991	13.407.120	3.486.432	4.336	955.707.879
		2	13.110	1.516.484.367	21.657.780	5.631.742		1.543.778.224
Scherm bedienen	2,5	20	164	18.971.056	272.160	70.483	4.336	19.318.035
		2	278	32.156.894	460.080	119.449		32.740.758
Muziek luisteren	1,2	5	1.727	199.769.417	2.854.440	741.903	4.336	203.370.096
		2	2.306	266.744.496	3.810.240	990.619		271.549.691

Bovengenoemde kosten zijn nog exclusief die voor het ontwikkelen en testen van het DAS en het opzetten van de IT- en data-infrastructuur. Voor dit onderzoek is het namelijk niet waarschijnlijk dat de bestaande, 'off-the-shelf'-apparatuur aan de vereisten voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag voldoet; er zal dus een nieuw DAS ontwikkeld moeten worden. Om de omvangrijke dataverzameling in goede banen te leiden is het opzetten van een ondersteunende IT- en data-infrastructuur onontbeerlijk. Vervolgens moeten de kosten voor de instrumentatie van alle fietsen bepaald worden. De geschatte kosten van al deze zaken zijn gebaseerd op het aantal benodigde fietsers/fietsen per blok, en staan in *Tabel 3.11* weergegeven voor een NC-studie op basis van bijna-ongevallen en een dataverzamelingsperiode van 1 jaar. Voor een NC-studie op basis van daadwerkelijke ongevallen zullen deze kosten hoger uitvallen, maar deze kosten zijn niet betrouwbaar te schatten. Het is namelijk niet bekend of alle kosten evenredig zullen meegroeien met de schaal van het project of dat hier een 'kostenplafond' aan zit.

Tabel 3.11. Schatting kosten voor ontwikkeling DAS, opzetten en onderhoud van de data infrastructuur en de kosten voor het instrumenteren van de fietsen. De kosten zijn geschat voor het minimaal en maximaal aantal benodigde fietsers voor een studie op basis van bijna-ongevallen. Deze schattingen zijn gebaseerd op het UDRIVE-onderzoek (een grootschalig Naturalistic Driving-studie). Een voorbeeld van een dergelijke berekening is terug te vinden in Bijlage C.

Type smartphone-gebruik	Indicatie risico (OR)	Control-caseratio	Aantal fietsen per blok	Ontwikkeling DAS	Kosten data/testen DAS	Instrumentatie fietsen	Totale kosten IT/DAS
Bellen	1,2	20	251	200.000	232.998	253.510	686.508
		2	406		266.313	410.060	876.373
Scherm bedienen	2,5	20	6	200.000	137.067	6.060	343.127
		2	9		137.067	9.090	346.157
Muziek luisteren	1,2	5	45	200.000	166.333	45.450	411.783
		2	72		195.600	72.720	468.320

Het ontwikkelen van een DAS en het opzetten van de IT- en data-infrastructuur zou pas overwogen moeten worden als de kosten ervan in verhouding staan tot de totale geschatte kosten van het onderzoek. Voor kleinere studies is het opzetten van een omvangrijke IT en data-infrastructuur niet kostenefficiënt.

3.9 Aandachtspunten bij naturalistic onderzoek

In de vorige paragrafen zijn al diverse aandachtspunten bij het uitvoeren van NC-onderzoek aan de orde gekomen. Een aantal belangrijke aspecten waarmee rekening moet worden gehouden wordt hieronder nog eens kort toegelicht.

3.9.1 Steekproef

Naturalistic studies zijn arbeidsintensief en daardoor duur. Meestal is de steekproef daardoor klein en is het de vraag of deze dan representatief is voor de populatie (externe validiteit). Indien er voor een kleine steekproef en een korte dataverzamelingsperiode wordt gekozen (minimaal voor het benodigde aantal cases) kan het zijn dat kleinere risicoverhogende effecten (met OR's van net boven de 1) over het hoofd worden gezien.

Daarnaast is de steekproef, zeker bij NC-studies, locatiegebonden en kan er sprake zijn van selectiebias: er melden zich bijvoorbeeld vooral of alleen gezonde/fitte deelnemers aan, of meer jongeren dan ouderen. Ook kan het zijn dat de deelnemers die zich aanmelden voor het onderzoek relatief veel fietsen en mogelijk vaker hun smartphone op de fiets gebruiken dan de gehele populatie fietsers in Nederland. Fietservaring zou op haar beurt mogelijk weer kunnen compenseren voor de risico's die gepaard gaan met smartphonegebruik.

3.9.2 Externe factoren

Tijdens observatieonderzoek kan er niet voor de invloed van externe factoren worden gecontroleerd. In de wetenschap is het belangrijk dat een onderzoek te reproduceren is. Oftewel als het onderzoek opnieuw uitgevoerd zou worden zou men met exact dezelfde opzet tot dezelfde conclusies moeten komen. Het probleem bij naturalistic onderzoek is dat er enkel geobserveerd wordt en dat de bevindingen beïnvloed kunnen zijn door factoren die niet goed te overzien zijn.

3.9.3 Bijna-ongevallen

Ongevallen komen in verhouding weinig voor, waardoor bijna-ongevallen vaak als surrogaat worden genomen. Nadat aan de hand van 'triggers' de bijna-ongevalssegmenten zijn geselecteerd, worden deze door annoteurs beoordeeld. Deze beoordelingen zijn subjectief en kunnen van persoon tot persoon verschillen. Een inter-raterbetrouwbaarheidstest geeft een indicatie van de omvang van de verschillen in beoordeling en kan aanleiding geven voor aanvullende training. Ook is het de vraag of bijna-fietsongevallen en daadwerkelijke fietsongevallen door dezelfde factoren en in dezelfde mate beïnvloed worden.

3.9.4 Instrumentatie

De camera's moeten het eventuele smartphonegebruik van de deelnemende fietser en de omstandigheden van eventuele (bijna-)ongevallen goed in beeld kunnen brengen. De vereisten daaraan moeten van tevoren exact worden gedefinieerd. Het zou anders kunnen voorkomen dat in de analyse blijkt dat het gedrag niet kan worden onderzocht aan de hand van de beschikbare videodata.

De instrumentatie dient onopvallend te zijn voor de deelnemer, wat echter lastig te realiseren is op de fiets. Het is verder belangrijk dat de deelnemers het liefst geen handelingen hoeven uitvoeren om de meetinstrumenten aan te zetten. Zichtbare instrumenten die daarnaast aangezet moeten worden kunnen deelnemers eraan herinneren dat ze deelnemen aan onderzoek en daardoor hun gedrag beïnvloeden. Daarnaast is het van belang dat de instrumentatie beschermd is tegen diefstal, weer- en waterschade.

3.9.5 Control-caseratio

Zoals besproken in *Paragraaf 3.5.3* is er geen consensus over de benodigde control-caseratio. De literatuur wijst op een control-caseratio van 2, 5 of circa 20. De keuze voor de control-caseratio heeft echter grote gevolgen voor het benodigde budget (datavoorbereiding, duur van de annotatie en het analyseren van de data).

3.9.6 Leeftijd van de deelnemer

De leeftijd van de deelnemers is ook van invloed op het ongevalsrisico dat smartphonegebruik met zich meebrengt; de OR zou tussen leeftijdsgroepen kunnen verschillen. In het onderzoek van Guo et al. (2017) werd gevonden dat bestuurders jonger dan 30 en ouder dan 65 jaar een groter risico op een verkeersongeval hebben dan bestuurders van 30-64 jaar wanneer zij tijdens het rijden worden afgeleid. Ouderen lopen het grootste risico dat het gebruik van een smartphone tot een verkeersongeval leidt, maar gebruiken de smartphone in verhouding veel minder dan jongere bestuurders (Guo et al., 2017). Jonge bestuurders zijn vaker betrokken bij verkeersongevallen en gebruiken hun smartphone meer dan andere leeftijdsgroepen. Als het aandeel jongeren in een studie groot is, zoals dat in de SHRP2-studie⁷ (Campbell, 2012) het geval is, vertekent dit mogelijk het geschatte risico van smartphonegebruik op ongevallen. Door het verhoogde risico dat specifiek is voor jongere bestuurders, wordt voor de – ondervertegenwoordigde – oudere groepen wellicht een te hoog ongevalsrisico geschat (Flannagan, Bärgrman & Bálint, 2019).

Ook de afloop van een ongeval kan per leeftijdsgroep verschillen, zo houden ouderen eerder letsel aan een ongeval over. Uit een studie van Evans (2001) blijkt dat het risico om als gevolg van een ongeval te overlijden bij 70-jarige automobilisten 1,9 (vrouwen) tot 2,5 (mannen) keer zo hoog ligt als bij 20-jarige vrouwen en mannen, bij vergelijkbare impact. In de cijfers over verkeersdoden onder fietsers komen ouderen ook meer voor dan jongeren: in 2019 maken oudere fietsers (60 jaar of ouder) 71,9%, en jongere fietsers (30 jaar of jonger) 12,3% van de dodelijke slachtoffers onder fietsers uit (CBS, 2020).

3.9.7 ‘Model-verkeersgedrag’ versus ‘al het verkeersgedrag’

In *Paragraaf 3.4* gaven we aan ervoor te kiezen om de cases te vergelijken met controls waarin de fietser model-fietsgedrag vertoont. Dingus et al. (2019) hebben laten zien dat de OR's voor verschillende afleidende activiteiten hoger zijn wanneer ‘model driving’ als controls worden gebruikt dan wanneer er ‘all-driving’ controls worden gebruikt. Autobestuurders vertonen 40% van de rijtijd modelrijgedrag, oftewel 40% van de tijd neemt de bestuurder alert, nuchter en aandachtig deel aan het verkeer (Dingus et al., 2016). Het is niet bekend hoe hoog of laag dit percentage bij fietsers is. De odds ratio's die uit de vergelijking met ‘model-fietsgedrag’ voortkomen hebben dus betrekking op fietsgedrag dat slechts in een deel van de totale fietstijd wordt vertoond.

In de studie van Dingus et al. (2019) wordt opgemerkt dat er ook aan de cases vergelijkbare eisen zouden kunnen worden gesteld. Zo kan ervoor gekozen worden om alleen tijdsegmenten met (bijna-)ongevallen mee te nemen: 1) waarin de fietser zonder zichtbare invloed van drugs/alcohol, heftige emoties of slaperigheid/vermoeidheid deelneemt aan het verkeer, of 2) waarin slechts het type smartphonegebruik in kwestie zich voordoet. In het laatste geval bevatten deze tijdsegmenten bijvoorbeeld enkel het bedienen van een scherm en worden er geen andere neventaken vervuld. Hierdoor is de kans kleiner dat het ongevalsrisico te wijten is aan een andere oorzaak dan smartphonegebruik, zoals bijvoorbeeld afleiding door het eten of drinken. Dergelijke eisen hebben wel als gevolg dat er meer cases waargenomen moeten worden dan er uiteindelijk bruikbaar zijn voor het onderzoek.



7. Strategic Highway Research Program 2, een grootschalig Naturalistic Driving-studie in de Verenigde Staten waaraan 2.360 automobilisten deelnamen.

4 Vergelijking case-control- en NC-studie

In dit hoofdstuk wordt de case-controlmethode met de NC-methode vergeleken om te bepalen welke hiervan het meest geschikt is om het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen te onderzoeken. Er worden zowel wetenschappelijke criteria (*Paragraaf 4.1*) als organisatorische criteria (*Paragraaf 4.2*) gebruikt. De scores op deze criteria worden in *Paragraaf 4.3* tegen elkaar afgezet.

Om de verschillende onderzoeksmethoden (case-controlstudie, NC- studie op basis van bijna-ongevallen en NC-studie op basis van ongevallen) te vergelijken maken we gebruik van een Harris-profiel. Het Harris-profiel is een grafische weergave van sterke en zwakke punten van ontwerpconcepten (Harris, 1961). Om te beginnen wordt elk criterium waaraan het eindproduct dient te voldoen opgenomen in een lijst en wordt elk criteria van een beoordeling voorzien: zeer slecht (– –), slecht (–) matig (0), goed (+) of zeer goed (+ +). Vervolgens worden de positieve en negatieve beoordelingen voorzien van een kleur (positief: groen, negatief: rood). Zo is in één oogopslag te zien welke methode het beste scoort, dat wil zeggen de meeste positieve en minst negatieve eigenschappen heeft (*Paragraaf 4.3*). Het scoren van de verschillende criteria is door een van de auteurs van dit rapport uitgevoerd en vervolgens ter controle voorgelegd aan vier andere onderzoekers die betrokken waren bij deze haalbaarheidsstudie. Naar aanleiding van het daaruit volgende overleg zijn enkele kleine aanpassingen gedaan aan de indeling van het Harris-profiel en zijn enkele beoordelingen bijgesteld.

4.1 Wetenschappelijke criteria

4.1.1 Interne validiteit

Interne validiteit heeft betrekking op de vraag in hoeverre de instrumenten die in het onderzoek worden gebruikt, meten wat men wil weten. Wanneer onderzoek intern valide is kunnen vanuit de gekozen onderzoeksmethodes de juiste conclusies worden getrokken. Bij een case-controlstudie wordt de ongevalsbetrokkene fietser naar het ongeval gevraagd, de terugkoppeling van het slachtoffer zou af kunnen wijken van wat er in werkelijkheid is gebeurd. Deens onderzoek van Møller (2019) vond een hoge mate van overeenstemming (meer dan 80%) tussen de zelf-rapportage door het slachtoffer en het politieverslag van het verkeersongeval voor wat betreft vervoerswijze, datum en de algemene situatie waarin het ongeval plaatsvond. Over de details van het verkeersongeval, zoals daglicht/tijdstip, staat van het wegdek en weersomstandigheden was de overeenstemming lager (tussen 51% en 74%).

De mate waarin de zelfrapportage van een slachtoffer van een fietsongeval overeenkomt met wat er in werkelijkheid is gebeurd wordt o.a. beïnvloed door de neiging om sociaal wenselijk gedrag te vertonen (zie ook *Paragraaf 2.2*). Zo kan het feit dat het wettelijk verboden is om de telefoon in de hand vast te houden tijdens het fietsen, de bereidheid van fietsers verminderen om hun telefoongebruik ten tijde van het ongeval toe te geven. De kwaliteit van zelfrapportages hangt ook af van de mate waarin een slachtoffer het ongeval zich kan herinneren. Herinneringen aan een ongeval worden beïnvloed door de ernst van het ongeval, het aantal betrokkenen en

door hoe lang geleden het ongeval plaatsvond (af Wåhlberg, Dorn & Kline, 2010). Het verhaal van de ongevalsbetrokken fietser zou bevestigd kunnen worden door omstanders die het ongeval hebben zien gebeuren, maar het opsporen en interviewen van omstanders is praktisch niet haalbaar (score 0; zie *Paragraaf 4.3*).

Bij NC-studies zijn het gebruik van de smartphone en de gebeurtenissen rondom het (bijna-)ongeval waar te nemen, mits de cameraposities goed zijn gekozen (score +).

4.1.2 Externe validiteit

Externe validiteit gaat over de vraag of de bevindingen van een onderzoek ook geldig zijn buiten de context van het verrichte onderzoek. Zowel de NC-studie als de case-controlstudie (+) zijn extern valide als de steekproef groot genoeg is en een dwarsdoorsnede is van de Nederlandse ongevalsbetrokken fietser. De steekproef dient dus divers te zijn en het totale bereik van relevante variabelen te bieden (e.g. leeftijd, sekse, fietservaring). Bij een case-controlstudie betekent dit dat medewerking nodig is van meerdere ziekenhuizen die representatief zijn voor de Nederlandse ziekenhuizen. De wijze waarop deelnemers geselecteerd worden is daarbij ook van belang. Bij de NC-studie zou een selectiebias een bedreiging kunnen vormen voor de externe validiteit wanneer de deelnemers de populatie onvoldoende vertegenwoordigen.

Bij de NC-studie waarin bijna-ongevallen als surrogaat voor ongevallen worden gebruikt, is het echter de vraag of bijna-ongevallen door dezelfde factoren beïnvloed worden als daadwerkelijke ongevallen, zie ook *Paragraaf 3.3* (0). Dit is te verhelpen door daadwerkelijke ongevallen als cases te nemen. Bij de NC-studie is het bovendien niet zeker of de deelnemer zijn natuurlijke gedrag vertoont: de deelnemer ziet dat er een camera op hem gericht is en weet dat het verboden is een smartphone te gebruiken tijdens het fietsen. Daarnaast zijn er handelingen te verrichten die de deelnemer aan het onderzoek herinneren (bijvoorbeeld accu opladen, de camera aanzetten of de camera-apparatuur van de fiets verwijderen als de fiets gestald wordt). Deze problemen zouden met het ontwikkelen van een DAS overkomen kunnen worden.

4.1.3 Ethische overwegingen

Bij het case-controlonderzoek kan het bevragen van slachtoffers over hun gedrag ten tijde van het ongeval als bezwaarlijk worden ervaren (0). Hier dient zorgvuldig en ethisch mee om te worden gegaan. Bij de NC-studie verwachten we geen onoverkomelijke ethische problemen. De fietsers vertonen, in het beste scenario, hun gewone fietsgedrag en worden niet tot afwijkend gedrag aangespoord. Wel is het belangrijk om ervoor te zorgen dat aanpassingen aan de fiets niet de letselernst van de deelnemer of anderen kan verergeren (bijvoorbeeld een stang voor op de fiets).

4.1.4 Bruikbaarheid data ander onderzoek

Een 'bijvangst' van het uitvoeren van NC-onderzoek is dat er meer data verzameld worden dan uiteindelijk gebruikt zullen worden voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag, het is immers niet te voorspellen of en wanneer de deelnemers het te observeren gedrag (smartphonegebruik) zullen vertonen. Dit zorgt ervoor dat er ook een schat aan data beschikbaar komt voor ander onderzoek naar fietsgedrag (+). Dit levert in het geval van het NC-onderzoek met daadwerkelijke ongevallen als cases, gezien de omvang van het onderzoek, het meeste op (+ +). De data die uit het case-controlonderzoek voortkomen zijn beperkt en bevatten geen opnamemateriaal dat voor ander onderzoek gebruikt kan worden (-).

4.2 Organisatorische criteria

4.2.1 Kosten

Voor de case-controlmethode worden kosten gemaakt om ongevalsbetroffen fietsers (de cases) te verwerven en voor het uitvoeren van de observatiestudie langs de kant van de weg. We zien dat de case-controlstudie vele malen goedkoper is dan de NC-studie. Zo is het vaststellen van het risico van het scherm bedienen, met een control-caseratio van 2, met behulp van de case-controlstudie 13 keer zo goedkoop (+ +) (kosten 103.000 euro) als wanneer een NC-studie op basis van bijna-ongevallen wordt uitgevoerd (kosten 1.344.000 euro) (-).

Onder de hogere kosten van de NC-studie vallen onder andere de instrumentatie van de fietsen, het voorbereiden van de data, het annoteren van het beeldmateriaal en de dataopslag. De NC-studie op basis van ongevallen is, omdat ongevallen minder voorkomen en er daardoor veel meer beeldmateriaal verzameld moet worden, een factor 33⁸ duurder dan de NC-studie op basis van bijna-ongevallen (zie *Tabel 3.9 en 3.10*) (- -).

4.2.2 Doorlooptijd

Bij de case-controlstudie wordt een vragenlijst afgenomen op SEH-afdelingen. De doorlooptijd is sterk afhankelijk van het aantal participerende ziekenhuizen, het aantal ongevalsbetroffen fietsers en hun bereidheid om mee te werken aan het onderzoek (-). Voordeel van een NC-studie is dat de doorlooptijd van de dataverzameling doorgaans bekend is: een fietser rijdt een vooraf bepaalde tijd op de geïnstrumenteerde fiets. Wel is de doorlooptijd afhankelijk van de beschikbare apparatuur (geïnstrumenteerde fietsen en DAS) en dus het aantal deelnemers dat gelijktijdig data kan verzamelen. Naast de dataverzameling is ook de dataverwerking binnen NC-studies erg tijdrovend (-). Voor de NC-studie op basis van ongevallen worden veel meer data verzameld met als gevolg dat ook de doorlooptijd vele malen langer is (- -).

4.2.3 Aantal deelnemers

Als we kijken naar het benodigde aantal cases voor de case-controlstudie (*Tabel 2.1*) en de NC-studie (*Tabel 3.1*) zien we dat er voor de NC-studies meer cases nodig zijn (-) dan voor de case-controlstudie. Voor de case-controlstudie zullen echter grofweg 33 keer zoveel observaties gedaan moeten worden als dat er controls nodig zijn (zie *Paragraaf 2.6*) (-).

Wat dit betekent, illustreren we hier aan de hand van onderzoek naar het effect van scherm bedienen (verwachte OR = 2,5, prevalentie 4% en control-caseratio 5). We zien dat er voor de case-controlstudie 176 cases, 880 controls en 29.331 observaties nodig zijn, en voor de NC-studie 206 cases en 1.030 controls.

Voor de NC-studie op basis van ongevallen zijn meer deelnemers nodig dan voor de NC-studie op basis van bijna-ongevallen (- -). Dit is omdat er meer kilometers moeten worden afgelegd voor er een ongeval wordt waargenomen, deze komen immers veel minder vaak voor dan bijna-ongevallen.

4.2.4 (Technische) complexiteit

Wat de complexiteit van de studie betreft, heeft een case-controlstudie een voordeel: de data worden verzameld zonder technisch complexe handelingen te verrichten (+). Bij een NC-studie daarentegen, worden fietsen met een DAS uitgerust, wordt video- en meetapparatuur geïnstalleerd/gesynchroniseerd en zijn er onder andere tools nodig om de videodata te annoteren en de kwaliteit van de data te controleren. De apparatuur op de fiets moet nagekeken



8. Berekend door de kosten van de NC-studie o.b.v. ongevallen te delen door de kosten van de studie o.b.v. bijna-ongevallen. De kosten uit *Tabel 3.9* en *Tabel 3.10* zijn exclusief de kosten van het ontwikkelen van een DAS; deze kosten zijn voor de studie op basis van ongevallen niet nauwkeurig te bepalen (zie ook *Paragraaf 3.8*).

en indien noodzakelijk gerepareerd worden, diefstal- en weersbestendig zijn, onopvallend zijn geplaatst en een toereikende accuduur hebben (– –).

4.2.5 Informatiebeveiliging

Bij zowel een case-controlstudie als een NC-studie dient er zorgvuldig omgegaan te worden met gevoelige informatie. Het nadeel van het case-controlonderzoek is dat er ook met medische data wordt gewerkt; het kan lastig zijn medewerking van ziekenhuizen of ambulancepersoneel te verkrijgen (–). Bij een NC-studie zijn de deelnemer en gereden routes herkenbaar in beeld en zijn ook verkeersovertredingen waar te nemen (–). Dit hoeft voor geen van beide methoden een belemmering te zijn, aangezien SWOV vaker gevoelige data in bewaring neemt (bijvoorbeeld voor het UDRIVE-project) en ISO27001- en NEN7510-gecertificeerd is.

4.3 Het Harris-profiel

Tabel 4.1 toont het samenvattende Harris-profiel voor de verschillende onderzoeksmethoden op de genoemde criteria. De case-controlstudie scoort op één criterium zeer goed, op twee criteria goed, op twee criteria matig en op vier criteria slecht. De NC-studie op basis van bijna-ongevallen scoort op drie criteria goed, op één criterium matig, op vier slecht en op één zeer slecht. De NC-studie op basis van ongevallen scoort op één criterium zeer goed, op drie criteria goed, op één criterium slecht en op vier criteria zeer slecht (Tabel 4.1).

Als we naar de wetenschappelijke criteria kijken, zien we dat de NC-studies op deze criteria beter scoren dan de case-controlstudie. Een uitzondering hierop is de externe validiteit, waar de case-controlstudie beter op scoort dan de NC-studie op basis van bijna-ongevallen. Op de organisatorische criteria scoort de case-controlstudie beter: er hoeven geen technisch complexe handelingen verricht te worden en de kosten liggen vele malen lager. Van de twee NC-studies lijkt op basis van de wetenschappelijke criteria de beste optie de NC-studie waarbij enkel ongevallen worden gebruikt. Het is echter wel de vraag of het uitvoeren van het onderzoek wel praktisch haalbaar is: de kosten liggen een factor 33 zo hoog, de doorlooptijd is veel langer en er zijn veel meer deelnemers nodig dan wanneer bijna-ongevallen als cases worden gebruikt. Beide NC-studies hebben als bijkomend voordeel dat er een schat aan data wordt verzameld die weer gebruikt kunnen worden als basis voor ander onderzoek naar fietsers. De NC-studie met alleen ongevallen als cases heeft door de grotere omvang van het onderzoek de grootste bijvangst aan deze data.

Tabel 4.1. Vergelijking van 1) een case-controlstudie met 2) een NC-studie op basis van bijna-ongevallen en 3) een NC-studie op basis van daadwerkelijke ongevallen, op basis van verschillende wetenschappelijke en organisatorische criteria. Harris-profiel: – – zeer slecht, – slecht, 0 matig, + goed, ++ zeer goed.

Categorie	Criteria	Case-control					NC (bijna-ongevallen)					NC (ongevallen)				
		--	-	0	+	++	--	-	0	+	++	--	-	0	+	++
Wetenschappelijk	Interne validiteit															
	Externe validiteit															
	Ethische overwegingen															
	Bruikbaarheid															
Organisatorisch	Kosten															
	Doorlooptijd															
	Deelnemers															
	Techn. complexiteit															
	Informatiebeveiliging															

5 Conclusie

In dit rapport zijn twee verschillende methoden beschouwd waarmee kan worden onderzocht in hoeverre smartphonegebruik op de fiets leidt tot een grotere kans op ongevallen: een case-controlstudie en een Naturalistic Cycling-studie. De vereisten aan deze onderzoeksmethoden – en daarmee ook de haalbaarheid ervan – zijn geïnventariseerd en vergeleken op basis van wetenschappelijke criteria (validiteit, ethische overwegingen en bruikbaarheid van verzamelde data voor onderzoek) en organisatorische criteria (kosten, doorlooptijd, benodigd aantal deelnemers, informatiebeveiliging en technische complexiteit).

Uit de vergelijking blijkt dat zowel de case-control- als de NC-methode voor- en nadelen heeft. De voordelen van de case-controlstudie betreffen met name de organisatorische criteria. In vergelijking met de NC-studie is de case-controlstudie technisch minder complex en vele malen goedkoper. De case-controlstudie scoort echter minder goed op de wetenschappelijke criteria. Dit komt met name doordat de data over de omstandigheden van een fietsongeval en het fietsgedrag ten tijde van het ongeval bij deze studieopzet afkomstig zijn uit zelfrapportages van betrokken fietsers. Een belangrijke beperking van zelfrapportages is dat ze afhankelijk zijn van het geheugen van de betrokkenen en van hun bereidheid om bepaalde details (bijvoorbeeld het smartphonegebruik ten tijde van het ongeval) toe te geven. Daarnaast zou het bevragen van slachtoffers over hun gedrag ten tijde van het ongeval door henzelf als bezwaarlijk kunnen worden ervaren. In de NC-studie, daarentegen, wordt objectieve data met betrekking tot fietsgedrag, smartphonegebruik en de verkeersomstandigheden ten tijde van het (bijna-)ongeval en de periode ervoor geregistreerd, al is er wel een mate van subjectiviteit bij het annoteren van bijna-ongevallen.

Bij het opzetten van een studie naar het ongevalsrisico van smartphonegebruik bij fietsers zijn zowel de wetenschappelijke als de organisatorische criteria van belang. Wetenschappelijke criteria wegen echter zwaarder, aangezien deze bepalen of de eventuele invloed van smartphonegebruik op fietsongevallen valide aangetoond kan worden. Uitgaande van de wetenschappelijke criteria is de NC-methode de betere keus. De wetenschappelijke meerwaarde van deze methode brengt echter ook een langere doorlooptijd en hoge kosten met zich mee. Afhankelijk van het type smartphonegebruik (bellen, scherm bedienen of muziek luisteren) dat onderzocht wordt om het ongevalsrisico vast te stellen, is de NC-studie op basis van bijna-ongevallen twaalf tot dertien keer zo duur als een case-controlstudie.⁹ De NC-studie op basis van daadwerkelijke ongevallen is op haar beurt 33 keer zo duur als dezelfde studie-opzet op basis van bijna-ongevallen.

De kosten verbonden aan een NC-studie zijn met name afhankelijk van het verwachte ongevalsrisico (OR) dat met het smartphonegebruik geassocieerd wordt: hoe hoger het risico, hoe lager de kosten. De kosten van een NC-studie naar het ongevalsrisico van het bedienen van een scherm (verwachte OR van 2,5) zijn aanzienlijk lager dan de kosten van NC-onderzoek naar het ongevalsrisico van het luisteren naar muziek, en veel lager dan NC-onderzoek naar het risico van bellen (verwachte OR van 1,2 voor beide typen smartphonegebruik). Door de lage verwachte



⁹ Zie Tabel 2.4 voor de kosten van de case-controlstudie. Voor de kosten van de NC-studie op basis van bijna-ongevallen zie Tabellen 3.9 en 3.11.

OR en de lage prevalentie (4%) van bellen tijdens het fietsen, is de NC-studie naar het risico van dit type smartphonegebruik het duurst. Het is daarom aan te raden NC-onderzoek enkel uit te voeren als het verwachte ongevalsrisico hoog ligt. Concreet betekent dit dat de NC-studie zich in eerste instantie zou kunnen richten op het vaststellen van het ongevalsrisico van het *bedienen van een scherm*, een handeling die op basis van eerder Naturalistic Driving-onderzoek gevaarlijker blijkt dan bellen (en waarschijnlijk ook dan het luisteren naar muziek¹⁰).

Idealiter wordt het NC-onderzoek op echte ongevallen in plaats van bijna-ongevallen gebaseerd. Dit omdat het onzeker is of bijna-ongevallen door dezelfde factoren worden beïnvloed als ongevallen. Daarnaast speelt bij het vaststellen van een bijna-ongeval enige mate van subjectiviteit een rol. Het is echter de vraag of het uitvoeren van een NC-onderzoek op basis van enkel ongevallen nog praktisch uitvoerbaar is, gezien de kosten en omvang van het onderzoek. De NC-studie naar het risico van het bedienen van een scherm kost namelijk ruim 1 miljoen wanneer deze op bijna-ongevallen wordt gebaseerd (zie *Tabel C.4 in Bijlage C*) en minstens 24 miljoen wanneer daadwerkelijke ongevallen worden gebruikt.

Gezien de wetenschappelijk waarde van NC-onderzoek en rekening houdend met de organisatorische criteria, is aan te bevelen om voor het vaststellen van het risico van smartphonegebruik een grootschalige NC-studie op basis van bijna-ongevallen uit te voeren en deze te richten op het bedienen van een scherm. Bij een grootschalig NC-onderzoek dient rekening te worden gehouden met een aantal aspecten, waaronder de instrumentatie van de fiets. Bestaande meetinstrumenten voldoen niet aan de vereisten om natuurlijk fietsgedrag waar te kunnen nemen. Hiervoor dient de instrumentatie 1) voor de deelnemer onopvallend te zijn, 2) automatisch aan te gaan of indien niet mogelijk een minimaal aantal handelingen van de deelnemers te vereisen om de data-verzameling mogelijk te maken; 3) beschermd te zijn tegen diefstal, weer- en waterschade. De camera's gebruikt in de NC-studie moeten verder het smartphonegebruik en de omstandigheden van het (bijna-)ongeval goed in beeld kunnen brengen.

Wanneer geschikte instrumentatie ontwikkeld kan worden en het NC-onderzoek verder technisch gezien uitvoerbaar en te bekostigen is, kan met deze methode waardevol inzicht in het risico van smartphonegebruik op fietsongevallen worden verkregen. Grote naturalistische studies uitgevoerd onder autobestuurders zijn van grote waarde gebleken bij het vaststellen van factoren die hebben bijgedragen aan het ontstaan van een (bijna-)ongeval. Met deze onderzoeksmethode wordt bovendien een schat aan data verzameld die, behalve voor het vaststellen van het risico dat aan smartphonegebruik verbonden is, ook voor tal van andere onderzoeken gebruikt kunnen worden. Met de verkregen NC-data kunnen allerlei aspecten van fietsgedrag (zoals de interactie tussen verschillende fietspadgebruikers of roodlichtnegatie onder fietsers) en mogelijke oorzaken van fietsongevallen (zoals de kwaliteit van de fietsinfrastructuur) worden bestudeerd.



10 In Naturalistic Driving-onderzoek is het ongevalsrisico van het luisteren naar muziek niet onderzocht. Een recente analyse van Dingus et al. (2019) laat echter zien dat handelingen met de smartphone waarbij de ogen van de bestuurder op de weg gericht zijn, minder gevaarlijk zijn dan handelingen waarbij de bestuurder van de weg af kijkt.

Literatuur

af Wåhlberg, A.E., Dorn, L. & Kline, T. (2010). *The effect of social desirability on self reported and recorded road traffic accidents*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 13, nr. 2, p. 106-114.

Ahlstrom, C., Kircher, K., Thorslund, B. & Adell, E. (2016). *Bicyclists' visual strategies when conducting self-paced vs. system-paced smartphone tasks in traffic*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 41, Part B, p. 204-216.

AVV (2006). *Wat zijn de risico's van mobiel bellen op de fiets? Een literatuurstudie*. Directoraat Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV, Rotterdam.

Bärgman, J., Nes, N. van, Christoph, M., Jansen, R., et al. (2017). *The UDRIVE dataset and key analysis results*. Deliverable 41.1 of the EU FP7 project UDRIVE Consortium. European Commission, Brussels.

Berghaus, G., Sticht, G., Grellner, W., Lenz, D., et al. (2011). *Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of medicines and illegal drugs including pharmacokinetics on safe driving*. Deliverable D 1.1.2b of the DRUID project. European Commission, Brussels.

Broeks, J. & Zengerink, L. (2016). *Eenmeting apparatuurgebruik fietsers*. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.

Broeks, J. & Bijlsma-Boxum, J. (2019). *Vervolgmeting apparatuurgebruik fietsers: voorjaar 2019*. Rijkswaterstaat.

Campbell, K.L. (2012). *The SHRP 2 naturalistic driving study: Addressing driver performance and behavior in traffic safety*. In: TR News, vol. 282, September-October 2012, p. 30-35.

CBS (2020). *Doden door verkeersongeval in Nederland, wijze van deelname*. Geraadpleegd op 17 april 2020 van:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71936ned/table?ts=1539365088669>

Christoph, M.W.T., Kint, S. van der & Wesseling, S. (2017). *Interpolis Barometer 2017. Vragenlijststudie mobiel telefoongebruik in het verkeer*. R-2017-19. SWOV, Den Haag.

Dingus, T.A., Guo, F., Lee, S., Antin, J.F., et al. (2016). *Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data*. In: Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 113, nr. 10, p. 2636-2641.

Dingus, T.A., Owens, J.M., Guo, F., Fang, Y., et al. (2019). *The prevalence of and crash risk associated with primarily cognitive secondary tasks*. In: Safety Science, vol. 119 (November 2019), p. 98-105.

- Dozza, M. (2019). *What is the relation between crashes from crash databases and near crashes from naturalistic data?* In: Journal of Transportation Safety & Security (April 2019), p. 1-15.
- Dozza, M., Bianchi Piccinini, G.F. & Werneke, J. (2016). *Using naturalistic data to assess e-cyclist behavior.* In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 41, Part B, p. 217-226.
- Dozza, M. & Werneke, J. (2014). *Introducing naturalistic cycling data: What factors influence bicyclists' safety in the real world?* In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 24, p. 83-91.
- Dupont, W. D. (1988). *Power calculations for matched case-control studies.* In: Biometrics, vol. 44, p. 1157-1168.
- Evans, L. (2001). *Age and fatality risk from similar severity impacts.* In: Journal of Traffic Medicine, vol. 29, nr. 1-2, p. 10-19.
- Flannagan, C., Bärngman, J. & Bálint, A. (2019). *Replacement of distractions with other distractions: a propensity-based approach to estimating realistic crash odds ratios for driver engagement in secondary tasks.* In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 63, p. 186-192.
- Goldenbeld, C., Houtenbos, M. & Ehlers, E. (2010). *Gebruik van draagbare media-apparatuur en mobiele telefoons tijdens het fietsen; Resultaten van een grootschalige internetenquête.* R-2010-5. SWOV, Leidschendam.
- Guo, F. & Hankey, J. (2009). *Modeling 100-Car safety events: a case-based approach for analyzing naturalistic driving data.* Virginia Tech Transportation Institute, The National Surface Transportation Safety Center for Excellence, Blacksburg, Virginia.
- Guo, F., Klauer, S.G., McGill, M.T. & Dingus, T.A. (2010). *Evaluating the relationship between near-crashes and crashes: Can near-crashes serve as a surrogate safety metric for crashes?* DOT HS 811 382. Department of Transportation DOT, National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Washington D.C.
- Guo, F., Klauer, S.G., Fang, Y., Hankey, J.M., et al. (2017). *The effects of age on crash risk associated with driver distraction.* In: International Journal of Epidemiology, vol. 46, nr. 1, p. 258-265.
- Harris, J.S. (1961) 'New Product Profile Chart'. In: Chemical and Engineering News, vol. 39, no. 16, p. 110-118.
- Hennessy, S., Bilker, W.B., Berlin, J.A. & Strom, B.L. (1999). *Factors influencing the optimal control-to-case ratio in matched case-control studies.* In: American Journal of Epidemiology, vol. 149, nr. 2, p. 195-197.
- Hollingworth, M.A., Harper, A.J. & Hamer, M. (2015). *Risk factors for cycling accident related injury: The UK Cycling for Health Survey.* In: Journal of Transport & Health, vol. 2, nr. 2, p. 189-194.
- Johnson, M., Charlton, J.L., Oxley, J. & Newstead, S. (2010). *Naturalistic cycling study: identifying risk factors for on-road commuter cyclists.* In: Annals of Advances in Automotive Medicine. Annual Scientific Conference, vol. 54, p. 275-283.

Klauer, S.G., Dingus, T.A., Neale, V.L., Sudweeks, J.D., & Ramsey, D.J. (2006). *The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data*. DOT HS 810 594. Department of Transportation DOT, National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Washington D.C.

Klauer, S. G., Guo, F., Sudweeks, J., & Dingus, T. A. (2010). *An Analysis of Driver Inattention Using a Case-crossover Approach on 100-car Data*. Final report. DOT HS 811 334. Department of Transportation DOT, National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Washington D.C.

Knipling, R.R. (2015). *Naturalistic driving events: no harm, no foul, no validity*. Paper gepresenteerd op Eighth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, Salt Lake City, UT.

Mathijssen, R. & Houwing, S. (2005). *The prevalence and relative risk of drink and drug driving in the Netherlands: a case control study in the Tilburg police district. Research in the framework of the European research programme IMMORTAL*. R-2005-9. SWOV, Leidschendam.

Møller, K. M. (2019). *Self-report of traffic accidents: a critical evaluation of information validity, survey design and limitations of use*. (PhD Thesis), Aalborg Universitet, Aalborg. Geraadpleegd van: <https://vbn.aau.dk/en/publications/selvrapporter-af-trafikuheld-en-kritisk-evaluerende-af-inform>

Petzoldt, T., Schleinitz, K., Heilmann, S. & Gehlert, T. (2017). *Traffic conflicts and their contextual factors when riding conventional vs. electric bicycles*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 46, Part B, p. 477-490.

Puchades, V.M., Pietrantonio, L., Fraboni, F., De Angelis, M., et al. (2018). *Unsafe cycling behaviours and near crashes among Italian cyclists*. In: International Journal of Injury Control and Safety Promotion, vol. 25, nr 1, p. 70-77.

Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J.F., et al. (2015). *Conflict partners and infrastructure use in safety critical events in cycling – Results from a naturalistic cycling study*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 31, p. 99-111.

Stelling-Kończak, A., & Hagenzieker, M. P. (2012). *Afleiding in het verkeer: een overzicht van de literatuur*. R-2012-4. Leidschendam, SWOV.

Stelling-Kończak, A., Wee, G.P. van, Commandeur, J.J.F. & Hagenzieker, M. (2017a). *Mobile phone conversations, listening to music and quiet (electric) cars: Are traffic sounds important for safe cycling?* In: Accident Analysis & Prevention, vol. 106, p. 10-22.

Stelling-Kończak, A., Vlakveld, W.P., Wesseling, S., Groot-Mesken, de J., et al. (2017b). *Speed-pedelecs op de rijbaan: observatieonderzoek: eerste praktijkonderzoek naar gedragseffecten in relatie tot veiligheid en doorstroming*. R-2017-13A. SWOV, Den Haag.

Terzano, K. (2013). *Bicycling safety and distracted behavior in The Hague, the Netherlands*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 57, p. 87-90.

Twisk, D., Stelling-Kończak, A., Gent, P. van, Groot, J. de & Vlakveld, W. (in voorbereiding). *Speed differences of conventional bicycles, pedelecs, and speed pedelecs in naturalistic conditions*. Aanbod aan Accident Analysis and Prevention.

VeiligheidNL (2017). *Fietsongevallen in Nederland. SEH-behandelingen 2016*. Rapport nummer 679. VeiligheidNL, Amsterdam.

Vlakveld, W.P., Mons, C. & Kamphuis, K. (2019). *Verkeersconflicten met speed-pedelecs. Analyse van videobeelden opgenomen tijdens ritten in het dagelijks verkeer*. R-2019-17. SWOV, Den Haag.

Waard, D. de, Edlinger, K. & Brookhuis, K. (2011). *Effects of listening to music, and of using a handheld and handsfree telephone on cycling behaviour*. In: *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 14, nr. 6, p. 626-637.

Waard, D. de, Schepers, P., Ormel, W. & Brookhuis, K. (2010). *Mobile phone use while cycling: Incidence and effects on behaviour and safety*. In: *Ergonomics*, vol. 53, nr. 1, p. 30-42.

Weijermars, W.A.M., Goede, M. de, Goldenbeld, Ch., Decae, R.J., et al. (2019). *Monitor verkeersveiligheid 2019 – Achtergrondinformatie en onderzoeksverantwoording*. R-2019-22A, SWOV, Den Haag.

Wijayaratna, K.P., Cunningham, M.L., Regan, M.A., Jian, S., et al. (2019). *Mobile phone conversation distraction: Understanding differences in impact between simulator and naturalistic driving studies*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 129, p. 108-118.

Bijlage A Kosten case-controlstudie

Om de kosten voor de case-controlstudie te kunnen berekenen baseren wij ons op een voorstel voor een studie over de prevalentie en risico's van smartphonegebruik in het kader van het Horizon2020-onderzoeksprogramma van de Europese Unie. Hieronder staan de kosten voor de cases (*Tabel A.1*) en de controls (*Tabel A.2*) vermeld. Ter illustratie doorlopen wij een berekening van de kosten die met het onderzoek naar het scherm bedienen gepaard gaan. Scherm bedienen heeft een verwachte OR van 2,5, verwachte prevalentie van 4% en we kiezen voor een control-caseratio van 5. We zien dat 176 cases en 880¹¹ controls benodigd zijn (zie *Tabel 2.1*).

Berekening kosten cases

Tabel A.1. Kosten voor de case-controlstudie per 300 cases. Met variabele kosten wordt gedeeld op kosten die oplopen wanneer de studie in omvang toeneemt.

Kostenpost	Variabele kosten	Vaste kosten
Contact maken/onderhouden Ambulance / eerste hulp / politie	€16.320	
Monitoren/opvolgen/data verzameling	€16.320	
Samenvoegen database case / control		€5.440
Analyse	€10.880	
Rapportage		€10.880
Externe kosten (medewerking ziekenhuizen/ambulance/politie)		€4.000
Totaal	€43.520	€20.320

In de bovenstaande tabel is een onderscheid gemaakt naar vaste en variabele kosten. Bij de vaste kosten is aangenomen dat deze kosten ongeveer gelijk zullen blijven bij het opschalen van de studie. We gaan uit van de volgende formule om de kosten voor de cases te berekenen:

$$((\text{Benodigde cases}/300) * \text{variabele kosten}) + \text{vaste kosten} = \text{kosten benodigd aantal cases}$$

We voeren de berekening uit voor de 176 cases:

$$((176 / 300) \times 43.520) + 20.320 = €45.852.$$



11. Het aantal cases maal de control-caseratio. $176 \times 5 = 880$.

Berekening kosten controls

Tabel A.2. Kosten voor de case-controlstudie per 10.000 observaties. Deze kosten zijn gebaseerd op een voorstel voor een studie over de prevalentie en risico's van smartphonegebruik in het kader van het Horizon2020-onderzoeksprogramma van de Europese Unie. In deze studie werden niet alleen 10.000 fietsers maar ook 10.000 voetgangers geobserveerd, we zijn er in de berekening van uitgegaan dat het 50% van het personeelsbudget zou schelen indien wij alleen fietsers observeren. De kosten voor personeel zijn hier in de tabel al voor gecorrigeerd.

Kostenpost	Kosten
Personeel	€26.886
Brandstof	€2.000
Tablets	€1.500
Totaal	€30.386

Voor het berekenen van de kosten van de controls hanteren wij de volgende formule:

$$((\text{Benodigde controls} \times 33,33) / 10.000) \times \text{variabele kosten} = \text{kosten benodigd aantal controls}$$

Het aantal benodigde controls wordt met 33,33 vermenigvuldigd om aan het aantal benodigde observaties te komen. Dit komt omdat sommige waarnemingen niet als control gebruikt kunnen worden (e.g. het geslacht of de leeftijd komt niet met de case overeen).

We voeren de berekening uit voor 880 controls:

$$((880 \times 33,33) / 10.000) \times 30.386 = €89.123.$$

Totale kosten case-controlstudie

Vervolgens tellen we de kosten voor de cases en de controls op om tot de totale kosten te komen:

$€45.852 + €89.123 = €134.975$ (176 cases, 880 controls en 29.331 observaties). Dit getal wijkt door afronding iets af van de kosten in Tabel 2.4 (134.975 vs. 134.977).

Bijlage B Kosten NC-studie

De kosten van de NC-studie (op basis van bijna-ongevallen) zijn berekend aan de hand van een in 2017 uitgevoerde NC-studie naar speed-pedelecs (Stelling-Kończak et al., 2017b). De totale kosten van deze studie bedroegen €237.415,- waarvan €210.103,- kosten voor personeel (hier vallen annoteurs ook onder). In totaal werd er door de speed-pedelecrijders 6.584 km afgelegd. Omdat fietsers gemiddeld met een lagere snelheid fietsen is het totale aantal km gecorrigeerd naar de afstand die fietsers afgelegd zouden hebben: 4.541 km. Deze gegevens zijn gebruikt om de kosten voor de NC-studie te berekenen (zie *Tabel B.1*). Ter illustratie doorlopen wij ook hier een berekening van de kosten die met het onderzoek naar het scherm bedienen gepaard gaan (*Tabel B.1-B.5*). Scherm bedienen heeft een OR van 2,5, een prevalentie 4% en we kiezen voor een control-caseratio van 5. We zien in *Tabel 3.1* dat er 206 cases en daarmee dus 1.030 controls nodig zijn.

Tabel B.1. Berekening kosten voor personeel (waaronder annoteurs).

Aantal cases nodig (A)	Aantal km nodig (B)	km SP 2017 met fiets-correctie (C)	Factor (D = B/C)	Kosten personeel 2017 (E)	Totaal kosten personeel (F = DxE)
206	15.607 ¹²	4.541	3,4369	€210.103	€722.103

Vervolgens worden de totale kosten voor het huren van de fietsen berekend:

Tabel B.2. Berekening totale kosten fietshuur per jaar.

Aantal km nodig (A)	Gem. aantal km per fietser (B)	Aantal fietsers (C)	Blokken van 4 weken in jaar (D)	Fietsers per blok (1 jaar) (E)	Huur fiets per maand (F)	Totale kosten fiets per jaar (G) E * (F*12)
15.607	188,6 ¹³	83	13	7	135 ¹⁴	€11.340

En de kosten voor de deelnemers:

Tabel B.3. Berekening kosten deelnemers..

Aantal deelnemers (A)	Kosten per deelnemer (B)	Totale kosten deelnemers (A*B)
83	€32,41 ¹⁵	€2.690



12. Aantal cases maal het aantal kilometer per bijna-ongeval: 206 x 75.76 = 15.607.

13. Zie Tabel 3.4.

14. Gebaseerd op <https://www.bimbimbikes.nl/fietsverhuur/nederland/delft/bike-totaal-wijtman-delft>. Eventuele korting als gevolg van het huren van een groot aantal fietsen is hier niet meegenomen.

15. Gebaseerd op Stelling-Kończak et al. (2017).

En als laatste de kosten om een jaar lang een stagiair mee te laten draaien:

Tabel B.4. Berekening kosten stagiair.

Stagiair drie maanden	Stagiair 1 jaar
€1.084	€4.336

Totale kosten NC-studie

Tabel B.5. Totale kosten NC-studie wanneer wij 206 bijna-ongevallen als cases nemen. Deze kosten zijn exclusief het ontwikkelen van het DAS, het opzetten/onderhouden/testen van de data infrastructuur en de instrumentatie van de fietsen. Zie hiervoor Bijlage C.

Kostenpost	Kosten
Personeel/annotateurs	€722.103
Fietshuur	€11.340
Deelnemers	€2.690
Stagiair	€4.336
Totaal	€740.469

Bijlage C Kosten ontwikkeling DAS

De kosten voor het ontwikkelen van een DAS, het opzetten en onderhouden van de data- en IT-infrastructuur zijn minder transparant dan de kosten die voor het uitvoeren van de NC-studie berekend zijn (zie *Bijlage B*). De kosten zijn geschat op basis van inzichten en ervaringen uit het UDRIVE-project, een grootschalige Naturalistic Driving-studie. Wij zullen bij het schatten opnieuw uitgaan van het scenario waarbij er 206 bijna-ongevallen als cases worden genomen (7 gelijktijdige fietsers per blok van vier weken).

Ontwikkeling DAS

De kosten voor het ontwikkelen van het DAS zijn geschat op 200.000 euro. Deze vaste kosten worden, ongeacht de grootte van het steekproef, gemaakt voor de ontwikkeling.

Kostenposten data-/IT-infrastructuur en testen DAS

Deze kostenpost bestaat uit meerdere onderdelen: specificaties DAS, testen DAS, 'data quality assurance', 'data management operations', 'processing and analysis tool development' en de 'data management chain pilot test'. Deze onderdelen worden hieronder eerst kort uitgelegd, vervolgens worden het aantal benodigde werkdagen en de kosten in *Tabel C.1* voor een studie van 1000 deelnemers (ofwel 77 fietsers per blok) geschat. Aan de hand van deze indicatie wordt er een grove schatting gemaakt wat een kleinere studie naar scherm bedienen op basis van bijna-ongevallen, met 206 cases, 83 deelnemers en 7 fietsers per blok, zou kunnen kosten.

Specificaties DAS

Wat zijn de specificaties waaraan het DAS dient te voldoen? Welke bestaande systemen zijn er op de markt en welke leverancier is het meest geschikt om het systeem uiteindelijk aan te leveren?

Testen DAS

Deze testfase moet uitwijzen of het DAS aan de eisen, die bij het vorige punt zijn opgesteld, voldoet.

Data quality assurance

Deze kostenpost betreft het waarborgen van de kwaliteit van de verzamelde data, het is belangrijk om ons ervan te verzekeren dat de data bruikbaar zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Deze kwaliteitscontrole heeft betrekking op de dataverzameling, dataoverdracht, dataopslag, voor- en nabewerking, database-validatie en de data-analyse. Onder deze kosten vallen ook de te ontwikkelen tools om data te inspecteren. Hierbij kan zowel gedacht worden aan een tool waarmee de data online (gedurende de dataverzameling) gemonitord kunnen worden, als aan een tool waarmee de kwaliteit geïnspecteerd kan worden van de data die zich in de centrale opslag bevinden.

Data management operations

Deze kosten hebben betrekking op het opstellen van de IT-infrastructuur, het onderhouden van de centrale database en het toegankelijk maken van de data voor relevante partijen. Er moet gekeken worden aan welke eisen de IT-infrastructuur dient te voldoen, hoe de data lokaal- en centraal worden opgeslagen, hoe de data verwerkt worden en wie er toegang toe heeft.

Processing and analysis tool development

Het specificeren en implementeren van tools die gebruikt worden voor het opslaan-, uploaden/ downloaden, delen en voorbereiden/schoonmaken van de data. De kosten voor het onderhoud van de tools en het verhelpen van problemen/bugs vallen hier ook onder.

Data management chain pilot test

Voordat er aan grootschalige dataverzameling wordt begonnen, wordt het functioneren van het DAS getest binnen de gehele opgezette infrastructuur (van verzameling tot verwerking). Op deze manier kan vastgesteld worden of alle schakels in de ketting naar behoren werken.

Tabel C.1. Schatting aantal dagen en bijbehorende kosten voor het testen van het DAS, het opzetten en onderhouden van de data- en IT-infrastructuur voor grofweg 1000 deelnemers of 77 fietsers per blok. Er is gerekend met een dagsalaris van €878,-.

Kostenpost	Geschat aantal dagen (1000 deelnemers)	Kosten
DAS-specificatie	15	€13.170
DAS testen	30	€26.340
Data quality assurance	45	€39.510
Data management operations	45	€39.510
Processing and analysis tool development	45	€39.510
Data management chain pilot test	20	€17.560
Hardware		€20.000
Totaal	200	€195.600

In de bovenstaande situatie zijn de kosten berekend voor het scenario waarin grofweg 1000 deelnemers aan de NC-studie participeren. We kunnen ervan uitgaan dat deze kosten lager uitpakken wanneer er slechts 83 deelnemers hebben. De minimale kosten die gemaakt moeten worden voor het opzetten van de data-/IT-infrastructuur en het testen van het DAS weten we helaas niet. We zullen daarom een conservatieve schatting doen. We nemen hierbij aan dat minimaal twee derde van het geschatte aantal dagen in de bovenstaande tabel gemaakt moet worden. Voor 206 cases geldt dan: $0,666 \times 195.600 + 20.000 = €137.067$.

Vervolgens moeten de fietsen nog geïnstrumenteerd worden (zie *Tabel C.2*).

Tabel C.2. Schatting kosten instrumentatie van de fietsen.

Kostenpost	Kosten per fiets	Fietsers per blok	Kosten
Hardware	€750	7	€5.250
Data transfer – centrale systeem ¹⁶	€260	7	€1.820
Totaal	€1.010	7	€7.070

Totale kosten ontwikkeling DAS

De totale kosten voor het ontwikkelen van het DAS, het opzetten en onderhouden van de data- en IT-infrastructuur, het testen van het DAS en de instrumentatie van de fietsen zijn terug te vinden in *Tabel C.3*. In *Tabel C.4* zijn deze kosten samengenomen met de geschatte kosten van de NC-studie (zie *Bijlage B*) om tot de totale kosten te komen wanneer er van 206 bijna-ongevallen als cases wordt uitgegaan.

Tabel C.3. De totale kosten, op basis van 206 bijna-ongevallen als cases, voor het ontwikkelen en testen van het DAS, het opzetten en onderhouden van de data-/IT-infrastructuur en het instrumenteren van de fietsen.

Kostenpost	Kosten
Ontwikkeling DAS	€200.000
Data/IT-infrastructuur / testen DAS	€137.067
Instrumentatie fietsen	€7.070
Totaal	€344.137

Totale kosten NC-studie (inclusief DAS)

Tabel C.4. De totaalkosten van het ontwikkelen van het DAS en de kosten voor de NC-studie (Bijlage B) samen. Dit is het totaalbedrag voor wanneer er 206 bijna-ongevallen als cases worden gehanteerd.

Kostenpost	Kosten
DAS/infrastructuur	€344.137
NC-studie	€740.469
Totaal	€1.077.939



16. Geschatte kosten voor het systeem waarmee de data wordt opgeslagen (en uiteindelijk bij de centrale opslag terecht komt). Er is hier gerekend met een mobiel data-abonnement van 30GB voor een jaar (€30 per maand). Voor dit bedrag zou ook een oplossing met harde schijven overwogen kunnen worden.

Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov_nl](#) / @swov

 [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)