



Rapport nr. 2022 - R - 24 - NL

Studie evaluatie proefprojecten ontwerp dienstorder 'Veiligheid op werven'



AGENTSCHAP
WEGEN & VERKEER

Rapportnummer	2022 - R - 24 - NL
Wettelijk depot	D/2022/0779/60
Opdrachtgever	Agentschap Wegen & Verkeer
Publicatiedatum	02/12/2022
Auteur(s)	Tim De Ceunynck, Philip Temmerman, Marc Broeckaert, Tooba Batool, Heike Martensen, Annelies Schoeters, & Annelies Develtere
Review	Stuurgroep proefprojecten veiligheid op werven (Agentschap Wegen & Verkeer), Eli Desmedt (Confederatie Bouw), John Kreps (Signeq)
Verantwoordelijke uitgever	

Inzichten of standpunten in dit rapport zijn niet noodzakelijk deze van de opdrachtgever.

Overname van informatie uit dit rapport is toegestaan mits expliciete bronvermelding:

De Ceunynck, T., Temmerman, P., Broeckaert, M., Batool, T., Martensen, H., Schoeters, A., & Develtere, A. (2022). Studie evaluatie proefprojecten ontwerp dienstorder 'Veiligheid op werven' – , Brussel: Vias institute

Vias institute dankt Willemen Groep en Stadsbader NV voor hun bereidwillige medewerking.

Inhoud

Tabellen- en figurenlijst	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	14
2 Achtergrond	15
2.1 Ongevallenstatistieken Vlaanderen	15
2.2 Literatuuroverzicht	16
2.2.1 Menselijke factoren	17
2.2.2 Impact van werfkenmerken	18
2.3 Huidig dienstorder en praktijken	18
2.4 Ontwerp-dienstorder	20
3 Scope en methodiek van deze studie	21
4 Analyse aangeleverde en verzamelde data	22
4.1 Observaties plaatsen signalisatie	22
4.1.1 Werf E403 Moorsele richting Doornik (bakens + smalle veiligheidszone)	22
4.1.2 Werf E40 Bertem (plaatsing afscherpende constructie)	25
4.1.3 Werf E314 Boorsele	30
4.2 Bevestigingen en interviews	31
4.3 Inbreuken veiligheidszone en aanrijden signalisatie	32
4.3.1 Werf E403 Moorsele richting Doornik	32
4.3.2 Werf E403 Moorsele richting Brugge	35
4.3.3 Werf R0 Groenendaal	37
4.3.4 Werf E314 Boorsele	40
4.3.5 Werf E40 Bertem	42
4.4 Verkeersveiligheidsinspectieverslagen	48
4.5 Analyses sluipverkeer	53
4.5.1 Methode	53
4.5.2 Werf E403 Moorsele richting Doornik	55
4.5.3 Werf E40 Bertem richting Brussel	58
4.5.4 Werf E314 Boorsele	65
4.6 Analyse gereden snelheden	65
4.6.1 Methode	65
4.6.2 E403 Moorsele	66
4.6.3 E40 Bertem	67
4.7 Analyse van ongevallen/incidenten gemeld door Verkeerscentrum	71
4.7.1 R0 Groenendaal	71
4.7.2 E40 Bertem	71
4.8 Congestiekosten	73
4.8.1 Beschrijving uitvoeringswijzen	73
4.8.2 Kosten verliesuren	74
4.8.3 Selectie van theoretische werven	80

4.9	Uitvoeringskosten	81
4.9.1	Voorbeeldfiche 1: Werf E403 Moorsele richting Doornik	81
4.9.2	Voorbeeldfiche 2: Werf R0 Groenendaal	84
4.9.3	Werf herasfalteringswerken E314 (voorjaar 2022)	86
4.10	Technische sessie 30/08/2022	87
4.10.1	Doelstelling van de sessie	87
4.10.2	Rol AWW vs aannemer	88
4.10.3	Variabelen die bepalend zijn voor keuze werfinrichting	88
4.10.4	Haalbaarheid rijstrookbrede veiligheidszone	89
4.10.5	Indeling/gebruik veiligheidszone	91
4.10.6	Impact werflogistiek en operationele uitvoering	92
5	Risicoanalyse	94
6	Haalbaarheid en afwegingskader	105
7	Beperkingen van het onderzoek	111
8	Conclusies	112
9	Referenties	113
10	Bijlage 1: interviews	115
10.1	Bevraging werfleiders	115
10.1.1	E403	115
10.1.2	E40	116
10.1.3	E314	117
10.2	Bevraging arbeiders	118
10.2.1	E403	118
10.2.2	E40	120
10.2.3	E314	120
10.3	Interview i.v.m. filestaartbeveiliging	121
10.4	Interview i.v.m. toepasbaarheid afwegingskader op werven van categorie 6	122

Tabellen- en figurenlijst

Tabel 1	Overzicht categorieën van wegenwerken	18
Tabel 2	Overzicht aangerezen bakens nachtelijke verkeersveiligheidsinspectie	33
Tabel 3	Vastgestelde relevante situaties werf E403 Moorsele richting Brugge	36
Tabel 4	Overzicht noodzakelijke vervangingen signalisatie werf E403 Moorsele richting Brugge	36
Tabel 5	Samenvattend overzicht inspectieverslagen	49
Tabel 6	Locatie van de meetposten en km-palen aan het begin van de alternatieve route en bij de controle locatie	56
Tabel 7	Positie van de meetposten voor Werf E40 Bertem richting Brussel	60
Tabel 8	Werf E40 Bertem richting Brussel: percentage van minuten met verkeersopstoppen per km post en uur van de dag	62
Tabel 9	Overzicht incidenten bij werf R0 Groenendaal	71
Tabel 10	Overzicht incidenten bij werf E40 Bertem	72
Tabel 11	Doorrekeningen Minder Hinder tool AWW: analyse van congestiekosten	77
Tabel 12	Doorrekeningen Minder Hinder tool: kenmerken onderzochte werven en kostentoenamefactoren	78
Tabel 13	Kostenschatting voor de verschillende uitvoeringswijzen van werf E403 Moorsele richting Doornik	84
Tabel 14	Kostenschatting voor de verschillende uitvoeringswijzen van werf R0 Groenendaal	86
Tabel 15	Risicoanalyse	94

Figuur 1	Aantal letselongevallen bij wegenwerken in Vlaanderen en hun aandeel op alle letselongevallen	15
Figuur 2	Aantal slachtoffers van ongevallen bij wegenwerken in Vlaanderen	16
Figuur 3	Aantal slachtoffers per wegtype (2012 – 2021)	16
Figuur 4	Signalisatiewagen met botsabsorbeerder beschermt de materiaalwagens	22
Figuur 5	Controle van het wegdek door de projectleider	23
Figuur 6	Puin dat niet opgeveegd kon worden rond een verkeersbord	24
Figuur 7	Bedienen van de asfalteermachine	25
Figuur 8	Minder dan een halve meter tussen bakens en werf	25
Figuur 9	Een deel van de bestuurders negeert het rode kruis	27
Figuur 10	Dynamische snelheidslimieten op E40 richting Luik, bij de splitsing	27
Figuur 11	Plaatsen van verkeerskegels voorafgaand aan de afschermende constructie	28
Figuur 12	Afsluiten rijstrook richting Brussel	28
Figuur 13	Schoonmaken doorsteek en verplaatsen van de kegels	29
Figuur 14	Plaatsen afschermende constructie	29
Figuur 15	Werf E314 Boorsele	30
Figuur 16	Voorbeelden aanrijdingen bakens E403 vastgesteld door AWW-werfcontroleur	33
Figuur 17	Voorbeelden aanrijdingen bakens E403 vastgesteld door AWW tijdens verkeersveiligheidsinspecties	34
Figuur 18	Voorbeelden inbreuken veiligheidszone E403	34
Figuur 19	Verplaatsen van de bakens tot tegen de rijstrookmarkering op de E403 Moorsele richting Brugge	35
Figuur 20	Voorbeelden van inbreuken van de veiligheidszone werf R0 Groenendaal	38
Figuur 21	Voorbeeld zicht camera werf R0 Groenendaal	40
Figuur 22	Voorbeelden inbreuken veiligheidszone werf E314 Boorsele	41
Figuur 23	Voorbeeld aanrijding bakens (verkeersveiligheidsinspectieverslag)	42
Figuur 24	E40 – werkzaamheden met overtreding veiligheidszone rond materiaalpost	43
Figuur 25	E40 – graafmachine verschuift bakens	44
Figuur 26	E40 – arbeider verschuift bakens	45
Figuur 27	E40 – bijna-aanrijding signalisatie	45
Figuur 28	E40 – werfvoertuig rijdt werf uit (boven) en weer terug in (beneden)	46
Figuur 29	Passeerbeweging werfvoertuig via rijstrookbrede veiligheidszone	47
Figuur 30	E403 richting Doornik: normale route met wegenwerken en mogelijke alternatieve route	55
Figuur 31	Meetposten op controlelocatie (op- en afrittencomplex 5 – Wevelgem)	56
Figuur 32	Meetposten op afrit 7 Izegem het begin van de alternatieve route	56

Figuur 33	Verskil in reistijd tussen hoofdroute en alternatieve route voor de E403 in Moorsele	57
Figuur 34	Aandeel-split fractie op Afrit 7 en controlelocatie voor, tijdens en na de werken	57
Figuur 35	E40 richting Brussel: normale route langs de wegenwerken (Google Maps)	58
Figuur 36	E40 richting Brussel: alternatieve route via snelwegparking Heverlee (Google Maps)	59
Figuur 37	E40 richting Brussel: alternatieve route via snelwegparking Heverlee en E314 (Google Maps)	59
Figuur 38	E40 richting Brussel: alternatieve route via snelwegparking Heverlee, E314 en N3 (Google Maps)	60
Figuur 39	Meetposten op alternatieve route via snelwegparking Heverlee en E314 en via snelwegparking Heverlee, E314 en N3	61
Figuur 40	Meetposten op alternatieve route via snelwegparking Heverlee	61
Figuur 41	Meetposten op controlelocatie (op- en afrittencomplex 23 – Haasrode)	61
Figuur 42	E40: Reistijds winst van de standaard route tegenover de snelste alternatieve route in minuten. Een positieve waarde betekent dat de standaardroute sneller is	63
Figuur 43	Aandeel split fractie op alternatieve routes via snelwegparking Heverlee en controlelocatie voor en tijdens de werken	64
Figuur 44	Aandeel split fractie op alternatieve routes via snelwegparking Heverlee en E314, snelwegparking, E314 en N3 en controlelocatie voor en tijdens de werken	64
Figuur 45	Schematische lay-out Werf E403 met pechstroken, rijstroken, door werken ingenomen rijstroken, meetpunten en snelheidslimieten. Noot: de verticale uitlijning van dit schema komt niet noodzakelijk overeen met de normale Noord-zuid uitlijning.	66
Figuur 46	V85 per uur en per dag ter hoogte van parking Oekene richting Moorsele. SL=snelheidslimiet	67
Figuur 47	V85 per uur en per dag ter hoogte van parking Oekene richting Roeselare. SL=Snelheidslimiet.	67
Figuur 48	Schematische lay-out Werf E40 met rijstroken, door werken ingenomen rijstroken, meetpunten en snelheidslimieten. Noot: de verticale uitlijning van dit schema komt niet noodzakelijk overeen met de normale Noord-zuid uitlijning.	68
Figuur 49	V85 per dag op maandbasis (boven) en per uur op weekbasis (onder) in de richting van Brussel ter hoogte van de wegenwerken op de E40 in Bertem	69
Figuur 50	V85 per week op maandbasis (boven) en per uur per dag op weekbasis (onder) in de richting van Luik ter hoogte van de wegenwerken op de E40 in Bertem	70

Samenvatting

Achtergrond

Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) wenst in te zetten op het verhogen van de veiligheid van wegwerkers. Het AWV werkt in dit kader aan een nieuw dienstorder (= richtlijn) waarin bovenop de bestaande regelgeving en richtlijnen inzake de werfsignalisatie een aantal aanvullende maatregelen zouden worden voorzien. Deze studie tracht bij te dragen aan het in kaart brengen van de verwachte effecten van deze maatregelen.

De huidige richtlijnen m.b.t. de zijdelingse geleiding/afbakening ter hoogte van de werkzone worden inzichtelijk gemaakt in de werfsignalisatieschema's in de bijlagen van dienstorder MOW/AWV/2015/8. De tekstuele richtlijnen van deze dienstorder zijn tevens opgenomen in het Standaardbestek 250.

De huidige situatie wat betreft de zijdelingse afbakening van de werkzone, kan worden samengevat als volgt:

- Werven van categorie 1 (autosnelwegen en andere wegen met maximumsnelheid ≥ 90 km/u): losstaande bakens of een continue afschermende constructie + 0,5 m veiligheidszone aan de werfzijde, die te allen tijde vrijgehouden dient te worden;
- Werven van categorie 5 (overdag & goed zichtbaar): losstaande bakens + 0,5 m veiligheidszone;
- Werven van categorie 6 (mobiel & kortstondig): geen zijdelingse afbakening van de werkzone.

Samenvattend worden volgende uitgangsprincipes vooropgesteld in de meest recente versie van het ontwerp-dienstorder die ons ter beschikking werd gesteld (ontwerp-dienstorder werfsignalisatie – bijkomende maatregelen om de veiligheid ter hoogte van de werf te bevorderen (versie 3)):

- Werven van categorie 1:
 - o Standaard: bij werken die langer duren dan 7 kalenderdagen wordt standaard gewerkt met een tijdelijke continue geleideconstructie met werkingsbreedte W2 (wat neerkomt op 0,80 m vrije zone tussen de verkeerszijde van de geleideconstructie en de werkzone) en kerend vermogen T3
 - o Indien niet verantwoord qua tijd (in de meest recent beschikbare versie voorlopig vastgelegd op werken van minder dan 7 kalenderdagen): losstaande bakens + 1 rijstrookbrede veiligheidszone + snelheidslimiet 50 km/u (indien dynamische signalisatie: 50 km/u tijdens de effectieve werkzaamheden; op andere momenten kan een snelheidsbeperking tot 70 km/u verantwoord zijn).
 - o Afwijkingen mogelijk in uitzonderlijke situaties (nog niet bepaald welke).
- Werven van categorie 5: streven naar rijstrookbrede veiligheidszone (naast de bakens)
- Werven van categorie 6:
 - o Autosnelwegen met 2x3 of meer rijstroken:
 - Stationaire werf: Bij werken op de rijbaan en pechstrook van wegvakken voor doorgaand verkeer wordt naast de werkzone een bijkomende rijstrook (of de breedte van een rijstrook) onttrokken aan het verkeer. Deze vrije ruimte doet dienst als veiligheidszone. Tussen de veiligheidszone en het doorgaand verkeer wordt een afbakening (zijdelingse geleiding) met kegels geplaatst
 - Mobiele werf: de uitgebreide veiligheidszone is niet van toepassing.
 - o Autosnelwegen met 2x2 rijstroken: hier kan geen voordeel bekomen worden onder de vorm van een grotere veiligheidsmarge tussen werf en doorgaand verkeer

Wat de rijstrookbrede veiligheidszone betreft, wordt ervan uitgegaan dat dit een rijstrook is die volledig te vrijwaren is en voor geen enkele activiteit mag gebruikt worden; het ontwerp-dienstorder stelt: "Deze vrije ruimte mag niet gebruikt worden om materialen te stockeren, het opstellen van machines, als aanrijroute voor het werfverkeer, als zone om te manoeuvreren of als één of andere vorm van werkactiviteit."

Methodiek

Het onderzoek omvat twee luiken: enerzijds een empirisch luik, waarbij bijkomende data verzameld wordt bij een aantal proefwerven met verschillende types signalisatie (afschermende constructie, bakens met smalle veiligheidszone en bakens met brede veiligheidszone), anderzijds een theoretisch luik waarbij voor een aantal werven een aantal mogelijke scenario's worden doorgerekend zodat deze onderling kunnen worden vergeleken. De informatie wordt deels aangeleverd door AWW zelf, en deels verzameld door Vias institute.

Bij het empirische luik werd voorzien in volgende observaties/dataverzameling:

- Observeren opstellen bakens vs. opstellen afschermende constructie (door Vias)
- Inbreuken op veiligheidszone en aanrijdingen van de signalisatie:
 - o Op een aantal proefwerven via vaststellingen door werfcontroleurs van AWW
 - o Op een aantal proefwerven via opnames van tijdelijke camera's. De detectie en classificatie van de relevante events werd door de contractant van de opnames (Connection Systems) uitgevoerd. Op basis van deze files en een tijdelijke toegang tot de originele video's analyseert Vias de beelden verder
- Bevraging van de wegwerkers (door Vias). Daarnaast werd in de loop van het project besloten diverse bijkomende bevragingen uit te voeren (o.a. projectleiders bij AWW en aannemer van proefwerven, AWW-medewerkers betrokken bij werven van categorie 6, federale wegpolitie,...)
- Een technische sessie/workshop om de binnen AWW breed aanwezige praktijkervaring rond het topic te capteren.
- Verslagen van verkeersveiligheidsinspecties, uitgevoerd op de proefwerven door gecertificeerde verkeersveiligheidsauditors van AWW
- Registratie en documenteren door het Verkeerscentrum van verkeersongevallen ter hoogte of stroomopwaarts van de proefwerven
- Real-time reistijdgegevens bij de proefwerven tijdens de werken (door Vias)
- Meetlusgegevens (snelheidsmetingen en intensiteitentellingen) (aangeleverd door AWW)

Voor wat betreft het theoretische luik, wordt gewerkt met volgende informatie om de impact van de uitvoeringswijze te onderzoeken:

- Impact op congestie (door AWW – doorrekening via Minder Hinder tool)
- Impact op congestiekosten (door Vias – op basis van economische parameters die gelinkt worden aan de berekeningen van de Minder Hinder tool van AWW)
- Impact op kosten uitvoering werf (op basis van door AWW aangeleverde informatie m.b.t. kosten van signalisatie)
- Impact op haalbaarheid: op basis van resultaten van andere analyses en gesprekken met diverse actoren
- Impact op veiligheid van de weggebruiker: door Vias institute op basis van resultaten van andere analyses en beschikbare literatuur

Resultaten van analyses

Observaties opstellen signalisatie

Het opstellen van bakens werd geobserveerd op de werf van de E403, het opstellen van een afschermende constructie op de werf van de E40 (tijdelijke afschermende constructie die de spookstrook richting Brussel afscheidt van het reguliere verkeer richting Luik).

We willen benadrukken dat de wijze waarop de werf op de E40 werd uitgevoerd (i.e. met rijstrookbrede veiligheidszone en doorsteek door de middenberm) atypisch was. Normaal zou deze werf beschermd worden met een afschermende constructie. Om echter waarnemingen te kunnen doen van een werf met een

rijstrookbrede veiligheidszone, en dit gedurende een langere periode zonder daarbij al te veel congestie richting Brussel te veroorzaken, werd geopteerd voor de aanleg van doorsteken door de middenberm en een spookstrook. In die zin is de situatie dus niet wat er in de praktijk doorgaans zou gebeuren bij het toepassen van een rijstrookbrede veiligheidszone. Het doel was hier echter om voldoende lang te kunnen monitoren wat er op en rond de veiligheidszone gebeurt.

Het opstellen van bakens gaat beduidend sneller dan het opstellen van een tijdelijke afschermdende constructie. Indien, zoals tijdens onze observaties het geval was, enkel de rijstrook van waaruit de bakens worden geplaatst wordt beschermd met een botsabsorbeerder, en niet de aanpalende rijstrook (zoals aangewezen is), is het opstellen van bakens een risicovolle activiteit voor de werarbeiders. Het naar de juiste plaats slepen van de sokkels van de bakens werd (in de hierboven beschreven omstandigheden) geïdentificeerd als een specifiek risicovolle activiteit, omdat de arbeiders dan vaak zelfs even tot op de in gebruik zijnde rijstrook moeten gaan. Het hanteren van een andere techniek, bijvoorbeeld waarbij de sokkels vanuit de werfzone naar buiten worden geduwd in plaats van getrokken, kan dit risico helpen verminderen. Bij het plaatsen van de afschermdende constructie werd de langsliggende rijstrook weldegelijk afgeschermd door een botsabsorbeerder. Het plaatsen van de afschermdende constructie impliceert een licht hoger risico voor de bestuurders dan het plaatsen van bakens door de langere duurtijd van de werken

Bevragingen en interviews

De meeste arbeiders voelden zich veilig op de werf; dat gold echter niet voor de asfalteerders op de E403 (waar met bakens en smalle veiligheidszone gewerkt werd). De snelheid van het verkeer en het veelvuldig aanrijden van de bakens ervoeren ze als grootste risico's. Bij het gebruik van bakens is daarom een brede veiligheidszone noodzakelijk. 70 km/u werd als een correct snelheidslimiet aanzien, tenminste als die gerespecteerd werd.

De meeste werfleiders zijn vragende partij voor een veralgemening van een afschermdende constructie, als de omstandigheden zich daartoe lenen. Bij asfalteringswerken is dat bijvoorbeeld moeilijk. Bij het gebruik van bakens pleiten de werfleiders voor een rijstrookbrede veiligheidszone, die voor niks anders gebruikt wordt (tenzij in bepaalde gevallen voor het manoeuvreren of werfverkeer). Of het nu gaat om een afschermdende constructie of om bakens, het vrijhouden van de veiligheidszone vraagt continue aandacht. Ruimte die er is zal doorgaans gebruikt worden omdat meer ruimte gewoonweg handig is bij werken. Een afschermdende constructie heeft een grote impact op de werflogistiek. Er moet goed nagedacht worden over de toe- en uitgangen ervan. Het beste van al is een hele rijbaan af te sluiten voor de werken, en het verkeer in beide richtingen over de andere rijbaan te leiden. Het aanrijden van bakens is een frequent probleem.

Een interview met Kristiaan Popelier, Hoofdcommissaris - Diensthofd bij de Federale Wegpolitie, bevestigde de problematiek van filestaartaanrijdingen. Er werd een patroon vastgesteld van ongevallen op de rechterrijstrook waarbij de andere rijstro(o)k(en) leeg was/waren. Dit creëert een foutief wegbeeld waardoor de bestuurder zich kan laten verrassen, met een kop-staartaanrijding tot gevolg. Een aantal best practices om ongevallen in de filestaart te vermijden werden toegelicht. Deze baseren zich enerzijds op het creëren van een correct wegbeeld, en anderzijds op het verhogen van de attentie.

Tenslotte werd een interview afgenomen over de al dan niet toepasbaarheid van het afwegingskader op werven van categorie 6 (soms kortweg 'onderhoudswerven' genoemd). Er werd geconcludeerd dat het niet wenselijk is om het afwegingskader toe te passen op de werven van categorie 6. Men is van mening dat zowel een rijstrookbrede veiligheidszone als een afschermdende constructies zelden haalbaar zijn bij werven van categorie 6. Het huidige systeem met drie botsabsorbeers wordt als voldoende beschouwd.

Inbreuken veiligheidszone en aanrijden signalisatie

Inbreuken van de veiligheidszone zijn zeer courant bij alle werven. Vooral op de R0, waar de werfruimte beperkt is, vinden inbreuken bijna continu plaats wanneer er gewerkt wordt. Sommige inbreuken lijken voor de arbeiders moeilijk vermijdbaar (bv. arbeider die asfalteermachine bedient op werf E403). Dit speelde vooral op de werven van de E403 en de R0. Een aanzienlijk deel van de inbreuken lijkt echter vermijdbaar en eerder voort te vloeien uit ofwel nonchalance/nalatigheid van het individu of van de werforganisatie. In- en uitrijdend werfverkeer vormt een risico op ongevallen met het wegverkeer bij werven met bakens, waar de werfvoertuigen in principe overal de werf kunnen in- en uitrijden.

De vrees voor aangereden bakens die een gevaarlijk projectiel kunnen vormen blijkt terecht volgens de cameraobservaties. Een redresseerzone van bv. 0,5m tussen de randmarkering van de rijbaan en de plaatsing van de bakens dringt het aantal aanrijdingen van bakens terug naar quasi nul. We bevelen daarom aan om

waar mogelijk te werken met een redresseerzone van minimaal 0,5m. De hypothese dat bakens kunnen verdraaien/verschuiven zonder fysiek contact met het verkeer ("aanzuigeffect") wordt niet bevestigd.

Verkeersveiligheidsinspecties

De verkeersveiligheidsinspecties onderstrepen het belang van duidelijke, leesbare en begrijpelijke signalisatie. Ook bevestigen de inspectieverslagen dat de opstelling met smalle veiligheidszone vanuit verkeersveiligheidsoogpunt onwenselijk zijn. Een veiligheidszone met dubbele bakens (zoals op E40, waar de veiligheidszone zowel aan de verkeerskant als aan de werfkant met een rij bakens werd afgezet) oogt zeer druk, vooral 's nachts. Een tijdelijke markering om het onderscheid te maken tussen de werf en de veiligheidszone is een te overwegen alternatief. Bakens worden vaak aangereden maar ook door arbeiders verplaatst. Verschoven/verplaatste/omgevallen bakens verstoren de geleidende werking.

Analyses sluipverkeer

Er zijn geen indicaties voor sluipverkeer op de werf van de E403 (weinig congestie) en E314 (geen alternatieven). Sluipverkeer kan niet uitgesloten worden op de werf bij de E40 richting Brussel. Sluipverkeer kan toenemen indien er realistische, zinvolle alternatieve routes zijn, wanneer de filelast toeneemt, en wanneer de werken langer duren (leereffect)

Analyses gereden snelheden

Te hoge snelheid ter hoogte van wegenwerken is een reëel probleem. De V85 ligt op iedere werf systematisch boven de maximaal toegelaten snelheid. Dit is vooral een probleem tijdens de daluren (vooral 's nachts) en op de rijstrook verder weg gelegen van de werken. Op de spookstrook op de E40 bleef de V85 wel onder de snelheidslimiet.

Analyse ongevallen en incidenten

Er waren geen ongevallen ter hoogte van de eigenlijke werkzone. Alle ongevallen vonden stroomopwaarts ervan plaats. Hoewel het aantal geregistreerde ongevallen beperkt is, is er een terugkerend patroon van kopstaartongevallen op 1 rijstrook met vertragend verkeer terwijl de andere rijstro(o)k(en) vrij is/zijn. In dergelijke situaties kan een bestuurder zich laten verrassen door het remmende/stilstaande verkeer omdat het wegbeeld door de vrije rijstro(o)k(en) open lijkt.

Analyse congestiekosten

Bij de analyse van congestiekosten werd via de Minder Hinder tool bij een aantal werven de impact doorgerekend van het realiseren van een rijstrookbrede veiligheidszone volgens vier theoretisch mogelijke uitvoeringswijzen:

- Wijze 1: één extra rijstrook valt weg in de rijrichting waarin gewerkt wordt. De andere rijrichting wordt niet geïmpacteerd.
- Wijze 2: het aantal rijstroken in de rijrichting waarin gewerkt wordt blijft behouden, maar versmald. De andere rijrichting wordt niet geïmpacteerd. Deze wijze kent slechts een zeer beperkte toepasbaarheid, nl. situaties met een groot aantal rijstroken en grote rijstrookbreedte.
- Wijze 3: het aantal rijstroken van de rijrichting waar gewerkt wordt blijft behouden, waarvan 1 rijstrook via een doorsteek door de middenberm gaat ('spookstrook'). Het verkeer in tegenovergestelde richting behoudt ook hetzelfde aantal rijstroken, maar versmald.
- Wijze 4: het aantal rijstroken van de rijrichting waar gewerkt wordt blijft behouden, waarvan 1 rijstrook via een doorsteek door de middenberm gaat ('spookstrook'). Het verkeer in tegenovergestelde richting verliest één rijstrook.

Congestiekosten kunnen enorm oplopen in sommige scenario's (tot enkele miljoenen euro per dag). Er is veel variatie tussen de verschillende opgenomen werven, hetgeen benadrukt dat dit op het niveau van iedere individuele werf op voorhand bekeken moet worden. De hoogste congestiekosten zijn er bij de doorgerekende uitvoeringswijze 1 & 4, waarbij er effectief een bijkomende rijstrook wegvalt voor het realiseren van een rijstrookbrede veiligheidszone. Uitvoeringswijze 1 (rijstrook valt weg in de richting met werken) heeft de hoogste congestiekosten en doet deze minimaal x3 gaan ten opzichte van het nulscenario. Uitvoeringswijze 4 (rijstrook valt weg in de andere rijrichting) doet de kosten x1-5 gaan, maar consistent minder hoog dan uitvoeringswijze 1. De impact van uitvoeringswijze 2 & 3, waarbij het aantal rijstroken in beide richtingen

behouden blijft maar versmald wordt uitgevoerd, is relatief beperkt. Uitvoeringswijze 2 heeft steeds hogere congestiekosten dan wijze 3. Bovenstaande impliceert dat een impact op de rijrichting waarin reeds gewerkt wordt (wegvallen of versmallen van rijstroken), zwaarder doorweegt in de totale congestiekosten dan een gelijkaardige impact in de andere rijrichting waarin niet gewerkt wordt zou hebben.

Analyse uitvoeringskosten

De geplande wijzigingen in het dienstorder om de veiligheid van de wegwerkers te verbeteren, kunnen de kosten van signalisatie globaal gezien aanzienlijk verhogen. Hiermee moet rekening worden gehouden in de budgetten. Werken met een tijdelijke afschermende constructie is vele malen duurder dan met bakens. Het realiseren van een spookstrook met doorsteken in de middenberm en bijhorende afschermende constructie is een zware extra investering. Wanneer het realiseren van een rijstrookbrede veiligheidszone zou leiden tot de noodzaak om een spookstrook en bijhorende doorsteken van de middenberm te realiseren, kan het budgettair zinvol zijn om toch terug te kijken richting een afschermende constructie; deze zal in de regel beduidend minder duur uitvallen en biedt een betere bescherming van de wegwerkers.

Conclusies technische sessie

Een technische sessie werd georganiseerd om de kennis en praktijkervaring die bij AWW aanwezig is, te capteren. Hierin werd benadrukt dat iedere werf maatwerk is, dus het is wenselijk te streven naar best practices en een afwegingskader, eerder dan naar een strikt dienstorder. Variabelen die de deelnemers aangaven als meest relevant voor de keuze van de werfinrichting zijn veiligheid, verkeersdruk, aantal rijstroken, duurtijd werf, en tijdsvenster van de werkzaamheden. De deelnemers zijn ervan overtuigd dat een rijstrookbrede veiligheidszone de veiligheid van de arbeiders verbetert, maar een negatieve invloed kan hebben op congestie, werfinrichtingskosten en efficiëntie/duurtijd van werfuitvoering. Er is consensus dat een zeer beperkt gebruik van de veiligheidszone (zeker in geval van een rijstrookbrede veiligheidszone) aanvaardbaar of zelfs wenselijk kan zijn. Het gaat hierbij vooral over manoeuvreren met machines/voertuigen (korte duur, significante verbetering efficiëntie werf, in-/uitrijbewegingen vermijden) en gebruik door hulpdiensten.

Risicoanalyse

De veiligheid van wegwerkers is inderdaad problematisch bij uitvoeringswijze 'bakens met smalle veiligheidszone'. Deze scoort beduidend slechter dan de andere mogelijkheden op diverse geïdentificeerde risico's. Er blijkt deels een afweging tussen de veiligheid van de arbeiders vs. de veiligheid van de bestuurders te zijn. De belangrijkste geïdentificeerde risico's (hoge kans & hoge ernst) zijn de volgende:

- Voor de wegwerkers:
 - o Aanrijden van de plaatsers van de signalisatie, vooral bij bakens
 - o Het aanrijden van bakens (potentieel projectiel)
 - o Een voertuig dat de werf inrijdt na controleverlies (vooral problematisch bij bakens met smalle veiligheidszone)
 - o Een afschermende constructie geeft voor de wegenwerkers geen risicofactoren die problematischer zijn dan bij bakens. Met andere woorden, een afschermende constructie scoort op vlak van veiligheid voor de wegenwerkers steeds minstens even veilig of veiliger dan de alternatieven met bakens.
- Voor de weggebruikers:
 - o Inrijden op de filestaart is een ernstig risico. Dit risico is het hoogst bij de opstelling met rijstrookbrede veiligheidszone wegens de hogere kans op congestie en het langere filevenster dat veroorzaakt wordt door het wegvallen van een extra rijstrook.
 - o Aanrijdingen met in-/uitrijdend werfverkeer zijn een aandachtspunt bij alle types signalisatie, maar kunnen vooral problematisch zijn bij bakens met een smalle veiligheidszone indien het werfverkeer op diverse punten de werf in- en uitrijdt.
 - o Een afschermende constructie kan voor weggebruikers een beperkt hoger risico vormen doordat vooral de beginstukken een potentieel gevaarlijk obstakel kunnen zijn om aan te

rijden, en door een verhoogd ongevalsrisico door de langere duurtijd van het plaatsen/verwijderen van de afschermdende constructie in vergelijking met bakens.

Afwegingskader en conclusies

Het voorgestelde afwegingskader moet helpen om een beargumenteerde keuze te maken tussen twee basisbeveiligingsscenario's, namelijk de "losstaand bebakende rijstrookbrede veiligheidszone" en de "tijdelijke continue afschermdende constructie". De criteria die voor deze afweging worden vooruitgeschoven, zijn (in volgorde van belang):

- 1) Tijdsduur van de werf
- 2) Benodigde werfbreedte binnen het beschikbare dwarsprofiel
- 3) Kosten van de beveiligingsmaatregelen
- 4) Verzadigingsgraad
- 5) Ongevallenrisico wegenwerkers
- 6) Ongevallenrisico voorbijrijdend verkeer
- 7) Tijdelijk snelheidsregime
- 8) Breedte voor tijdelijke rijstroken
- 9) Verkeerssamenstelling
- 10) Werflengte

Zoals aangegeven kan van deze twee basisscenario's gemotiveerd afgeweken worden. Wanneer geen van beide scenario's haalbaar wordt geacht, kan overwogen worden om te volstaan met een 'zo breed als mogelijke' veiligheidszone. Ook het afsluiten van de rijbaan kan in welbepaalde omstandigheden te overwegen zijn. Het organiseren en beveiligen van een (autosnel)wegenwerf vraagt maatwerk, waarbij de expertise centraal staat van diegenen die de beveiligingsmiddelen selecteren en deze vervolgens in een concreet beveiligingsscenario uitvoeren dat aangepast is aan de specifieke wegomgeving en het opzet van de wegenwerf.

De resultaten van dit onderzoek bevestigen de krijtlijnen van het ontwerp-dienstorder, waarin de nadruk ligt op het realiseren van ofwel een afschermdende constructie, ofwel een rijstrookbrede veiligheidszone, maar waarbij de mogelijkheid bestaat om hiervan af te wijken. Uit het onderzoek blijkt dat zowel de afschermdende constructie als de rijstrookbrede veiligheidszone de veiligheid van de wegwerkers naar verwachting aanzienlijk zullen verbeteren ten opzichte van een scenario met bakens en een smalle veiligheidszone. Evenwel blijkt dat hier vaak aanzienlijke nadelen tegenover staan, waarbij een afweging zal nodig zijn waarbij de voordelen (vooral de toegenomen veiligheid van de wegwerkers) worden afgezet tegen de nadelen (voornamelijk aanzienlijke extra congestie en/of signalisatiekosten; soms ook mogelijke veiligheidsrisico's voor de weggebruiker). De werfiches van de R0 en E403 die werden opgemaakt illustreren dat de impact van een dergelijk dienstorder niet onderschat mag worden. Meestal lijkt het technisch haalbaar om hetzij een afschermdende constructie, hetzij een rijstrookbrede veiligheidszone te realiseren, maar het zal vaak de vraag zijn of de voordelen voldoende opwegen tegen de nadelen. Vaak zien we een sterke stijging in de signalisatiekosten en/of de congestiekosten. Deze afweging zal geval per geval moeten gemaakt worden.

Volgende opportuniteiten werden geïdentificeerd om belangrijke geïdentificeerde risico's te mitigeren en scenario's te verfijnen:

- Wanneer een rijstrookbrede veiligheidszone wordt ingevoerd, kan het risico op filestaartongevallen verminderd worden door de werken uit te voeren op momenten met lage verkeersdrukke.
- De kans op het aanrijden van bakens kan verlaagd worden door te voorzien in een redresseerstrook om kleine stuurfouten op te vangen.
- De techniek om bakens op hun plaats te slepen kan veiligheidsrisico's met zich meebrengen als de langsliggende rijstrook niet onttrokken is van het verkeer.
- In- en uitrijdend werfverkeer vormt een risico. Een doordachte plaatsing en signalisatie van in- en uitritten kan de veiligheid verbeteren.
- De oranje markering die bestuurders geleidt, dient doordacht te worden aangebracht en voldoende vroeg te beginnen.

- Het is niet raadzaam om een rijstrookbrede veiligheidszone met twee rijen bakens af te zetten aangezien dit het wegbeeld zeer druk en complex maakt. De bakenrij aan de werfzijde kan eventueel vervangen worden door een markering.

Voor categorie 5 werven kan er niet met een afschermende constructie gewerkt worden, vermits de rijbaan 's nachts terug vrijgegeven wordt. Voor categorie 6 werven werd geconcludeerd dat zowel een rijstrookbrede veiligheidszone als een afschermende constructies zelden haalbaar zijn. Het huidige systeem met drie botsabsorbeerdere wordt als voldoende beschouwd.

1 Inleiding

Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) wenst in te zetten op het verhogen van de veiligheid van wegwerkers. Het AWV werkt in dit kader aan een nieuw dienstorder (= richtlijn) waarin bovenop de bestaande regelgeving en richtlijnen inzake de werfsignalisatie een aantal aanvullende maatregelen zouden worden voorzien.

Het is niet duidelijk in welke mate deze maatregelen zullen leiden tot een verhoogde veiligheid van de wegwerker. Daarnaast zijn er ook neveneffecten te verwachten zoals een slechtere verkeersdoorstroming met onveiligheid voor de weggebruiker en congestiekosten tot gevolg. Ook zal er in bepaalde situaties een impact zijn op de werforganisatie (werfinrichting) en de daaraan verbonden kosten. Tot slot kunnen zich ook situaties voordoen waarbij sommige van de maatregelen niet toepasbaar of niet realistisch blijken te zijn (haalbaarheid). Het AWV mist momenteel de nodige inzichten in deze elementen, en heeft daarom beroep gedaan op Vias institute voor het uitvoeren van een evaluatiestudie. Dit onderzoeksrapport is de schriftelijke weerslag van de evaluatiestudie.

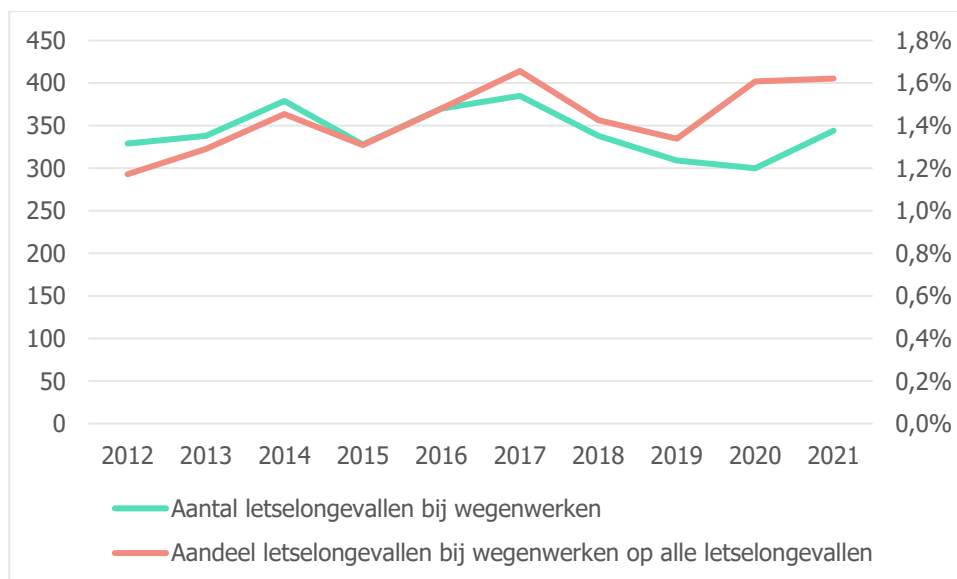
De studie maakt gebruik van verschillende databronnen. Deels gebeurt dit aan de hand van proeflocaties op het terrein, deels aan de hand van een theoretische benadering. Een deel van de data werden aangeleverd door AWV, een deel werd door de onderzoekers van Vias zelf verzameld. De brede variëteit aan informatiebronnen leidt tot een complexe puzzel van fragmentarische inzichten, waarvan sommigen van kwantitatieve aard en anderen eerder van kwalitatieve aard. In het resultatenhoofdstuk wordt getracht een overzicht te geven van de verschillende deelanalyses en dataverzamelingen. In het aanbevelingshoofdstuk worden deze inzichten langs elkaar gelegd om te komen tot conclusies en aanbevelingen.

2 Achtergrond

2.1 Ongevallenstatistieken Vlaanderen

De ongevallengegevens van Statbel¹ bieden inzicht in het aantal letselongevallen bij wegenwerken en het aantal slachtoffers dat daarbij te betreuren viel. Hieronder worden de gegevens voor Vlaanderen gegeven, voor alle soorten wegen samen. De gegevens laten niet toe om slachtoffers onder de weggebruikers en de arbeiders te onderscheiden.

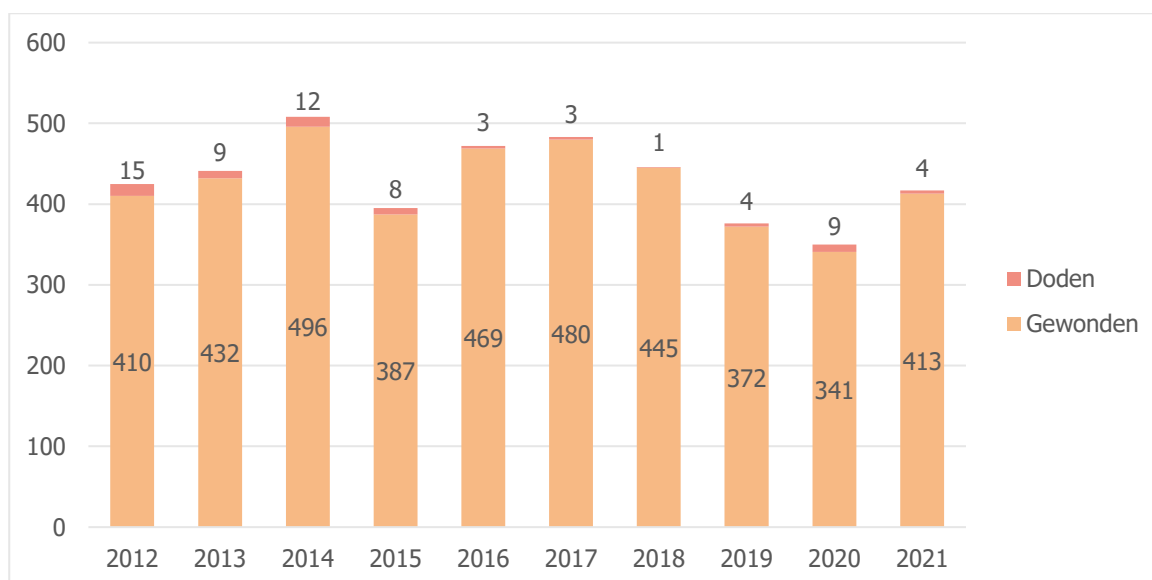
In 2021 gebeurden 344 letselongevallen ter hoogte van of in de buurt van wegenwerken. Dit was, net zoals het jaar voordien, 1,6% van het totaal aantal letselongevallen in Vlaanderen. Bij deze 344 ongevallen vielen 417 slachtoffers te betreuren, waarvan 413 gewonden en 4 doden.



Figuur 1 Aantal letselongevallen bij wegenwerken in Vlaanderen en hun aandeel op alle letselongevallen

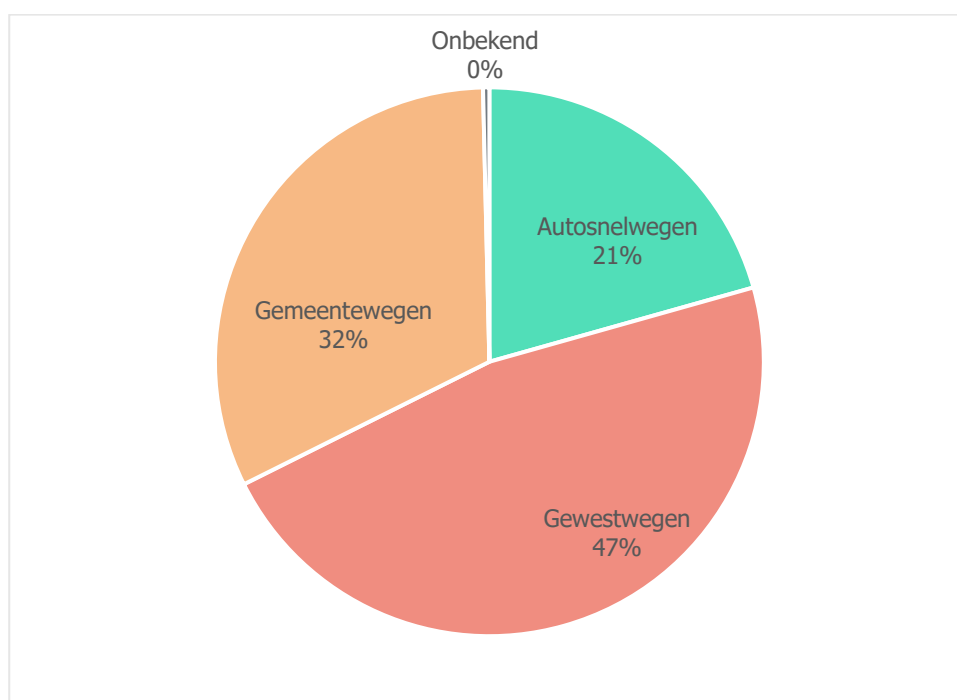
Sinds 2016 blijft het aantal dodelijke slachtoffers de meeste jaren beperkt tot 3 of 4. Het aantal ongevallen en het aantal gewonden kunnen echter geen duidelijke daling optekenen.

¹ Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium)



Figuur 2 Aantal slachtoffers van ongevallen bij wegenwerken in Vlaanderen

Tijdens de periode 2012 – 2021 viel bijna de helft van de slachtoffers (doden en gewonden samen) van ongevallen bij wegenwerken in Vlaanderen op gewestwegen (zonder de autosnelwegen). Daarnaast viel een derde van de slachtoffers op gemeentewegen en een vijfde op autosnelwegen. Dat laatste waren er 890 over een periode van 10 jaar, dus gemiddeld 89 per jaar.



Figuur 3 Aantal slachtoffers per wegtype (2012 – 2021)

2.2 Literatuuroverzicht

Wegenwerken zijn een onvermijdelijk en belangrijk onderdeel van het aanbieden van een veilig en efficiënt wegennet. Wegenwerken zijn echter potentieel gevaarlijke situaties, waarbij tijdelijk risico's optreden voor weggebruikers en wegwerkers. Ondanks het feit dat op dit gebied reeds aanzienlijke vooruitgang is geboekt, blijven ongevallen bij wegenwerken relatief vaak voorkomen, zowel in Vlaanderen als in andere Europese landen. Op Belgische autosnelwegen vindt 13% van alle dodelijke ongevallen plaats ter hoogte van of vlakbij een zone met wegenwerken (Slootmans & Daniels, 2017).

Het project 'Incursion Reduction to Increase Safety in road work zones' (IRIS) concludeerde op basis van studies in verschillende Europese landen dat, vanuit het oogpunt van de weggebruikers, enkelzijdige ongevallen en kop-staartaanrijdingen de vaakst voorkomende ongevalstypes waren. Bij de enkelzijdige ongevallen gaat het meestal over het aanrijden van veiligheidssystemen zoals botsabsorbeers of afscherpende constructies. De overgrote meerderheid van de ongevallen gebeuren bij daglicht en bij goede weersomstandigheden. Vanuit het oogpunt van de wegenwerkers zijn situaties waarbij weggebruikers de werf inrijden het meest relevant. Deze inrijdingen kunnen zowel bewust als onbewust zijn. In absolute aantallen gebeurt het hoogste aantal ongevallen bij situaties waarbij een weggebruiker bewust de werfzone inrijdt. Dit kan omwille van diverse redenen zijn, zoals het aan de kant zetten van een defect voertuig. De zwaarste ongevallen gebeuren echter bij onbewuste inrijdingen, bijvoorbeeld wanneer weggebruikers per ongeluk een werfvoertuig volgen tot in de werfzone, de werfzone inrijden wegens verwarring, of als gevolg van een ontwijkingsmanoeuvre of aanrijding (Varhelyi et al., 2019).

2.2.1 Menselijke factoren

Volgens Ulman et al. (2017) zijn de belangrijkste menselijke factoren gerelateerd aan bestuurders die een rol spelen bij het optreden van ongevallen bij wegenwerken de volgende:

- Afleiding (door gebruik van toestellen, passagiers,...)
- Verwarring en onzekerheid (bv. welke rijstrook te nemen, beperkte overzicht over de situatie,...)
- De fysieke toestand van de bestuurder (bv. gezondheidsproblemen, vermoeidheid, rijden onder invloed)

Volgens Ulman et al. (2018) kunnen wegenwerken gezien worden als een latent gevaar voor het verkeerssysteem, vooral door de afname van beschikbare ruimte op de weg. Drie elementen spelen hierbij een rol:

- De tijdelijk beperktere beschikbare ruimte kan leiden tot congestie, die niet altijd verwacht wordt door bestuurders
- Door het afsluiten van rijstroken kunnen tijdelijke wijzigingen aan de gebruikelijke rijlijn nodig zijn, hetgeen tot verwarring kan leiden
- Rijstroken kunnen smaller zijn, en de werkzone kan dicht bij het verkeer liggen, waardoor er weinig marge is om kleine stuurfouten of vergissingen te corrigeren

Ook bij de wegenwerkers spelen menselijke factoren een belangrijke rol. Gewenning is hierbij een risicofactor (Rankin et al., 2009). Wanneer een arbeider voor het eerst wordt blootgesteld aan een risico zal deze zich hiervan bewust zijn. Maar wanneer de arbeider dagdagelijks aan het risico wordt blootgesteld kan deze hieraan wennen en hier minder gevoelig voor worden, hetgeen kan leiden tot minder voorzichtig gedrag (Sharot et al., 2011). Toegepast op werkgerelateerde ongevallen wordt gesproken van een 'badkuipeffect'. Zowel nieuwkomers als werknemers die starten met nieuwe routines of materialen kunnen een verhoogd aantal incidenten hebben ('kinderziektes'). Na een tijdje zakt het aantal incidenten door een betere risicobewustheid en toegenomen vaardigheden en kennis. Na een langere tijd kan het aantal incidenten dan terug stijgen door gewenningseffecten (Daalmans, 2014).

Daarnaast is ook de werklust een relevante factor bij wegenwerkers. Wanneer werknemers een zekere druk ervaren om sneller te werken of een deadline te halen kan dit leiden tot het verwaarlozen van veiligheidsprocedures en risicovol gedrag. Dit kan specifiek een probleempunt vormen wanneer overheden deadlines (te) scherp stellen en soms bereid zijn extra te betalen om de werkperiode te verkorten. Dit kan leiden tot onveilig gedrag van de aannemer en diens medewerkers (Varhelyi et al., 2019).

Rekening houdend met relevante menselijke factoren, stelde PIARC (2012) een principe van 4 C's op voor veilige, efficiënte en effectieve wegenwerken. Wegenwerken moeten voldoen aan volgende principes:

- Conspicuous (opvallend): de bestuurder moet fysiek kunnen zien wat er aankomt. Werkzones moeten opvallend en zichtbaar zijn om de aandacht te trekken van bestuurders en hen aan te moedigen om zich op de gewenste manier te gedragen (i.e. snelheid aanpassen, verhoogde aandacht en positie op de rijbaan).
- Clear (duidelijk): alle signalisatie, geleiding en andere instructies moeten duidelijk zijn voor bestuurders zodat ze zeker kunnen zijn wat van hen verwacht wordt en hoe ze de werkzone correct en veilig kunnen passeren

- Consistent: dit geeft het belang aan van uniformiteit in standaarden, lay-out en opstelling van gelijkaardige werkzones, zodat bestuurders 'geconditioneerd' raken om zich op een bepaalde manier te gedragen.
- Credible (geloofwaardig): instructies moeten geloofwaardig zijn voor bestuurders zodat ze kunnen vertrouwen op de instructies die ze ontvangen (bv. de noodzaak om te vertragen) en dat de boodschappen effectief overeenstemmen met wat verderop zal gebeuren.

Hoewel de snelheid ter hoogte van wegenwerken vaak lager ligt, dienen objecten in de werkzone zo 'botsvriendelijk' mogelijk te zijn. de ruimte is vaak beperkter, met vaak smallere rijstroken waardoor de mogelijkheden om kleine stuurfouten te corrigeren beperkter zijn.

2.2.2 Impact van werfkenmerken

Een langere duurtijd en (fysieke) lengte van wegenwerken leiden tot een hogere blootstelling aan de risico's die relateren aan wegenwerken, hetgeen de kans op ongevallen kan verhogen. Dit werd bevestigd door het SafetyCube project. Op basis van het beschikbare wetenschappelijke onderzoek bestempelde SafetyCube de factor 'lengte van de werkzone' als 'risicovol', en de factor 'duurtijd van de werken' (Theofilatos et al., 2016a) als 'waarschijnlijk risicovol' (Theofilatos et al., 2016b). Omwille van economische en veiligheidsredenen duren wegenwerken in principe nooit langer dan noodzakelijk, maar er is een organisatorische keuze in de fasering van de werken.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat wegbeheerders er soms voor opteren om verschillende werven te combineren tot één werf, die dan typisch een langere duurtijd en/of fysieke lengte kan omvatten. Bovenstaande bevinding betekent niet dat dit niet wenselijk is, integendeel. Door het bundelen van meerdere werven tot één werf kan een optimalisatie ontstaan waarbij de hinder en de risico's in totaliteit lager liggen dan wanneer meerdere kleinere werven apart worden uitgevoerd. Bovendien biedt het bundelen tot één grotere werf het voordeel dat investeringen in werfsignalisatie en veiligheidsmaatregelen geoptimaliseerd kunnen worden omdat de kosten hiervoor slechts eenmalig moeten gemaakt worden, en de impact van (extra) investeringen in een goede signalisatie en beveiliging en groter effect kunnen hebben.

Het fysiek scheiden van het doorgaande verkeer en de werkzone is een basisprincipe om de kans op het inrijden van werven te verminderen. Voor werven die langer duren is het wenselijk om een afschermende constructie te gebruiken. Voor kortdurende werven zijn afschermende constructies niet altijd haalbaar. In dat geval dient minimaal een afscheiding via signalisatie te gebeuren (Varhelyi et al., 2019).

Een verlaging van de maximaal toegelaten snelheid is meestal voorzien bij wegenwerken. Een groot probleem is het gebrek aan het respecteren van deze verlaagde maximumsnelheid. Snelheidshandhaving is een belangrijke maatregel om de kans op ernstige verkeersongevallen of inrijdingen in de werkzone te vermijden. Een tijdige en graduele snelheidsafbouw is dan weer nodig om verkeersongevallen (voornamelijk kopstaartongevallen) te vermijden die te wijten zijn aan snelheidsverschillen tussen verkeersdeelnemers.

2.3 Huidig dienstorder en praktijken

In Vlaanderen vormt het federale [MB](#) van 7 mei 1999, betreffende het signaleren van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg, het reglementaire basisinstrumentarium om bouwplaatsen op alle wegen af te bakenen. Deze reglementering is verder geoperationaliseerd in het [Standaardbestek 250](#) (hoofdstuk 10.4) en in AWW-werfsignalisatieschema's, uitgevaardigd door middel van een aantal dienstorders.

Van de 6 wegenwerkcategorieën, maken vooral de werven van categorie 1 op snelwegen het onderwerp uit van deze studie. Evenwel werd ook specifiek gevraagd om aan te geven in welke mate de conclusies voor wat betreft het gebruik van de bakens ook van toepassing kunnen zijn op werven van categorie 5 en 6 (op autosnelwegen). Gezien de aard van de werken, kan een afschermende constructie niet toegepast worden op deze laatste twee categorieën.

Tabel 1 Overzicht categorieën van wegenwerken

Categorie	Toepassing	Hinder
1	autosnelwegen, $v_{\max} > 90$ km/u	sterke hinder
		beperkte hinder

	andere wegen, $v_{\max} > 90 \text{ km/u}$	sterke hinder
		beperkte hinder
2	$90 \text{ km/u} \geq v_{\max} > 50 \text{ km/u}$	sterke hinder
		beperkte hinder
3	$v_{\max} \leq 50 \text{ km/u}$	sterke hinder
		beperkte hinder
4	buiten de rijbaan	kwetsbare weggebruikers niet op pad
		kwetsbare weggebruikers blijven op pad
		geen pad wel berm
5	overdag & goed zichtbaar	eigenschap die werken van cat. 1 tot 4 kunnen aannemen
6	mobiel & kortstondig	kan voorkomen in de drie snelheids-categorieën

De huidige richtlijnen m.b.t. de zijdelingse geleiding/afbakening ter hoogte van de werkzone worden inzichtelijk gemaakt in de werfsignalisatieschema's in de bijlagen van dienstorder MOW/AWV/2015/8. De tekstuele richtlijnen van deze dienstorder zijn tevens opgenomen in het Standaardbestek 250.

De huidige situatie wat betreft de zijdelingse afbakening van de werkzone, kan worden samengevat als volgt:

- Werven van categorie 1: losstaande bakens of een continue afschermende constructie + 0,5 m veiligheidszone aan de werfzijde, die te allen tijde vrijgehouden dient te worden;
- Werven van categorie 5: losstaande bakens + 0,5 m veiligheidszone;
- Werven van categorie 6: geen zijdelingse afbakening van de werkzone.

In Antwerpen is het concept van een rijstrookbrede veiligheidszone (zie volgende sectie) reeds een tiental jaren in voege. Dit werd steeds toegepast in combinatie met 'dubbelrijden' op de andere rijbaan. Hierbij werden dus steeds doorsteken door de middenberm en een afschermende constructie op de andere rijbaan voorzien. Een strook ter breedte van +/- 3,00m dient vrijgehouden te worden tussen het verkeer en de werf. Bakens die de werkzone scheiden van het verkeer staan aan de verkeerszijde. Er wordt geen scheiding aangebracht tussen de veiligheidszone en de werf. De veiligheidszone dient volledig vrij te blijven van materialen, maar het is toegelaten om de veiligheidszone (occasioneel en kortstondig) te gebruiken voor werfvoertuigen of manoeuvreren. Tevens kunnen de hulpdiensten hiervan gebruik maken. Hulpdiensten zijn betrokken in overleg met betrekking tot de fasering van de werken, zodat zij dit aan de dispatch kunnen doorgeven voor het geval een interventie via de werf dient te passeren. Een gsm-nummer van de aannemer wordt doorgegeven dat tijdens de werkuren gebeld kan worden om te verzekeren dat de veiligheidsstrook vrij is.

In het bijzonder bestek wordt de fasering in grote lijnen opgelegd (wanneer waar gewerkt kan worden). Deze worden meegegeven in de opgelegde minder hinder maatregelen. Tijdens de week (maandag 5u00 – vrijdag 21u00) moeten er steeds 2 rijstroken beschikbaar zijn. Op snelwegen met twee effectieve rijstroken impliceert dat dat er op de rechterrijstrook enkel gewerkt kan worden in het weekend. Bij werken op de rechterrijstrook is het immers niet mogelijk om een rijstrookbrede veiligheidszone te garanderen én 2 rijstroken te behouden. Tijdens het weekend kan het doorgaande verkeer dan via de middenberm over een spookstrook rijden (en is dus de facto de volledige rijrichting waarop gewerkt wordt afgesloten. Tijdens de week zijn de mogelijke configuraties de combinatie van een spookstrook en rijden over de pechstrook (voor werken op de linkerrijstrook) of de combinatie van een spookstrook en rijden over de linkerrijstrook (voor werken op de pechstrook).

De rijstrookbrede veiligheidszone is geen 'vast' gegeven. Wanneer er langer dan 4 uur geen activiteit is op de werf, is de aannemer verplicht de rijstrook tijdelijk vrij te geven door het verschuiven van de bakens. Er wordt echter naar gestreefd om dit zo weinig mogelijk te doen want dit is niet evident. Afhankelijk van de planning kan de functie van een bepaalde rijstrook gedurende de werken ook meermaals wijzigen (bijvoorbeeld vandaag het verkeer op de pechstrook brengen en morgen op de linkerrijstrook).

Wanneer er toch een dringende herstelling moet plaatsvinden op de rechterrijstrook wordt het verkeer op de linkerrijstrook of op de pechstrook gezet al naargelang waar het meeste plaats is. Er wordt getracht minstens een veiligheidszone van ca. 1 m te garanderen voor arbeiders die naast een machine lopen. Deze werken worden in principe 's nachts uitgevoerd en zijn op één nacht klaar.

2.4 Ontwerp-dienstorder

Het ontwerp dienstorder is nog in opmaak. Het is daarom belangrijk om in het achterhoofd te houden dat de hieronder geschetste principes dus nog niet vastliggen, en dat het finale dienstorder hiervan nog kan afwijken (als gevolg van conclusies uit dit onderzoek, of als gevolg van andere voortschrijdende inzichten).

Het vademecum Minder Hinder voorziet in de 7-klapper met een overzicht van maatregelen die in een project kunnen worden genomen om de hoeveelheid verkeershinder te beperken. Specifiek staat in klap 6 de basis AWW-richtlijn voor verkeersmaatregelen bij wegwerkzaamheden. Volgens het vademecum zijn de basisrichtlijnen gebaseerd op de volgende uitgangspunten (in chronologische volgorde):

- 1) veiligheid wegarbeider;
- 2) veiligheid weggebruiker;
- 3) maximale doorstroming / minimale overlast;
- 4) life cycle kosten; en
- 5) informeren.

De principes van het dienstorder moeten de invulling van de eerste basisrichtlijn, met name de veiligheid van de wegenarbeider in het bijzonder, versterken.

Samenvattend worden volgende uitgangsprincipes vooropgesteld in de meest recente versie van het ontwerp-dienstorder die ons ter beschikking werd gesteld (ontwerp-dienstorder werfsignalisatie – bijkomende maatregelen om de veiligheid ter hoogte van de werf te bevorderen (versie 3)):

- Werven van categorie 1:
 - o Standaard: bij werken die langer duren dan 7 kalenderdagen wordt standaard gewerkt met een tijdelijke continue geleideconstructie met werkingsbreedte W2 (wat neerkomt op 0,80 m vrije zone tussen de verkeerszijde van de geleideconstructie en de werkzone) en kerend vermogen T3
 - o Indien niet verantwoord qua tijd (in de meest recent beschikbare versie voorlopig vastgelegd op werken van minder dan 7 kalenderdagen): losstaande bakens + 1 rijstrookbrede veiligheidszone + snelheidslimiet 50 km/u (indien dynamische signalisatie: 50 km/u tijdens de effectieve werkzaamheden; op andere momenten kan een snelheidsbeperking tot 70 km/u verantwoord zijn).
 - o Afwijkingen mogelijk in uitzonderlijke situaties (nog niet bepaald welke).
- Werven van categorie 5: streven naar rijstrookbrede veiligheidszone (naast de bakens)
- Werven van categorie 6:
 - o Autosnelwegen met 2x3 of meer rijstroken:
 - Stationaire werf: Bij werken op de rijbaan en pechstrook van wegvakken voor doorgaand verkeer wordt naast de werkzone een bijkomende rijstrook (of de breedte van een rijstrook) onttrokken aan het verkeer. Deze vrije ruimte doet dienst als veiligheidszone. Tussen de veiligheidszone en het doorgaand verkeer wordt een afbakening (zijdelingse geleiding) met kegels geplaatst
 - Mobiele werf: de uitgebreide veiligheidszone is niet van toepassing.
 - o Autosnelwegen met 2x2 rijstroken: hier kan geen voordeel bekomen worden onder de vorm van een grotere veiligheidsmarge tussen werf en doorgaand verkeer

Wat de rijstrookbrede veiligheidszone betreft, wordt ervan uitgegaan dat dit een rijstrook is die volledig te vrijwaren is en voor geen enkele activiteit mag gebruikt worden; het ontwerp-dienstorder stelt: "Deze vrije ruimte mag niet gebruikt worden om materialen te stockeren, het opstellen van machines, als aanrijroute voor het werfverkeer, als zone om te manoeuvreren of als één of andere vorm van werkactiviteit."

In principe worden enkel bakens geplaatst aan de verkeerszijde van de werf, maar in de praktijk werd bij de uitvoering van de proefwerf op de E40 ervoor geopteerd om ook tussen de werkzone en de veiligheidszone een tweede rij bakens te plaatsen.

3 Scope en methodiek van deze studie

Met het oog op een voldoende lange monitoringperiode betreffen de proeflocaties en bijkomende dataverzameling van deze studie allen werken van categorie 1. De conclusies, resultaten en aanbevelingen hebben dan ook in de eerste plaats betrekking op de signalisatie van werken van categorie 1. Evenwel wordt in de mate van het mogelijke ook de doorvertaling gemaakt naar de werken van categorie 5 en categorie 6.

Daarnaast is het belangrijk om te vermelden dat het ontwerp-dienstorder niet enkel richtlijnen omtrent signalisatie betreft, maar ook andere flankerende maatregelen zoals snelheidshandhaving. Deze studie is bedoeld om het aspect 'signalisatie' te behandelen omdat hier nog de meeste vragen over bestaan, o.a. omwille van de mogelijke neveneffecten. De overige aspecten van het dienstorder zijn dan ook buiten de scope van dit onderzoeksrapport, hoewel deze hier en daar zijdelings aangeraakt zullen worden.

Het onderzoek omvat twee luiken: enerzijds een empirisch luik, waarbij bijkomende data verzameld wordt bij een aantal proefwerven met verschillende types signalisatie (afschermende constructie, bakens met smalle veiligheidszone en bakens met brede veiligheidszone), anderzijds een theoretisch luik waarbij voor een aantal werven een aantal mogelijke scenario's worden doorgerekend zodat deze onderling kunnen worden vergeleken. De informatie wordt deels aangeleverd door AWW zelf, en deels verzameld door Vias institute.

Bij het empirische luik werd voorzien in volgende observaties/dataverzameling:

- Observeren opstellen bakens vs. opstellen afschermende constructie (door Vias)
- Inbreuken op veiligheidszone en aanrijdingen van de signalisatie:
 - o Op een aantal proefwerven via vaststellingen door werfcontroleurs van AWW
 - o Op een aantal proefwerven via opnames van tijdelijke camera's. De detectie en classificatie van de relevante events werd door de contractant van de opnames (Connection Systems) uitgevoerd. Op basis van deze files en een tijdelijke toegang tot de originele video's analyseert Vias de beelden verder
- Bevraging van de wegwerkers (door Vias). Daarnaast werd in de loop van het project besloten diverse bijkomende bevragingen uit te voeren (o.a. projectleiders bij AWW en aannemer van proefwerven, AWW-medewerkers betrokken bij werven van categorie 6, federale wegpolitie,...)
- Een technische sessie/workshop om de binnen AWW breed aanwezige praktijkervaring rond het topic te capteren.
- Verslagen van verkeersveiligheidsinspecties, uitgevoerd op de proefwerven door gecertificeerde verkeersveiligheidsauditoren van AWW
- Registratie en documenteren door het Verkeerscentrum van verkeersongevallen ter hoogte of stroomopwaarts van de proefwerven
- Real-time reistijdgegevens bij de proefwerven tijdens de werken (door Vias)
- Meetlusgegevens (snelheidsmetingen en intensiteitentellingen) (aangeleverd door AWW)

Voor wat betreft het theoretische luik, wordt gewerkt met volgende informatie om de impact van de uitvoeringswijze te onderzoeken:

- Impact op congestie (door AWW – doorrekening via Minder-Hinder tool)
- Impact op congestiekosten (door Vias – op basis van economische parameters die gelinkt worden aan de berekeningen van de Minder-Hinder tool van AWW)
- Impact op kosten uitvoering werf (op basis van door AWW aangeleverde informatie m.b.t. kosten van signalisatie)
- Impact op haalbaarheid: op basis van resultaten van andere analyses en gesprekken met diverse actoren
- Impact op veiligheid van de weggebruiker: op basis van resultaten van andere analyses en beschikbare literatuur

In het resultatenhoofdstuk worden meer details gegeven bij de verschillende datacollecties en analyses.

4 Analyse aangeleverde en verzamelde data

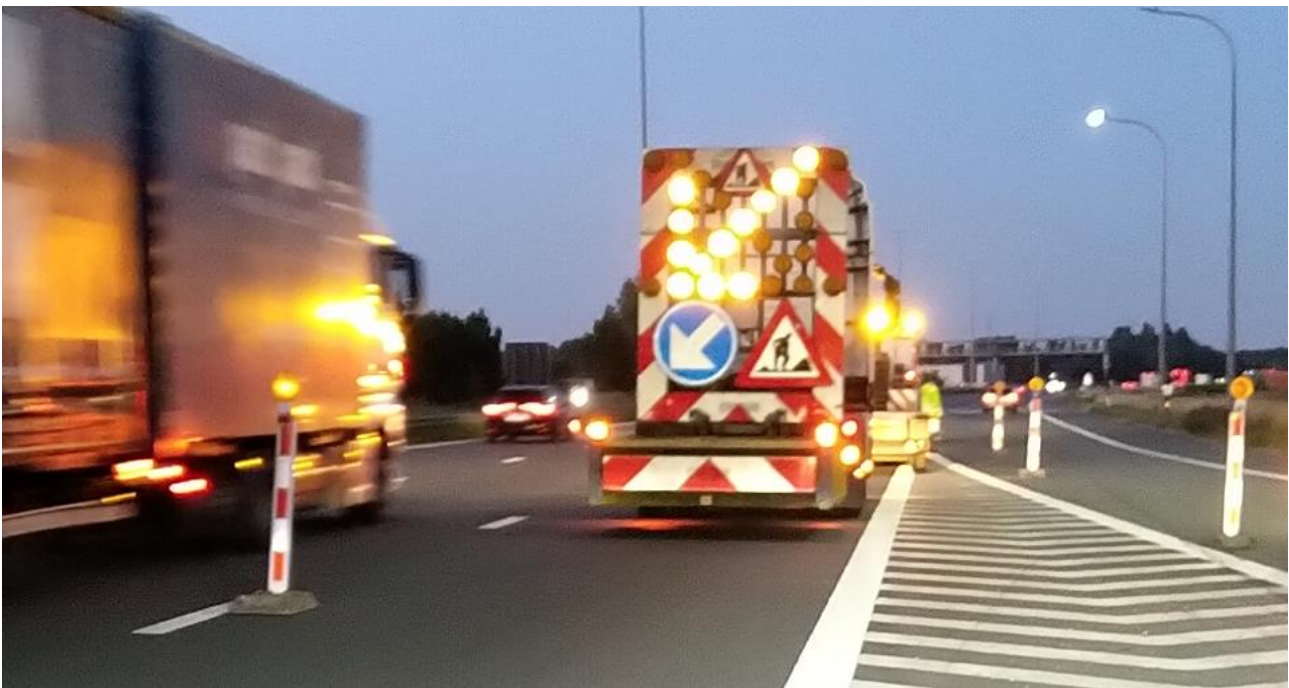
4.1 Observaties plaatsen signalisatie

4.1.1 Werf E403 Moorsele richting Doornik (bakens + smalle veiligheidszone)

4.1.1.1 Bakens plaatsen

De eerste observatie vond plaats op maandag 4 juli 2022, vanaf 4 uur 's ochtends. Op dat moment begon de plaatsing van de bakens. De verkeersborden waren al eerder geplaatst, maar moesten op sommige plaatsen nog zichtbaar gemaakt worden.

De plaatsing van de bakens is een mobiele werf die begint op de pechstrook. Twee signalisatiewagens met botsabsorbeerder beschermen de beide materiaalwagens. Verder stroomopwaarts informeert een voorsignalisatiewagen de aankomende bestuurders. Twee lichte vrachtwagens met open laadbak, beide voorzien van een aanhangwagen, eveneens met open laadbak, vervoeren alle bakens, sokkels voor de bakens en de dagslapers. De botsabsorbeerdere vervoeren – zoals voorgeschreven – geen materiaal.



Figuur 4 Signalisatiewagen met botsabsorbeerder beschermt de materiaalwagens

De bakens worden op ongeveer 30 m van elkaar geplaatst. Het konvooi stopt elke 60 m, om telkens vanuit beide materiaalwagens een baken te plaatsen. Dat begint op de pechstrook en schuift geleidelijk op tot de eerste rijstrook is afgesloten. Voor de rest van de lengte werd de rijstrookmarkering tussen de eerste en tweede rijstrook gevolgd.

Het plaatsen van de bakens is handwerk. Ofwel heft een arbeider een sokkel (25 à 30 kg) van de laadbak en ploft die neer op de plaats waar de baken moet komen, ofwel wordt een sokkel van de laadbak getrokken en over het wegdek gesleept tot de juiste plaats. De bakens zelf en de lampen zijn licht en kunnen eenvoudig gedragen en geplaatst worden. Er was ongeveer 1,5 m tussen de laadbak en de plaats waar de bakens moesten komen, tenzij bij op- en afritten, waar extra bakens enkele meters verder gedragen moesten worden.

Het slepen van de sokkels tot de juiste plaats houdt een risico in, aangezien die met een haak worden getrokken. De arbeider begeeft zich dus even op de gebruikte rijstrook. De arbeiders waren zeer aandachtig voor het verkeer en deden dat enkel wanneer er even geen voertuig aankwam. Om 4 à 5 uur 's ochtends is

daarvoor voldoende gelegenheid. Dat mindert echter snel wanneer het verkeer toeneemt in de loop van de ochtend.

Het tijdelijk afzetten en met een botsabsorbeerder beveiligen van een tweede rijstrook – enkel gedurende de plaatsing van de bakens – zou dit risico wegnemen.

Bij de korte verplaatsingen liepen de arbeiders mee met het voertuig of gingen ze op de laadbak zitten. Een andere vaststelling was wanneer een arbeider van de laadbak sprong, in de zone tussen de bakens en de materiaalwagens. Indien hij daarbij zou vallen, bestond de kans dat hij heel dicht bij het verkeer terecht zou komen.

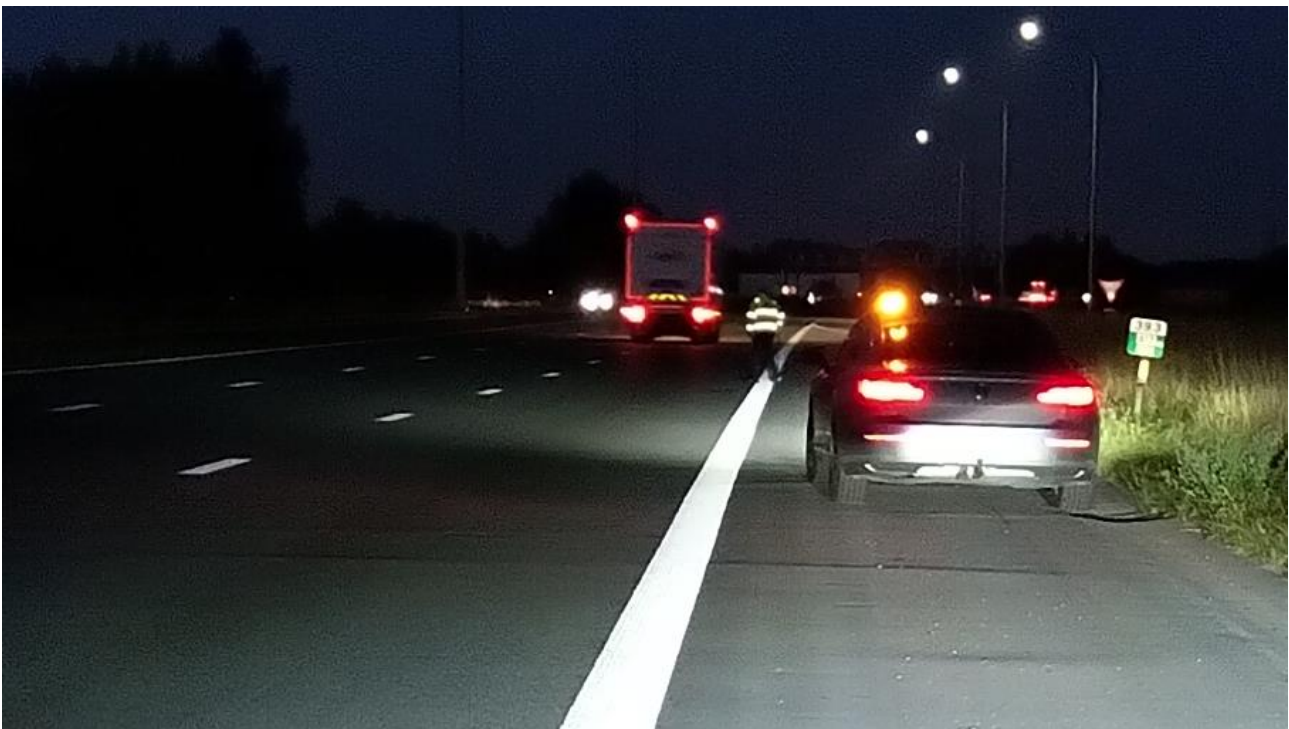
Dit werk ging een viertal uur door om over een afstand van 9 km naar schatting een 300-tal bakens te plaatsen.

4.1.1.2 Wegdek controleren

Terzelfdertijd begon de projectleider aan de controle van het wegdek. Hij reed in zijn auto – voorzien van een oranje zwaailicht – op de pechstrook. Deze taak werd uitgevoerd voorafgaand aan het team dat de bakens plaatst, dus het verkeer kan terug op de rechterrijstrook rijden. Hij controleert het wegdek en stapt uit om de zones die hersteld moeten worden aan te duiden met markeerspray.

Deze taak verloopt echter niet aan een constante snelheid waardoor hij op sommige momenten wat verder vooruitliep op het team dat de bakens plaatst. Op die plaatsen zouden voorbijrijdende bestuurders misschien geen wegenwerkers meer verwachten.

De projectleider was eveneens zeer oplettend en droeg een zichtbaarheidsvest. Toch leek het een riskante opdracht omdat hij alleen en onbeschermd op de rijbaan stond op het moment dat hij wat verder vooruit was op het team dat de bakens plaatst.



Figuur 5 Controle van het wegdek door de projectleider

4.1.1.3 Frezen

Het derde team dat aanwezig was tijdens de eerste observatie waren de frezers. Ze begonnen omstreeks 7 uur met het affrezen van de aangeduide stukken van het wegdek.

Het team bestond uit een 5-tal personen, een freesmachine, een bezemwagen, een graafmachine en vrachtwagens om het puin af te voeren. Een belangrijk verschil met de voorgaande teams is dat zij elk een voertuig bestuurden en minder vaak 'te voet' op de rijbaan kwamen, behalve bijvoorbeeld om te overleggen,

van voertuig te wisselen of met de hand puin op te vegen waar de machine niet bij kon. Dat zijn meteen ook de meer risicovolle activiteiten. Kritieke situaties werden niet waargenomen.

Wel is het zo dat door de kleine afstand tussen het te frezen oppervlak en de bakens (of verkeersborden), de veegwagen zich in de veiligheidszone bevindt tijdens het vegen en dat niet alle puin opgeruimd kon worden.



Figuur 6 Puin dat niet opgeveegd kon worden rond een verkeersbord

De borstels van de bezemwagen moeten ingetrokken worden ter hoogte van de bakens en verkeersborden. Ook kon niet verder dan de rijstrookmarkering geveegd worden. Het resultaat is dat er een strook afgefreesd materiaal bleef liggen.

4.1.1.4 Asfalteren

Op donderdag 7 juli 2022 om 7 uur volgde een tweede observatie. Ditmaal begonnen twee asfalteerploegen aan hun werk.

Bij deze taak werd het ruimtegebrek pas echt duidelijk. Het te asfalteren deel stopte (op sommige plaatsen) dan wel op een halve meter van de as van de bakens, maar de machines en de bediening ervan vereisen meer ruimte.



Figuur 7 Bedienen van de asfalteermachine

De ploegbaas moest zich geregeld tussen de bakens en de asfalteermachine wringen en moest sommige bakens en verkeersborden verzetten of verdraaien om er met de machine langs te kunnen.

Verderop de werf werd de afstand tussen het te asfalteren deel en de bakens (en dus ook het verkeer) nog kleiner.



Figuur 8 Minder dan een halve meter tussen bakens en werf

4.1.2 Werf E40 Bertem (plaatsing afschermende constructie)

De wijze waarop deze werf werd uitgevoerd was atypisch. Normaal zou deze werf beschermd worden met een afschermende constructie. Om echter waarnemingen te kunnen doen van een werf met een rijstrookbrede

veiligheidszone, en dit gedurende een langere periode zonder daarbij al te veel congestie richting Brussel te veroorzaken, werd geopteerd voor de aanleg van doorsteken door de middenberm en een spookstrook. In die zin is de situatie dus niet wat er in de praktijk doorgaans zou gebeuren bij het toepassen van een rijstrookbrede veiligheidszone. Het doel was hier echter om voldoende lang te kunnen monitoren wat er op en rond de veiligheidszone gebeurt.

Op 30 juli 2022 bezochten we de werf op de E40 te Bertem. Meer bepaald ging de focus uit naar het observeren van de plaatsing van de afschermdende constructie die de spookstrook moet beschermen die werd aangebracht in de rijrichting van Brussel naar Luik.

Het draaiboek voor die dag is als volgt:

Om 20u:

- In beide rijrichtingen inname linkerrijstrook, door middel van cat. 6 voor het wegnemen van de bestaande barriers in beide doorsteken. Deze worden gestockeerd op de dienstweg Bertem richting Brussel. Dit tussen 20u en 22u.

Om 22u:

- Verkeer komende van Leuven richting Brussel vanaf kmp. 17.7 (E40) naar de pechstrook leiden door middel van cat. 6 en kegels. Vanaf kmp. 17.3 krijgen ze ook de 2 rechtse rijstroken ter beschikking.
- Verkeer komende van Luik richting Brussel naar de linkerrijstrook leiden door middel van cat. 1 en cat. 6 met kegels. Eens de belijning aangebracht werd ter hoogte van de aansluiting E314 x E40, wordt het verkeer komende vanuit Luik naar rechts gestuurd zodat het vanaf kmp. 17.3 gebruik kan maken van de 2 rechterrijstroken.
- Verkeer richting Luik: cat. 1 wordt in dienst gesteld voor de inname van de linkerrijstrook (kan reeds vanaf 20u). Bijkomend wordt de naastliggende rijstrook door middel van cat. 6 afgesloten. Eens dit in dienst staat, kan de barrier T3W2 geplaatst worden.

Om 5u: (zondag 31 juli – niet geobserveerd)

- Richting Luik: linkerrijstrook is afgesloten en wordt gebruikt als spookstrook.
- Richting Brussel: Het verkeer komende vanuit Luik wordt op 1 rijstrook geleid en dient verplicht gebruik te maken van de doorsteek (spookstrook). Het verkeer komende vanuit Leuven wordt volgens de aangebrachte belijning met 2 rijstroken verschoven naar de middenberm toe. De belijning zal vermoedelijk aangebracht zijn tot aan kmp. 17.350.

De werken dienen om de geluidsschermen in de richting van Brussel te vervangen. Daarvoor worden in de richting van Brussel de twee meest rechts gelegen rijstroken (en de pechstrook, waar aanwezig) afgesloten. In de richting naar Luik wordt 1 rijstrook ingericht voor het verkeer in de andere richting (spookstrook).

De E40 is op dat stuk in de richting van Luik, uitgerust met dynamische verkeerssignalisatie. Deze werd uiteraard gebruikt ten behoeve van de werken. Een van de eerste waarnemingen tijdens de observatiesessie is dat de dynamische borden boven de rijstroken richting Luik aangeven dat er 2 rijstroken gesloten zijn en dat er op de overblijvende rijstroken een snelheidsbeperking van 70 km/u geldt. Statische verkeersborden geven dit eveneens aan.



Figuur 9 Een deel van de bestuurders negeert het rode kruis

Ook later tijdens de werken blijft het snelheidsregime 70 km/u bedragen, behalve op de 2 rijstroken die zich afsplitsen richting Leuven alwaar 90 km/u toegelaten werd vanaf dat de afschermende constructie is geplaatst.



Figuur 10 Dynamische snelheidslimieten op E40 richting Luik, bij de splitsing

Bij het aankomen ter plaatse stonden de bakens en verkeersborden al op de redresseerstrook tegen de middenberm. Deze dienden nog op hun plaats gezet te worden. Beschermd door 2 afgesloten rijstroken en 3 mobiele botsabsorbeerters, gingen 6 arbeiders aan de slag om de bakens te verzetten. Op de plaats waar de afschermende constructie zou komen werden tijdelijk verkeerskegels geplaatst. Deze zijn veel gemakkelijker te hanteren dan bakens.

Hierbij werd enkel de meest linkse rijstrook afgesloten. Het plaatsen van de kegels gebeurde vanop de laadbak van de lichte vrachtwagen. De arbeiders hoefden daarbij niet te voet op de autosnelweg te gaan.



Figuur 11 Plaatsen van verkeerskegels voorafgaand aan de afschermende constructie

Om de doorsteek te kunnen markeren, moet het wegdek schoongemaakt worden op de plaats waar de markeringen aangebracht zullen worden. Bij dit werk was er een volledige rijstrook afgesloten in de richting van Brussel. In de richting van Luik zijn er 2 rijstroken afgesloten omdat men verder richting Brussel begonnen is met het plaatsen van de afschermende constructie.



Figuur 12 Afsluiten rijstrook richting Brussel

Voor het aanbrengen van de tijdelijke markering werden de kegels een rijstrook opgeschoven zodat ook aan die kant een rijstrook vrij komt tussen de aan te brengen tijdelijke markering en het verkeer.



Figuur 13 Schoonmaken doorsteek en verplaatsen van de kegels

Het plaatsen van de afschermende constructie (AC) gebeurt als volgt:

- 2 rijstroken zijn afgesloten.
- De vrachtwagen met de betonblokken rijdt langs de middenberm. Met een kraan worden de betonblokken naar beneden gelaten.
- De andere vrachtwagen rijdt aan de andere kant van de plaats waar de AC moet komen en bevat de onderleggers en de pinnen om de blokken aan elkaar te koppelen.
- Deze vrachtwagen is ook uitgerust met een botsabsorbeerder, maar is dat officieel niet. Stroomopwaarts volgt een officiële botsabsorbeerder.
- Twee arbeiders voeren het handwerk uit: het leggen van de onderleggers, het uitlijnen van de blokken en het koppelen van de blokken.

Deze werf is goed gesignaleerd en de arbeiders zijn afdoende beschermd.



Figuur 14 Plaatsen afschermende constructie

Gedurende de gehele observatie werden geen incidenten waargenomen. Er werden op dat moment geen kegels of bakens aangereden. Wel negeerden een aantal bestuurders een rood kruis boven de rijstrook. Dit gebeurde met name op het moment dat de 3^e rijstrook werd gesloten voor het begin van de plaatsing van de AC, maar daarvoor nog niet in gebruik was genomen. Even later, wanneer de plaatsing bezig was, werd dit niet meer vastgesteld. De arbeiders hadden voldoende plaats om te werken en konden dat – voor zover we dat konden beoordelen – in veilige omstandigheden doen.

4.1.3 Werf E314 Boorseme



Figuur 15 Werf E314 Boorseme

Op deze werf zijn geen observaties door Vias institute voorzien.

Conclusies 4.1 – observaties opstellen signalisatie:

- **Het opstellen van bakens gaat beduidend sneller dan het opstellen van een tijdelijke afschermende constructie**
- **Bovendien wordt voorafgaand aan het plaatsen van de afschermende constructie eerst een rijstrookvermindering met bakens gerealiseerd en de rest van de rijstrook met kegels afgezet**
- **Indien zoals hier het geval was enkel de rijstrook van waaruit de bakens worden geplaatst wordt beschermd met een botsabsorbeerder, en niet de aanpalende rijstrook zoals aangewezen is, is het opstellen van bakens een risicovolle activiteit voor de wegwerkers. Het naar de juiste plaats slepen van de sokkels van de bakens werd (in de hierboven beschreven omstandigheden) geïdentificeerd als een specifiek risicovolle activiteit, omdat de arbeiders dan vaak zelfs even tot op de in gebruik zijnde rijstrook moeten gaan. Het hanteren van een andere techniek, bijvoorbeeld waarbij de sokkels vanuit de werfzone naar buiten worden geduwd in plaats van getrokken, kan dit risico helpen verminderen.**
- **Bij het plaatsen van de afschermende constructie werd de langsliggende rijstrook weldegelijk afgeschermd door een botsabsorbeerder en worden de arbeiders aan de ene kant beschermd door de kraanwagen en aan de andere kant door een vrachtwagen.**
- **Het plaatsen van de afschermende constructie impliceert een licht hoger risico voor de bestuurders dan het plaatsen van bakens door de langere duurtijd van de werken. Voor het plaatsen van de afschermende constructie worden altijd twee rijstroken afgesloten. Dit kan dus ook meer congestie veroorzaken dan het plaatsen van bakens wanneer daarvoor maar 1 rijstrook wordt afgesloten.**

4.2 Bevragingen en interviews

Op drie werven (E403, E40 en E314) werden ter plaatse een aantal arbeiders bevestigd. Dit gebeurde doorgaans voor de start van hun werkdag. Daarnaast vond er een onlinegesprek plaats met de werfleiders bij de aannemers en bij AWW, die verantwoordelijk waren voor dezelfde drie werven.

De volledige verslagen van al deze interviews zijn opgenomen in Bijlage 1. Hieronder worden de belangrijkste punten samengevat.

Uit de bevraging van de **arbeiders** kwamen de volgende ervaringen en bedenkingen naar voren:

- De meeste arbeiders voelden zich veilig op de werf. Dat gold niet voor de asfalteerders op de E403.
- Ook de arbeiders die voor het eerst op een autosnelweg werkten, voelden zich veilig.
- De bezochte werven werden niet als veiliger of onveiliger bevonden dan gelijkaardige werven.
- Een aanzienlijk deel van de arbeiders was niet vertrouwd met het begrip 'veiligheidszone' en wist niet hoe breed die was of moest zijn. Dat ging meestal om buitenlandse arbeiders maar soms ook om Belgische arbeiders.
- Na het tonen of uitleggen voor hen die niet wisten wat we bedoelde, erkenden de meesten wel dat ze instructies gekregen hebben over de veiligheidszone.
- De snelheid van het verkeer en het veelvuldig aanrijden van de bakens ervoeren ze als grootste risico's.
- Bij het gebruik van bakens is daarom een brede veiligheidszone noodzakelijk.
- 70 km/u werd als een correct snelheidslimiet aanzien, tenminste als die gerespecteerd werd. Vooral 's nachts is dat verre van het geval. Op de E403 waren de invoegstroken te kort waardoor 70 km/u als te snel werd bevonden (afgezien van de zeer korte afstand tot het verkeer).
- Buiten het aanrijden van bakens, had geen enkele arbeider om de betreffende werf een ongeval zien gebeuren.

Uit de bevraging van de **werfleiders** kwamen de volgende ervaringen en bedenkingen naar voren:

- Bij dringende herstelling komt het wel vaker voor dat de werkomstandigheden niet veilig zijn. Bij langer geplande werven is het beter gesteld met de veiligheid.
- Signalisatie is een steeds belangrijker deel gaan uitmaken van wegenwerken, maar sommige bouwbedrijven zien het nog als een bijkomstigheid.
- De meeste werfleiders zijn vragende partij voor een veralgemening van een afschermende constructie, als de omstandigheden zich daartoe lenen. Bij asfalteringswerken is dat bijvoorbeeld moeilijk.
- Bij het gebruik van bakens pleiten de werfleiders voor een rijstrookbrede veiligheidszone, die voor niks anders gebruikt wordt (tenzij in bepaalde gevallen voor het manoeuvreren of werfverkeer).
- Of het nu gaat om een afschermende constructie of om bakens, het vrijhouden van de veiligheidszone vraagt continue aandacht. Ruimte die er is zal doorgaans gebruikt worden omdat meer ruimte gewoonweg handig is bij werken.
- Een extra rij bakens helpt niet om de VZ vrij te houden, en houdt bovendien extra kosten en extra werk in. Aangezien arbeiders vaker in aanvaring komen met werkvoertuigen dan met het verkeer, kan die extra rij bakens zelf zorgen voor meer arbeidsongevallen.
- Een afschermende constructie heeft een grote impact op de werflogistiek. Er moet goed nagedacht worden over de toe- en uitgangen ervan. Een opening ergens halverwege is niet veilig. Dit hoort te gebeuren bij op- en afritten.
- Het beste van al is een hele rijbaan af te sluiten voor de werken, en het verkeer in beide richtingen over de andere rijbaan te leiden.
- Het aanrijden van bakens is een frequent probleem. Over de oplossing zijn de meningen verdeeld. Sommige werfleiders vinden een redresseerruimte tussen de tijdelijke rijbaanrandmarkering en de bakens als enige oplossing, anderen leggen de nadruk op snelheidsmatiging.
- Voor dat laatste wordt een tijdelijke trajectcontrole als beste oplossing gezien.
- Een zichtscherm heeft in de meeste gevallen geen nut, maar vraagt wel een bijkomende investering, certificering en aandacht (dat laatste vooral bij sterke wind).
- Er moet geen signalisatie bijkomen want er staat al te veel.

Daarnaast werd een interview afgenomen van Kristiaan Popelier, Hoofdcommissaris - Diensthoud bij de Federale Wegpolitie, in verband met filestaartbeveiliging. Het interview bevestigde de problematiek van filestaartaanrijdingen. Er werd een patroon vastgesteld van ongevallen op de rechterrijstrook waarbij de

andere rijstro(o)k(en) leeg was/waren. Dit creëert een foutief wegbeeld waardoor de bestuurder zich kan laten verrassen, met een kop-staartaanrijding tot gevolg. Een aantal best practices om ongevallen in de filestaart te vermijden werden toegelicht (zie Bijlage 1, 11.3). Deze baseren zich enerzijds op het creëren van een correct wegbeeld, en anderzijds op het verhogen van de attentie.

Tenslotte werd een interview afgenomen over de al dan niet toepasbaarheid van het afwegingskader op werven van categorie 6 (soms kortweg 'onderhoudswerven' genoemd). Er werd geconcludeerd dat het niet wenselijk is om het afwegingskader toe te passen op de werven van categorie 6. Men is van mening dat zowel een rijstrookbrede veiligheidszone als een afschermende constructies zelden haalbaar zijn bij werven van categorie 6. Het huidige systeem met drie botsabsorbeerders wordt als voldoende beschouwd.

4.3 Inbreuken veiligheidszone en aanrijden signalisatie

Op enkele werven werden door een team van AWW-controleurs controles gedaan met betrekking tot inbreuken op de veiligheidszone en aanrijdingen van de signalisatie. Deze werden geregistreerd in een spreadsheet die ontwikkeld en getest werd door AWW-voorafgaandelijk aan dit onderzoek, en nadien aangevuld en verfijnd door de onderzoekers van Vias institute.

Tevens werden op drie locaties tijdelijke camera's geplaatst om gedurende een periode van 7 kalenderdagen het verkeer ter hoogte van de werf te monitoren. Deze opdracht werd door AWW toegekend aan Connection Systems. De verwerking van de ruwe beelden werd eveneens uitgevoerd door Connection Systems, volgens instructies van AWW. Hierbij werden volgende gebeurtenissen geregistreerd:

- Inbreuken van de veiligheidszone: Mensen, werkmateriaal of (werk)voertuigen in de veiligheidszone
- Aanrijdingen van bakens
- Overige situaties met bakens die verschuiven of draaien zonder aanrijding (bv. door aanzuiging van passerend verkeer)
- Situaties waarbij de verkeersveiligheid in gevaar komt

Vias controleerde de registratiefiles door de geregistreerde situaties via de aangeduide tijdstippen te herbekijken in de originele videofiles. Waar nodig werden de registraties gecorrigeerd, en (beperkte) bijkomende informatie van alle situaties werd toegevoegd in de analysefiles. We maakten daarbij onder andere het onderscheid tussen aanrijdingen van bakens waarbij er een gevaar optrad buiten de veiligheidszone van 0,50m en waarbij er geen gevaar optrad. Om dit onderscheid te maken werd er gekeken of er (stukken van) de bakens tot voorbij de veiligheidszone (dus tot in de eigenlijke werkzone) vlogen, die dan ook potentieel een gevaar op verwonding zouden opleveren voor eventuele aanwezige arbeiders op de werf. Ook voegden we toe welk type voertuig betrokken was (vrachtwagen of ander), en voegden we een narratief toe van de optredende situatie.

4.3.1 Werf E403 Moorsele richting Doornik

Gezien de korte tijdsduur van de werf E403 (maandag 4 juli 2022 t.e.m. donderdag 7 juli 2022), is het aantal vaststellingen beperkt. Drie controles werden geregistreerd (op 4 juli, 6 juli en 7 juli).

Er werd telkens een aanzienlijk aantal aanrijdingen van de signalisatie geregistreerd. Er werden respectievelijk 7, 19 en 17 bakens geregistreerd die verschoven of weggereden waren. Het is niet bekend hoeveel aparte aanrijdingen dit omvat; bij navraag bij één van de controleurs werd geantwoord dat het onmogelijk was om dit te zeggen. Op basis van het fotomateriaal hebben we echter de indruk dat het bijna steeds gaat over één baken dat wordt aangereiden; dus geen volledige rij bakens die door één bestuurder wordt weggemaaid.

Van de meeste van deze vaststellingen was een foto beschikbaar. We stellen bij 18 foto's vast dat het baken in het geheel of stukken van het baken tot voorbij de veiligheidszone (>0,5m) zijn gevlogen, hetgeen betekent dat ze een mogelijk gevaar inhielden voor arbeiders die aan het werk waren op de werf. Het aantal foto's en het aantal aangereiden bakens komt niet volledig één op één overeen met het vermelde aantal bakens waardoor dit niet precies in een percentage uit te drukken is. Maar hoe dan ook suggereert dit dat een bredere veiligheidszone wenselijk is om het risico dat een arbeider geraakt wordt door een (stuk van) een aangereiden baken te verminderen.



Figuur 16 Voorbeelden aanrijdingen bakens E403 vastgesteld door AWW-werfcontroleur

Ook in het verkeersveiligheidsinspectieverslag van deze werf vinden we een inventaris van de aangereden bakens tijdens de nachtelijke inspectie. Deze wordt weergegeven in Tabel 2. In totaal betreft het maar liefst 65 bakens. Tijdens de inspectie overdag werd geen inventarisatie van het aantal aangereden bakens opgenomen, maar werd wel eveneens aangestipt dat een aanzienlijk deel bakens aangereden of verplaatst bleek te zijn.

Tabel 2 Overzicht aangereden bakens nachtelijke verkeersveiligheidsinspectie

Aard van het probleem	Aantal
Baken ligt omver	3
Baken sterk verschoven (meters)	9
Baken licht verschoven (niet meer in lijn met de rest)	11
Baken 90° gedraaid waardoor niet meer reflecterend voor het verkeer	17
Dagslaper weg	12
Dagslaper 90° gedraaid waardoor slecht zichtbaar voor het verkeer	13





Figuur 17 Voorbeelden aanrijdingen bakens E403 vastgesteld door AWW tijdens verkeersveiligheidsinspecties

Er werden geen inbreuken op de veiligheidszone geregistreerd door de controleurs in de opgegeven spreadsheet. Evenwel kunnen we daaruit niet concluderen dat dergelijke inbreuken niet gebeurden. Uit zowel de eigen vaststellingen van Vias onderzoekers als bijkomend fotomateriaal dat via een andere weg ter beschikking werd gesteld door de AWW-projectleider kunnen we concluderen dat er tijdens de asfalterwerken herhaaldelijk inbreuken gebeurden op de veiligheidszone, waarbij de arbeiders zich tot aan of zelfs net over de virtuele afbakeningslijn van de werf begeven. In de praktijk blijkt dus dat er tijdens bepaalde werkzaamheden dus in de feiten geen veiligheidszone is, aangezien er tot tegen de markering van de in gebruik zijnde rijstrook gewerkt moet worden.



Figuur 18 Voorbeelden inbreuken veiligheidszone E403

4.3.2 Werf E403 Moorsele richting Brugge

Deze werf bevindt zich op de tegenovergestelde rijrichting van de proefwerf op de E403 waar terreindata verzameld werden. Op de E403 is in de rijrichting Brugge de rechterrijstrook afgezet omdat deze in zeer slechte staat is. Op het moment van observeren zijn er geen werken aan de gang op deze rijstrook. Dit gaf de mogelijkheid om experimenteel vast te stellen hoe problematisch het aanrijden van bakens in de praktijk is, en in welke mate er ook verschuivingen of verdraaiingen van bakens plaatsvinden zonder fysiek contact (dus bijvoorbeeld door aanzuiging bij voorbijrijdende vrachtwagens), zonder hierbij arbeiders in gevaar te brengen. De signalisatie werd hiertoe bij de start van de observatieweek tot tegen de rijstrookmarkering geplaatst (zie Figuur 19), zoals ze normaal bij werfactiviteit zou worden opgesteld. De signalisatie werd dagelijks geïnspecteerd en kapotgereden of verplaatste signalisatie werd daarbij meteen vervangen en/of terug juist geplaatst.



Figuur 19 Verplaatsen van de bakens tot tegen de rijstrookmarkering op de E403 Moorsele richting Brugge

In totaal werden zeven aanrijdingen van bakens vastgesteld tijdens de observatieweek. Alle aanrijdingen gebeurden door vrachtwagens. In drie gevallen was daarbij sprake van een gevaar buiten de veiligheidszone. Meer bepaald verschoof één keer een baken dat werd aangereden door een vrachtwagen circa 0,5m naar rechts en één keer circa 2m naar rechts. Bij deze laatste bleek dat een lichte aanrijding van de voet van de baken kan volstaan om het baken met voet over een aanzienlijke afstand (hier dus ca. 2m) te laten wegschieten. De derde situatie betrof een lamp op een baken die aangetikt werd en tot in de berm vloog (dus de hele veiligheids- én werfzone door). Vier aanrijdingen van de signalisatie leidden niet tot risico's buiten de veiligheidszone, doordat er geen grote verschuiving of wegslingeren van onderdelen optrad. Eenmaal vond ook een aanrijding plaats van een lamp die reeds eerder was aangereden en reeds op de grond lag (in de aslijn van de bakens), waarbij deze lamp circa 1 m naar rechts schoof op de grond. Deze situatie hebben we echter geklasseerd als 'situatie waarbij de verkeersveiligheid in het gevaar kwam'.

Andere situaties met verschuiven/wegdraaien van bakens zonder fysieke aanrijding werden niet vastgesteld. Bij deze observatie werd dus geen evidentie gevonden voor de hypothese dat bakens kunnen verschuiven of verdraaien door langszijdend verkeer, bijvoorbeeld door aanzuiging bij een vrachtwagen die aan hoge snelheid voorbijrijdt.

Er werden 48 bijna-aanrijdingen van de signalisatie geregistreerd. Bij dit getal willen we de bedenking plaatsen dat er geen formele definitie is vanaf wanneer een situatie al dan niet een 'bijna-aanrijding' is, en in de feiten stellen we vast dat daarbij inderdaad enige inconsistentie zit in de rapportering. Wel stellen we vast dat de meeste geregistreerde bijna-aanrijdingen gelijkaardig waren aan de effectieve aanrijdingen; ook hier betrof het meestal vrachtwagens en meestal waren het situaties waarbij de vrachtwagen zonder aanwijsbare reden plots naar rechts begint af te buigen en (in dit geval) nog net op tijd kan bijsturen. Dit bevestigt de resultaten van de aanrijdingen van de bakens.

Opvallend hierbij is dat het aantal aanrijdingen en bijna-aanrijdingen dat werd vastgesteld relatief hoog ligt kort bij de camera. Aangezien het relatief winderig lijkt tijdens de observatieweek en vrachtwagens net onder de brug uitkomen op het moment dat ze in beeld komen, zou het kunnen dat ze door zijwind verrast worden nadat ze de 'beschutting' die de brug biedt verlaten. Hoe dan ook is dit niet de enige verklaring, en is een deel van de situaties hoe dan ook te wijten aan een kortstondig moment van controleverlies dat te wijten kan zijn aan diverse menselijke factoren (onoplettendheid, afleiding, controleverlies,...). Aangezien de zone die dicht bij de camera ligt beter te zien is, kan ook niet uitgesloten worden dat er een zekere bias zit in de rapportering. Voor de aanrijdingen van de bakens vermoeden we dat deze bias beperkt is (onze eigen validatie van de observaties vond bijvoorbeeld geen verplaatste bakens die niet in de registraties opgenomen waren), maar voor de bijna-ongevallen is de kans op deze bias zeer reëel.

Tabel 3 Vastgestelde relevante situaties werf E403 Moorsele richting Brugge

Type situatie	Aantal vaststellingen
Inbreuken op de veiligheidszone	7
Aanrijden van bakens(s) zonder gevaar buiten de veiligheidszone (0,50m)	4
Aanrijden van bakens(s) met gevaar buiten de veiligheidszone (0,50m)	3
Andere situaties met verschuiven/wegdraaien van bakens (bv. door aanzuiging)	0
Bijna-aanrijding	48
Situaties waarbij de verkeersveiligheid in gevaar komt	5

Aanvullend op de camerabeelden bracht de firma die verantwoordelijk was voor de signalisatie een kort verslag uit van de signalisatie die ze dienden te vervangen tijdens deze proefweek. Deze rapportering geeft enkel het materiaal aan dat vervangen diende te worden doordat het door aanrijding beschadigd was. (Lichte) aanrijdingen waarbij de signalisatie verschoven werd en die teruggeplaatst werd, werd hier dus niet gerapporteerd. Ook geeft de rapportering geen indicatie over hoeveel aanrijdingen het gaat, enkel het aantal bakens dat beschadigd raken (4x1 bakens die wordt aangereden is een duidelijk verschil met 1x4 bakens die worden aangereden). We kunnen veronderstellen dat aanrijdingen waarbij de signalisatie dusdanig beschadigd raakt dat deze vervangen diende te worden relatief zware aanrijdingen van de signalisatie betreffen, waarbij er een relatief hoog risico is dat onderdelen voorbij de veiligheidszone van 0,5m vliegen tot in de werfzone, en dus een gevaar kunnen vormen voor de wegwerkers.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de noodzakelijke vervangingen van de signalisatie. Over de lengte van 1 km betrof het dus op een week tijd in totaal 22 bakens die beschadigd raakten en vervangen dienden te worden.

Tabel 4 Overzicht noodzakelijke vervangingen signalisatie werf E403 Moorsele richting Brugge

25/07/2022	Verplaatsen bakens tot tegen rijstrookmarkering
26/07/2022	2 smalle bakens vervangen
27/07/2022	4 smalle bakens vervangen
28/07/2022	Geen materiaal vervangen
29/07/2022	4 smalle bakens + 3 brede bakens vervangen
30/07/2022	4 smalle bakens vervangen
31/07/2022	4 smalle bakens vervangen
01/08/2022	1 rubberen voet vervangen en bakens terug weggeplaatst van rijstrookmarkering
Totaal	22 stuks beschadigd (18 smalle bakens, 3 brede bakens, 1 rubberen voet)

Bij het bovenstaande moet de kanttekening geplaatst worden dat we slechts een deel van de werf in beeld hadden. Het aantal aanrijdingen moet dus afgezet worden tegen de lengte van de werf die we in beeld hadden. Het is niet zeker of de totale omvang van de aanrijdingen proportioneel is met het geobserveerde segment.

Hoewel er geen cijfermateriaal is om deze resultaten tegen te benchmarken, zijn wij van mening dat we het aantal bakens dat aangereden wordt als relatief hoog mogen bestempelen. De proef op de E403 bevestigt volgens ons inderdaad dat bij een opstelling met bakens tot tegen de rijstrookmarkering en een smalle veiligheidszone het aanrijden van bakens een reëel veiligheidsprobleem vormt voor de arbeiders.

4.3.3 Werf R0 Groenendaal

4.3.3.1 Vaststellingen AWW-controleur

Gezien de korte duurtijd van de werf op de E403 richting Doornik, werd door AWW geopteerd om bijkomend data te verzamelen op een andere werf met dezelfde werfinrichting (bakens met smalle veiligheidszone – 0,50m). Op deze werf werden enkel door de AWW-controleurs vaststellingen gedaan met betrekking tot inbreuken van de veiligheidszone en aanrijdingen van de bakens, en camerabeelden (zie volgende sectie). Deze zone werd gemonitord gedurende de volledige maanden juli-augustus. In totaal werden er 36 controles geregistreerd tijdens deze periode.

Bij 12 van deze controles werden inbreuken op de veiligheidszone vastgesteld, bij de overige 24 controles niet. Opvallend daarbij is dat al deze inbreuken vastgesteld werden in de periode van 01/07/2022 tot en met 26/07/2022. Tijdens deze periode werd minstens één inbreuk op de veiligheidszone vastgesteld in 12 van de 14 controles, maar in de 22 resterende controles die volgden na 26/07/2022 werd opvallend genoeg geen enkele inbreuk van de veiligheidszone meer vastgesteld. Op basis van de camera-observaties (zie volgende sectie) werd echter vastgesteld dat er ook na 26/07/2022 in werkelijkheid frequent overtredingen van de veiligheidszone gebeurden. In totaal werden er 27 verschillende inbreuken geregistreerd. Slechts 3 keer betrof het een inbreuk van een arbeider die zich in de veiligheidszone begaf, en steeds was dit een korte inbreuk (<1 min). De overgrote meerderheid van de inbreuken betroffen voertuigen, materiaal of machines in de veiligheidszone. Bij sommige inbreuken werd zelfs tot op de in gebruik zijnde rijstrook gekomen (bijvoorbeeld zand tot op de in gebruik zijnde rijstrook, machines die tot voorbij de randmarkering draaien,...).





Figuur 20 Voorbeelden van inbreuken van de veiligheidszone werf R0 Groenendaal

Bij 18 van de 36 controles werd een vaststelling gedaan dat één of meerdere bakens werden aangereiden. In totaal werden 37 (mogelijke) aanrijdingen van de bakens geregistreerd. Bij bijna alle registraties werd de waarschijnlijkheid tot een verschoven of omverliggende bakens het gevolg is van een aanrijding hoog geacht ('waarschijnlijk' of 'zeker').

In het opmerkingenveld wordt enkele keren geregistreerd dat brokstukken van een auto (meestal van de spiegel) werden gevonden nabij de aangereden baken(s). Dit duidt aan dat niet alle aanrijdingen van de bakens gebeurden door een vrachtwagen (dit in tegenstelling tot de vaststellingen op de werf van de E403, waarbij uit de camerabeelden bleek dat alle aanrijdingen van de bakens gebeurden door vrachtwagens).

Qua locatie valt het op dat een groot deel van de aanrijdingen plaatsvonden in de onderdoorgang, namelijk 22 van de 37 registraties. 12 daarvan vonden plaats in het dalende deel van de onderdoorgang, 2 in het midden van de onderdoorgang, en 6 in het stijgend gedeelte van de onderdoorgang. Van 2 aanrijdingen in de onderdoorgang werd niet gespecificeerd waar deze precies plaatsvonden.

4.3.3.2 Cameraobservaties

Op de werf R0 Groenendaal vonden wegwerkzaamheden plaats op de rechterrijstrook en pechstrook, waarbij enkel de linkerrijstrook open bleef. In overleg met AWW verwerkte Connection Systems van deze observatieweek de helft van de opgenomen uren. Er wordt gewerkt met de opstelling bakens + veiligheidszone van 0,50m.

In de voorverwerking van Connection Systems werden volgende registraties opgelijst:

- Mensen, werkmateriaal of (werk)voertuigen in de veiligheidszone: 211
- Aanrijden bakens (ongeval of 'bijna-ongeval'): 38
- Overige situaties met bakens zoals verschuiven of wegdraaien (bv door aanzuiging): 0
- Situaties waarbij de verkeersveiligheid in gevaar komt (door werk- en/of doorgaand verkeer): 886

Verdere kwantitatieve analyses hiervan worden bemoeilijkt door inconsistentie in de dataregistratie. In de feiten blijken er tussen de registraties van type 1 (overtreding veiligheidszone) en type 4 (verkeersveiligheid in gevaar) geen duidelijk onderscheid te zitten. Meestal betreffen de situaties die aangeduid werden als 'verkeersveiligheid in gevaar' in feite situaties waarbij een inbreuk op de veiligheidszone plaatsvindt.

Daarnaast bleek het kwantificeren van het aantal overtredingen op deze werf geen sinecure. Het is niet altijd eenduidig duidelijk wanneer een inbreuk begint en stopt. Bijvoorbeeld, een arbeider die rond de rand van de veiligheidszone bezig is, kan op korte tijd herhaaldelijk in en uit de veiligheidszone komen – dient dat gezien te worden als één overtreding of meerdere? Daarnaast waren er ook regelmatig verschillende overtredingen in parallel gaande, waardoor het op dat vlak ook moeilijk is om het overzicht te bewaren.

Tenslotte was de camerahoek niet ideaal (vrij laag en schuin). Regelmatig stonden er werfvoertuigen en machines op de werf die het zicht verder belemmerden (waardoor bijvoorbeeld een deel van de bakens niet zichtbaar waren) (zie voorbeeld hieronder). Dit betekent dat de kans dat tijdens de beeldverwerking bepaalde overtredingen of andere situaties gemist werden omdat ze niet of onvoldoende zichtbaar waren, reëel is.



Figuur 21 Voorbeeld zicht camera werf R0 Groenendaal

Hoe dan ook is wat betreft de veiligheidszone bij de werf van de R0 te Groenendaal de conclusie duidelijk. Wanneer er gewerkt wordt op de werf, vinden er continue overtredingen van de veiligheidszone plaats. Deze inbreuken nemen uiteenlopende vormen aan; het gaat zowel over arbeiders die zich in de veiligheidszone begeven als over voertuigen en machines die in de veiligheidszone manoeuvreren. Het feit dat het hier een smalle werf betreft met weinig ruimte in de breedte speelt hierin een belangrijke rol.

Verder viel het op dat op de werf van de R0 relatief veel voertuigen de werf in- en uit reden. Sommigen rijden de werf uit en iets verderop dan weer de werf in (omdat er binnen de werf zelf geen plaats is voor dergelijke manoeuvres). Vooral het uitrijden van het werfverkeer gebeurde redelijk ongestructureerd: soms wacht het uitrijdend voertuig op een voldoende groot hiaat, soms dwingt het de voorrang af en soms wordt het uitrijden begeleid door een arbeider die teken doet naar het aankomende verkeer om te stoppen. Het valt ook op dat we regelmatig een werfvoertuig zien dat de werf verlaat en even verderop weer de werf inrijdt. De smalle werf beperkt de mogelijkheden voor intra-werf verplaatsen/manoeuvreren, waardoor er dus regelmatig ingevoegd wordt in het verkeer. Hoewel het door de lage en schuine camerahoek onmogelijk was om een inschatting te maken naar ernst op vlak van verkeersveiligheid van deze interacties, leek dit soort bewegingen het achteropkomend verkeer soms te verrassen.

Van de 38 situaties die betrekking hadden op het aanrijden van de bakens, betrof het 31 keer een bijna-aanrijding. Van de 7 effectieve aanrijdingen, betrof het 6 keer een aanrijding door een werfvoertuig. Er werd slechts 1 lichte aanrijding van de bakens door het wegverkeer geregistreerd; hierbij was er geen gevaar buiten de veiligheidszone. Het valt dus op dat het issue van aanrijden van bakens, in tegenstelling tot de E403 Moorsele richting Brugge, waar de opstelling gelijkaardig is, hier weinig tot niet speelt. Mogelijk is dit te wijten aan de lagere snelheidslimiet (maximaal 50 km/u, versus 70 km/u op de geobserveerde werf van de E403), het feit dat er op de werf meestal veel activiteit gaande was en men dus mogelijk meer 'schrikafstand' wilt houden van de rand van de rijbaan, of een combinatie van beide.

4.3.4 Werf E314 Boorseme

Voor de E314 werd de informatie in 'hybride' formaat aangeleverd; namelijk deels in de vorm van de gevraagde spreadsheet, deels in de vorm van de bestaande inspectieverslagen van de werfsignalisatie. De informatie vanuit de inspectieverslagen werd door de onderzoekers van Vias institute in de mate van het mogelijke toegevoegd aan de spreadsheet, teneinde te komen tot een uniform dataformaat.

Deze werf werd gemonitord gedurende de maanden juli-augustus. Op deze werf was het bouwverlof van toepassing van midden juli tot begin augustus. In deze periode was de werfactiviteit beperkt, en vonden geen inspecties plaats. In totaal werd een zestal weken gemonitord.

De ontvangen data zijn niet overal volledig. Onder andere de datum en uur van inspectie werd in een aantal gevallen niet ingevuld. Hierdoor is het niet mogelijk om te achterhalen hoeveel controles hebben plaatsgevonden. Ook is het niet altijd duidelijk in welke mate effectief ook gemonitord werd op inbreuken van de veiligheidszone, dan wel enkel gekeken werd naar aanrijdingen van de signalisatie. Ten slotte merken we op dat er wat betreft de aanrijdingen van de signalisatie geen enkele melding werd gemaakt van aanrijdingen van de afschermende constructie. Dat laatste kan te maken hebben met het feit dat lichte aanrijdingen van de afschermende constructie vaak weinig of geen sporen nalaten, waardoor het moeilijk is deze vast te stellen. Bovendien is het zo dat de inspecties vaak gericht zijn op beschadigingen die een remediëring van de signalisatie vereisen. Bij lichte aanrijdingen van de afschermende constructie is een dergelijke remediëring in principe niet noodzakelijk zolang er geen verschuiving is van de constructie.

Bij vijf controlelijnen werd aangegeven dat er geen inbreuken van de veiligheidszone werden vastgesteld, bij tien werden wel inbreuken vastgesteld. In vier gevallen betroffen het situaties met arbeiders die in de veiligheidszone werden vastgesteld. In de overige gevallen betrof het materiaal dat in de veiligheidszone geplaatst werd of voertuigen die in de veiligheidszone geparkeerd werden. Er zijn geen duidelijke patronen in de data.



Figuur 22 Voorbeelden inbreuken veiligheidszone werf E314 Boorseme

Negen aanrijdingen van de signalisatie werden vastgesteld. Het betrof echter steeds aanrijdingen van bakens, die voornamelijk bij de schuine geleiding of asverschuivingen opgesteld stonden. Aanrijdingen van de afschermende constructie werden niet vastgesteld, hetgeen zoals aangegeven echter niet noodzakelijk betekent dat er geen (lichte) aanrijdingen van de afschermende constructie hebben plaatsgevonden. Het verkeersveiligheidsinspectieverslag geeft ook aan dat op enkele locaties bakens zijn omgevallen (zie voorbeeld in Figuur 23), maar zonder verdere detaillering. Wat betreft aanrijdingen van de signalisatie kunnen er dan ook geen duidelijke conclusies worden getrokken.



Figuur 23 Voorbeeld aanrijding bakens (verkeersveiligheidsinspectieverslag)

4.3.5 Werf E40 Bertem

4.3.5.1 Vaststellingen E40 AWW-controleur

De werf op de E40, waar geëxperimenteerd werd met de rijstrookbrede veiligheidszone, werd door AWW-controleurs gemonitord van 1 augustus tot en met 6 september (ca. 5 weken). De spreadsheet werd gedurende deze periode consistent aangevuld, en de ingevulde informatie is erg volledig. In deze periode werden 21 controles geregistreerd. Op deze werf werden geluidsschermen geplaatst in de zijberm.

Bij zeventien controles werd minimaal één inbreuk op de veiligheidszone vastgesteld, bij vier controles werd er geen inbreuk vastgesteld. Zes keer werd vastgesteld dat (een) arbeider(s) zich in de veiligheidszone begaf, vier keer werden voertuigen in de veiligheidszone vastgesteld, zes keer machines in de veiligheidszone, en drie keer werd vastgesteld dat er materiaal in de veiligheidszone lag. Bij de situaties waarbij voertuigen of machines in de veiligheidszone werden vastgesteld had dit meestal te maken met manoeuvreerbewegingen, waarbij de veiligheidszone gebruikt werd om andere voertuigen/machines te passeren of om in te manoeuvreren. Hoewel het moeilijk is om te vergelijken met de andere onderzoekslocaties gezien de verschillen in volledigheid van de data, lijkt het aantal inbreuken op de veiligheidszone dus relatief hoog; in driekwart van de controles werd minimaal één inbreuk op de veiligheidszone vastgesteld.

Voor wat betreft de controles op de signalisatie werd elf keer een verschuiving/beschadiging van bakens vastgesteld, negen keer werd geen verschuiving/beschadiging vastgesteld, en bij één controle werd hiervan geen registratie gedaan. Bij slechts drie van de registraties werd echter aangegeven dat de beschadiging/verschuiving het gevolg is van een aanrijding door het verkeer. In de overige gevallen betrof het een bewuste verplaatsing van de arbeiders (bv. om een voertuig toe te laten te manoeuvreren) of een aanrijding door werfvoertuigen zelf. In vergelijking met de overige werven lijkt het aantal door het wegverkeer aangereden bakens op de E40 erg beperkt. Dit heeft vermoedelijk te maken met het feit dat de bakens op deze werf op enige afstand van de over de volledige lengte van de werf aangebrachte doorlopende oranje markering werden geplaatst, waardoor als het ware een 'redresseerstrook' ontstaat waarbij voertuigen die van de weg afwijken nog ruimte hebben om een corrigerend manoeuvre uit te voeren zonder (een) baken(s) aan te rijden.

4.3.5.2 Camera-observaties

In overleg met AWW verwerkte Connection Systems van deze observatieweek de helft van de opgenomen uren. Op deze werf werd bij wijze van proefopstelling gewerkt met het concept van de rijstrookbrede veiligheidszone. De rechterrijstrook wordt gebruikt als eigenlijke werfzone, en de rijstrook ernaast doet dienst

als veiligheidszone (zie afbeelding hieronder). Hoewel dit zo niet voorzien is in het ontwerp-dienstorder, werd er bij de implementatie voor deze proefwerf voor geopteerd om niet enkel een rij bakens te plaatsen tussen de in gebruik zijnde rijstroken en de veiligheidszone, maar ook tussen de veiligheidszone en de werfzone.

In de voorverwerking van Connection Systems werden volgende registraties opgelijst:

- Mensen, werkmateriaal of (werk)voertuigen in de veiligheidszone: 1718
- Aanrijden bakens (ongeval of 'bijna-ongeval'): 8
- Overige situaties met bakens zoals verschuiven of wegdraaien (bv door aanzuiging): 0
- Situaties waarbij de verkeersveiligheid in gevaar komt (door werk- en/of doorgaand verkeer): 481

Net als bij de werf R0 worden ook hier verdere kwantitatieve analyses bemoeilijkt door inconsistentie in de dataregistratie. In de feiten blijken er tussen de registraties van type 1 (overtreding veiligheidszone) en type 4 (verkeersveiligheid in gevaar) geen duidelijk onderscheid te zitten. Meestal betreffen de situaties die aangeduid werden als 'verkeersveiligheid in gevaar' in feite situaties waarbij een inbreuk op de veiligheidszone plaatsvindt.

Ook op deze werf bleek het kwantificeren van het aantal overtredingen op deze werf geen sinecure. Het is niet altijd eenduidig duidelijk wanneer een inbreuk begint en stopt. Bijvoorbeeld, een arbeider die rond de rand van de veiligheidszone bezig is, kan op korte tijd herhaaldelijk in en uit de veiligheidszone komen – dient dat gezien te worden als één overtreding of meerdere? Daarnaast waren er ook regelmatig verschillende overtredingen in parallel gaande, waardoor het op dat vlak ook moeilijk is om het overzicht te bewaren.

Overtredingen van de veiligheidszone gebeuren veelvuldig. Tijdens de observatieperiode zijn er materialen die doorlopend (gedeeltelijk) in de veiligheidszone geplaatst zijn. Bij de materiaalpost centraal in beeld zijn vaak verschillende arbeiders tegelijk aan het werk (zie Figuur 17). Daarbij zijn sommige arbeiders bij deze materiaalpost regelmatig aan het werk in de veiligheidszone, met hun rug naar het verkeer toe. Andere overtredingen betreffen werfvoertuigen die de veiligheidszone gebruiken om te manoeuvreren of zich binnen de werf te verplaatsen.



Figuur 24 E40 – werkzaamheden met overtreding veiligheidszone rond materiaalpost

Wat opvalt is dat de rijstrookbrede veiligheidsstrook in de feiten geen volledige rijstrook breed is op de meest plaatsen. De rij bakens die de werfzone en de veiligheidszone van elkaar scheidt is op de meeste plaatsen zo opgesteld dat een deel van de veiligheidszone de facto bij de werfzone genomen wordt. Op de beelden blijkt ook dat de bakens regelmatig verzet worden om manoeuvreren toe te laten, en daarbij niet altijd correct worden teruggeplaatst. De twee volgende foto's tonen bijvoorbeeld hoe een graafmachine de bakens opzij duwt en hoe een arbeider deze aan de kant houdt voor een manoeuvrerende vrachtwagen. De 8 situaties die aangemerkt werden als 'aanrijding signalisatie' hebben allemaal betrekking op werfverkeer, en het merendeel

daarvan zijn geen echte 'aanrijdingen', maar situaties waarbij een graafmachine de bakens bewust opzijshift met zijn arm (Figuur 25). Ook de arbeiders zelf verplaatsen soms de bakens ten behoeve van manoeuvreerbewegingen (Figuur 26).

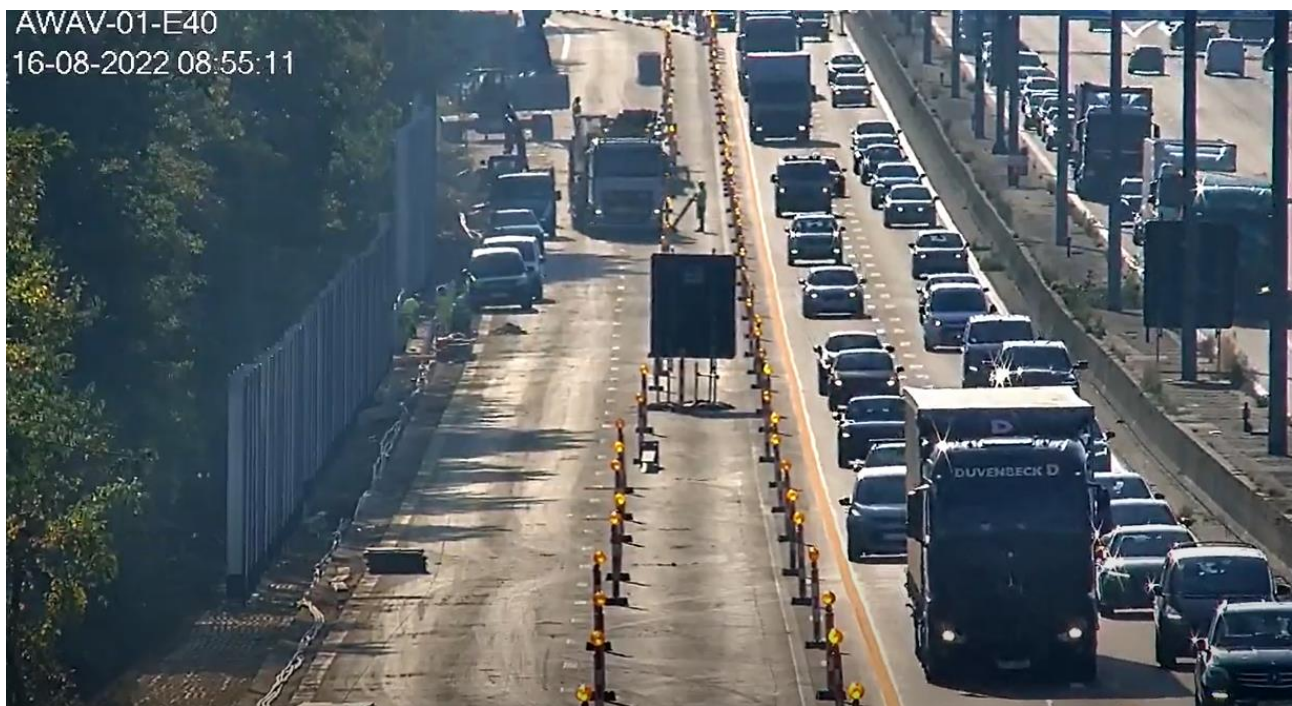
Aanrijdingen van bakens door wegverkeer werden niet vastgesteld. Bijna-aanrijdingen van de signalisatie werden bij deze werf, in tegenstelling tot de werf op de E403, niet systematisch geregistreerd door Connection Systems. We zagen ze wel soms tussen de registraties van 'situaties waarbij de verkeersveiligheid in gedrang komt'. Bij deze bijna-ongevallen overschrijdt de bestuurder de gele randmarkering, maar kan deze tijdig een stuurcorrectie doen om een aanrijding met de signalisatie te vermijden (zie bijvoorbeeld Figuur 27).

Het verkeersveiligheidsinspectieverslag vermeldt dat werd vastgesteld dat enkele bakens aangereden waren, maar gaf hiervan geen kwantificering/inventaris.

Het feit dat er geen aanrijdingen van de signalisatie werden vastgesteld, heeft wellicht te maken met de aanwezigheid van een redresseerstrook van zo'n 50cm tussen de gele markering die de rand van de rijbaan aanduidt en de bakens.



Figuur 25 E40 – graafmachine verschuift bakens



Figuur 26 E40 – arbeider verschuift bakens



Figuur 27 E40 – bijna-aanrijding signalisatie

Net als bij de R0 zien we ook bij deze werf regelmatig werfvoertuigen de werf in en uitrijden tussen de bakens door. Dit komt echter beduidend minder vaak voor dan bij de R0, vooral voertuigen die eerst de werf uitrijden en wat verderop er weer in rijden (Figuur 28 – groene bestelwagens bovenaan in beeld). We observeren namelijk dat veel van deze manoeuvres op de werf van de E40 intra-werf gebeuren door gebruik te maken van de veiligheidszone (Figuur 29).



Figuur 28 E40 – werfvoertuig rijdt werf uit (boven) en weer terug in (beneden)



Figuur 29 Passeerbeweging werfvoertuig via rijstrookbrede veiligheidszone

Conclusies 4.3 Inbreuken veiligheidszone en aanrijden signalisatie

- Hoewel de kwaliteit van de data van dit onderdeel variërend is, kunnen we enkele duidelijke conclusies trekken
- Inbreuken van de veiligheidszone zijn zeer courant bij alle werven. Vooral op de R0, waar de werfruimte beperkt is, vinden inbreuken bijna continu plaats wanneer er gewerkt wordt.
- Sommige inbreuken lijken voor de arbeiders moeilijk vermijdbaar (bv. arbeider die asfalteermachine bedient op werf E403). Dit speelde vooral op de werven van de E403 en de R0. Een aanzienlijk deel van de inbreuken lijkt echter vermijdbaar en eerder voort te vloeien uit ofwel nonchalance/nalatigheid van het individu of van de werforganisatie (bv. in veiligheidszone komen om obstakel binnen werfzone te kunnen vermijden. Sensibilisatie van arbeiders/aannemer, eventueel in combinatie met handhaving, is noodzakelijk.
- In- en uitrijdend werfverkeer vormt een risico op ongevallen met het wegverkeer bij werven met bakens, waar de werfvoertuigen in principe overal de werf kunnen in- en uitrijden. Vooral op de smalle werf van de R0 werden veel situaties geobserveerd waarbij werfvoertuigen de werf verlaten en even verderop weer invoegen. Op de werf van de E40 zagen we dit uit- en meteen weer inrijdend manoeuvre duidelijk minder, hoewel het door bepaalde obstakels wel nog voorkwam.
- De vrees voor aangereden bakens die een gevaarlijk projectiel kunnen vormen blijkt terecht volgens de cameraobservaties. Een redresseerzone van bv. 0,5m tussen de randmarkering van de rijbaan en de plaatsing van de bakens dringt het aantal aanrijdingen van bakens terug naar quasi nul.
- De hypothese dat bakens kunnen verdraaien/verschuiven zonder fysiek contact met het verkeer ("aanzuigefect") wordt niet bevestigd. Er werd geen enkele situatie geobserveerd waarbij een baken verplaatst werd zonder fysiek contact

4.4 Verkeersveiligheidsinspectieverslagen

Hieronder volgt een samenvattend overzicht met algemene gevolgtrekking van de verkeersveiligheidsinspecties die door de verkeersveiligheidsauditors van AWW werden uitgevoerd in het kader van dit onderzoek. De volledige inspectieverslagen worden niet toegevoegd bij dit verslag, maar zijn bij AWW intern beschikbaar en opvraagbaar.

De wegenwerven werden na de inrichting van de beveiligende configuratie geïnspecteerd. De inspecties werden uitgevoerd met een zo ruim mogelijke blik op alle elementen die de verkeersveiligheid stroomopwaarts en ter hoogte van de werkzone negatief zouden kunnen beïnvloeden (o.a. voldoende signalisatie, zichtbaarheid, leesbaarheid en verstaanbaarheid van de signalisatie, taakbelasting van de weggebruiker, goede geleiding van de weggebruiker, specifieke onveilige situaties, etc).

Reeds bestaande tekortkomingen in de wegomgeving komen in principe niet aan bod, tenzij ze directe betekenis hebben voor het veilig functioneren van de wegenwerf en de actieve wegomgeving ervoor, erachter en ernaast.

Per werf werden twee inspecties uitgevoerd, één overdag en één bij duisternis.

Elke werf is een wegomgeving op zich met eigen karakteristieken, zodat een synthese van de inspectierapporten niet voor de hand ligt. Voor elk van de drie in situ bestudeerde werven, worden per werfobject de meest opvallende inspectieresultaten aangegeven in Tabel 5; het gaat dus om geobserveerde tekortkomingen. Per werfobject volgt dan een veralgemeenbaar besluit.

NB. De cursieve tekst geeft de bevindingen tijdens de nachtelijke inspectie weer.

Tabel 5 Samenvattend overzicht inspectieverslagen

Object	E403 bij Moorsele	E314 bij Boorseme	E40 bij Bertem	Beknpte gevolgtrekking
Aankondigende signalisatie	Noodzakelijk om de vaste signalisatie aan te passen opdat deze aan de gewijzigde signalisatie beantwoordt. Het aantal D1c-borden bij de convergentiepunten, verschilt per oprit. Achter de bebakeningsborden zijn deze D1c-borden minder goed zichtbaar. Op de afritten werden D1d-borden geplaatst, tegen de regelgeving in.	D1c-borden zijn reglementair verplicht maar het nut wordt hier betwist vermits de bakens de richting aanduiden. F81-voorwegwijzer is laat zichtbaar door het struikgewas.	De afritsluiting in Bertem voor het verkeer uit Luik is niet goed leesbaar aangeduid wegens teveel informatie op het bord. Het werfinformatiebord wordt het best op een rustiger plek ingeplant.	Leesbare en goed ingeplante borden kondigen de wegenwerf aan. Bewaken van de afstemming tussen bestaande (vaste) signalisatie en de tijdelijke werfsignalisatie, zodat tegenspraak vermeden wordt. Cf. de snelheidsaanduiding op de E40 richting Luik; de rijstrookverminderingen en het aantal rijstroken op de E40 en E403.
Snelheidsafbouw	De C43-70km/u-borden en de C39-borden werden kort na elkaar geplaatst zodat hun leesbaarheid geschaad werd.			Beide borden boven elkaar in één opstelling leveren een betere leesbaarheid op.
Gekozen snelheidsmaxima		Het C43-70km/u-bord staat op een minder opvallende plek.	De maximaal toegelaten snelheid wordt op een portiek aangeduid en ook met tijdelijke C43-borden die soms een andere snelheidslimiet tonen.	70 km/u is op de drie wegenwerven de gekozen passeersnelheid, conform de voorschriften uit de werfsignalisatieschema's.
Informatieve borden	Verschillende borden die geplande werven aankondigen overladen het wegbeeld met informatie. Het F79-bord is zonder afscherming. Is dit bord vergevingsgezind bij een aanrijding?	Filewaarschuwborden en tekstkarren vormen een obstakel langs de wegrand en zijn niet beschermd door een afschermende constructie.	Permanente en bijkomende tijdelijke rijstrookvermindering worden apart gesignaleerd; alleen informatie op oranje borden aangeven, terwijl de blauwe borden afgedekt worden, zou leesbaarder zijn. De 2 rijen D1-borden leiden tot een te druk wegbeeld en mogelijke verwarring bij de twee verkeersstromen.	Sobere leesbare verkeersborden genieten de voorkeur. De nodige aandacht is vereist voor de vergevingsgezindheid van tijdelijke borden en tekstkarren (plaatsing achter een afschermende constructie of op voldoende afstand tot de rijbaan, aangepast steunpaalttype, ...). Aandacht nodig voor enerzijds de juiste toepassing van de voorschriften bij de plaatsing van D1-borden en anderzijds

Object	E403 bij Moorsele	E314 bij Boorseme	E40 bij Bertem	Beknpte gevolgtrekking
				de wenselijkheid ervan in bepaalde specifieke situaties.
Weg(versmallings) bebakening	Het F79-rijstrookvermindering-bord wordt overbodig bevonden bij de invoegstrook (specifieke situatie!) Inplanting B1-bord staat te ver.	Scherpe bocht die niet ondersteund wordt door verticale signalisatie. <i>Signalisatie mobiele werven bij nacht conflicteert met de andere werfsignalisatie.</i>	Bij de asverschuiving is een deel van de geleidende verticale signalisatie verdwenen. <i>De noodzaak blijkt bij duisternis nog meer dan overdag, omdat overdag de vele voertuigen trager rijden en elkaar gemakkelijker kunnen opvolgen.</i>	Horizontale en verticale signalisatie worden het best samen gebruikt om veranderingen in het wegverloop aan te duiden. Aandacht voor de situatie bij duisternis is noodzakelijk.
Geleiding bij wegversmalling	n.v.t.	Geen naderingsmarkering en volle markering bij de splitsing over te korte afstand. Zone met verhoogde stuurbewegingen moet verlicht worden.	n.v.t.	Voldoende op voorhand het autoverkeer opvangen en geleiden met tijdelijke markering.
Losse bakens	Bakens niet op een rechte lijn geplaatst (of verschoven), waardoor de rechter rijstrookbreedte varieert. Verplaatste bakens worden niet teruggezet. De bakens zijn gevoelig voor aanrijdingen. <i>Vaak aanrijdingen.</i> <i>Ongewild verplaatste bakens verstoren de aanduiding van het goede wegverloop.</i>	Een aantal bakens zijn omgevallen. De gebruikte hoeveelheid dagslapers op de bakens kan in vraag worden gesteld (cfr. rustiger wegbeeld in Nederland).	Aangereden bakens zijn omgevallen. De geleidende werking valt hierdoor lokaal weg. Vele bakens met dagslapers erop ogen erg druk, <i>zeker 's nachts wanneer de lampen erop knipperen.</i> Een veiligheidszone tussen een dubbele rij bakens geeft een druk wegbeeld. Soms materiaal opgeslagen in de veiligheidszone.	Dagslapers op de bakens worden in vraag gesteld (zeker in situaties met verschillende bakenrijen dicht bij elkaar) Een veiligheidszone met een rij bakens aan de verkeerszijde kan misschien volstaan.

Object	E403 bij Moorsele	E314 bij Boorseme	E40 bij Bertem	Beknopte gevolgtrekking
	<i>Interferentie bij duisternis met signalisatie (pijlwagen / lampen) van de werf in de andere rijrichting.</i>			
Afschermende constructie		De afschermende constructie start in een bocht, terwijl deze op een recht wegvak beter zichtbaar en minder snel aanrijdbaar zou zijn. Het begin van de afschermende constructie wordt onveilig bevonden.	Slechte zichtbaarheid van de afschermende constructie: geen belijning ernaast, geen zichtbare reflectoren.	Constructieregels voor de afschermende constructies opvolgen. Aandacht voor de plek waar de AC begint.
Tijdelijke oranje wegmarkering	Er zijn geen tijdelijke wegmarkeringen langs de volledige werf. Ter hoogte van de in- en uitvoeringen is het te volgen traject daardoor niet duidelijk, zeker bij duisternis.	Randmarkeringen liggen tegen afschermende constructie waardoor er geen redresseerruimte is. Tegenspraak tussen te volgen nieuwe witte markeringen en restanten oude oranje wegmarkeringen. Dit werd opgelost.		Oranje markering volledig wegwerken zodra de verkeersgeleiding terug door de witte markering overgenomen wordt.
Veiligheidsbreedte	De smalle veiligheidszone van 0,50 m wordt vaak niet gehaald. Zeer korte afstand tussen het doorrijdend verkeer en de wegenwerkers.			Geen smalle veiligheidszones toepassen.
Hinderlijke obstakels op de werf	Inbreuken op de VZ (veiligheidszone) door mensen en machines.	Bevestigingspalen voor een werfdoek kunnen een niet-vergeefsgezind obstakel vormen. Wegnemen wanneer geen werfdoek gebruikt wordt.	Een baken op het einde van de linkerrijstrook. Verloren bakenvoeten in de redresseerruimte of resten van aangereden bakens.	Algemene aandacht besteden aan alle mogelijke obstakels voor het passerend verkeer en voor de werken op de werf.

Object	E403 bij Moorsele	E314 bij Boorseme	E40 bij Bertem	Beknopte gevolgtrekking
		<i>Meerdere mobiele werven met afsluitende botsers uitgerust met verstralers, die achteropkomend verkeer verblinden.</i>		
Signalisatie werfeinde	F85 met opnieuw 3 rijstroken, is overbodig stroomafwaarts van de werken.	Verschillende signalisatievormen, maar de vooraankondiging is te laat zichtbaar.	Slordig geplaatste bakens. Bord met verkorte afrit staat te ver van de rijstrook.	Aandacht besteden aan de signalisatie van het werfeinde.
Geleiding normale weg vervolgen		Randmarkering en verticale signalisatie ontbreken zodat een zwart gat ontstaat zonder geleiding.		Autoverkeer geleiden bij de terugkeer naar de normale posities op de rijbaan.

Enkele belangrijke aandachtspunten gebaseerd op de gevolgtrekkingen uit de verkeersveiligheidsinspectieverslagen:

- De verkeersborden moeten zo optimaal mogelijk ingeplant worden zodat ze opvallen en goed zichtbaar en leesbaar zijn, ook bij nacht.
- Teveel verkeersborden en te uitgebreide informatie moeten vermeden worden. Borden worden het best ofwel nuttig gebundeld ofwel voldoende ver uit elkaar geplaatst in functie van de zichtbaarheid en begrijpbaarheid.
- Onderlinge tegenstellingen in de boodschappen op de verschillende verkeersborden, moeten vermeden worden.
- Meer en voldoende lange oranje wegmarkeringen aanbrengen. Aandacht voor de geleiding van het verkeer. Volgens de regels prevaleren oranje tijdelijke markeringen op witte markeringen.
- Steeds of toch zo vaak mogelijk redresseerruimte trachten te voorzien.
- Wegbakens zo stabiel mogelijk plaatsen.
- Correcte vormgeving voor de uiteinden van de afschermende constructies.
- Afschermende constructies moeten bij nacht zichtbaar gemaakt worden (door randmarkering, reflectoren, ...).
- Smalle veiligheidszones zijn niet zinvol, ze komen neer op helemaal geen veiligheidszones.
- Brede veiligheidszones worden het best met slechts één rij bakens aan de verkeerszijde afgebakend. Aan de andere zijde wordt dit beter niet gedaan om twee evenwijdige rijen bakens te vermijden.
- Verlichting voor kritische zones.
- Aandacht voor obstakels en voor de vergevingsgezinde afscherming ervan.

Conclusies 4.4 Verkeersveiligheidsinspectieverslagen:

- **Onderstreept het belang van duidelijke, leesbare en begrijpelijke signalisatie.**
- **De opstelling met smalle veiligheidszone is vanuit verkeersveiligheidsoogpunt onwenselijk**
- **Een veiligheidszone met dubbele bakens (zoals op E40 gebruikt) oogt zeer druk, vooral 's nachts**
- **Bakens worden vaak aangereden maar ook door arbeiders verplaatst. Verschoven/verplaatste/ omgevallen bakens verstoren de geleidende werking.**

4.5 Analyses sluipverkeer

In het volgende hoofdstuk hebben we onderzocht of de wegwerkzaamheden op elk van de verschillende werven tot sluipverkeer geleid heeft. Omdat we geen gegevens hebben over de effectieve route die voertuigen tijdens de werken in de omgeving namen, hebben we de vraag op twee manieren benaderd. In eerste instantie hebben we een analyse gedaan van de reistijden die via een navigatie toestel (in ons geval TomTom) gegeven worden, met het idee dat een kortere reistijd van een alternatieve route er toe zou leiden dat automobilisten deze route kiezen. Daarnaast hebben we ook de verkeersstromen geanalyseerd aan de af en opritten. We keken of de snelweg tijdens de werken vaker verlaten werd dan anders, met het idee dat dit op sluipverkeer zou duiden.

4.5.1 Methode

4.5.1.1 Filevorming

Voor dat we analyseerden of er wel of niet sprake was van sluipverkeer hebben we op basis van de event data van het verkeerscentrum bepaald of er file was in verband met de desbetreffende werf. Daarvoor hebben we voor de duur van de werken per segment (km post) en uur van de dag bepaald in hoeveel % van tijd er file was. Op die manier kan men zien hoe ver de file gereikt heeft en of dit altijd zo was of eerder uitzonderlijk.

4.5.1.2 Reistijden

We onderzochten op basis van de backend gegevens van een provider voor navigatie diensten (TomTom) wat de voorspelde reistijd was voor de hoofdroute (via de snelweg langs de werf) en mogelijke alternatieve routes. Middels een API werden tijdens de werken de reistijden voor de verschillende routes verzameld. We gaan ervan uit dat op het moment waar één van de alternatieve routes sneller blijkt te zijn dan de hoofdroute, er in versterkte mate sluipverkeer zou kunnen ontstaan. Om dit te bepalen werd de reistijd van de standaard route afgetrokken van die van een alternatieve route. Een negatief resultaat zou impliceren dat de alternatieve route attractiever was dan de standaard route.

4.5.1.3 Metingen aan de op- en afritten

Het idee aan de basis van deze analyse is dat men sluipverkeer kan herkennen aan een groter aandeel metingen per meetpost van voertuigen die stroomopwaarts van de werf de snelweg verlaten.

Om te onderzoeken of er indicatie voor sluipverkeer was hebben we het aandeel voertuigen berekend dat de snelweg verlaat (de split-fractie) op de afritten die het begin van een mogelijke alternatieve route vormen of erop komt op een oprit die het einde van een mogelijke alternatieve route vormen.

De **split-fractie voor de verlaters** werd als volgt berekend:

$$p_{leave} = \frac{n_{leave}}{(n_{leave} + N_{stay})}$$

p_{leave} proportie voertuigen (vrachtwagens en wagens) die de snelweg verlaten

n_{leave} aantal voertuigen die de snelweg verlaten (gemeten op de meetpost op de afrit)

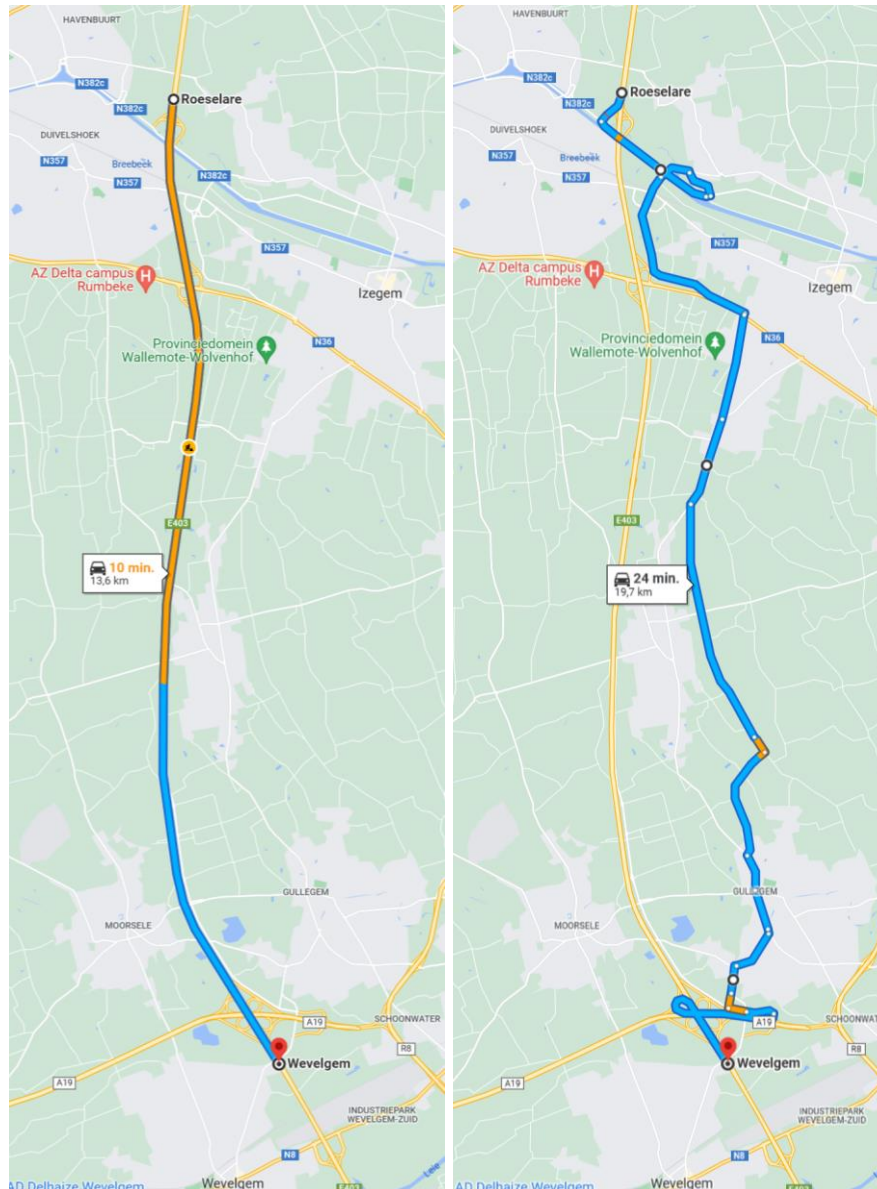
N_{stay} aantal voertuigen die op de snelweg blijven (gemeten op de meetpost net na de afrit).

Wij hebben gemeten of de split-fractie van verlaters groter was tijdens de periode waarin de wegwerkzaamheden plaatsvonden dan de tijd daarvoor of daarna.

Naast de wegwerkzaamheden konden ook andere gebeurtenissen de split-fracties beïnvloeden. Met name begin en einde van vakanties of de toepassing/vrijgave van maatregelen in verband met COVID zouden de splitfracties kunnen beïnvloeden. Daarom werd een controleplaats vastgesteld die dicht genoeg bij het weggedeelte ligt om op de zelfde manier door vakantie en COVID maatregelen beïnvloed te worden en ver genoeg weg om door de wegwerkzaamheden zelf te worden beïnvloed. Als de splitsingsfracties zouden toenemen als gevolg van de wegwerkzaamheden, zouden we verwachten dat die verandering *niet* zou optreden op de controlelocatie. Als de controlelocaties en de wegwerkzaamheden dezelfde veranderingen vertonen, moet het effect worden toegeschreven aan een externe oorzaak.

De verschillen tussen de split-fracties werden met een chi-kwadraat toets en een significantieniveau van 99% statistisch getoetst. Het "streng" niveau van deze toets werd gekozen omdat uit eerdere onderzoeken is gebleken dat met het grote aantal betrokken voertuigen (N=119814) zelfs zeer kleine verschillen statistisch significant worden.

4.5.2 Werf E403 Moorsele richting Doornik



Figuur 30 E403 richting Doornik: normale route met wegenwerken en mogelijke alternatieve route

De normale route volgt de E403 van afrit 7 – Izegem tot voorbij de verkeerswisselaar Moorsele ([Google Maps](#)).

Voor de alternatieve route neemt men afrit 7 – Izegem en komt via de verkeerswisselaar Moorsele weer op de E403 ([Google Maps](#)). Deze alternatieve route passeert niet aan de wegenwerken zelf. De route vermijdt echter niet de volledige file stroomopwaarts van de werken².

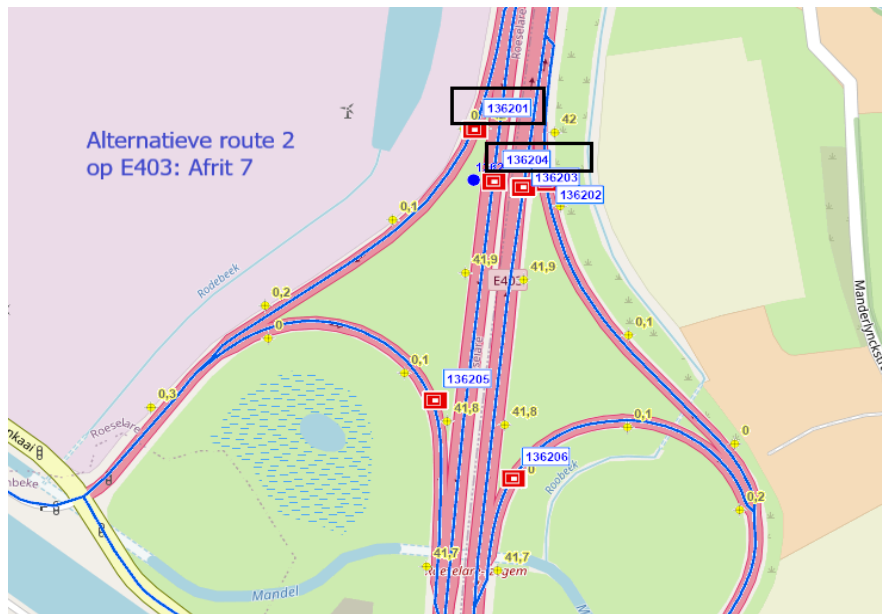
Als controlelocatie werd het op- en afrittencomplex 5 – Wevelgem geselecteerd. Het uitgangspunt daarbij was dat dit complex op dezelfde autosnelweg ligt, verderop in de richting van de wegenwerken en ver genoeg van de wegenwerken om er geen invloed meer van te ondervinden. Afrit 5 is ongeveer 5 km verwijderd van het einde van de wegenwerken.

Figuur 31, 32 en Tabel 6 geven de locaties aan van de meetposten die in Sectie 4.5.2.3 geanalyseerd werden. De werf situeerde zich tussen kmpt 40.7 en kmpt 33.0. Het vertrekpunt van de alternatieve route op afrit 7 bevond zich bij kmpt 42.1. Meetpost 136201 werd gebruikt om n_{leave} te berekenen en meetpost 136204 voor N_{stay} .

² Ook afrit 6 werd onderzocht, waarmee de werken nog ruimer ontweken werden. Hier was er echter nog minder indicatie van sluipverkeer dan op afrit 7.

Tabel 6 Locatie van de meetposten en km-palen aan het begin van de alternatieve route en bij de controle locatie

Beschrijving alternatieve routes	Meetpost nr. gebruikt voor verkeer dat alternatieve route volgt (n_{leave})	Meetpost nr. gebruikt voor verkeer dat standaard route volgt (N_{stay})	kmpt
Alternatieve route via afrit 7 op E403	136201	136204	42.1
Controlelocatie op E403	120102	120105	27.1



Figuur 32 Meetposten op afrit 7 Izegem het begin van de alternatieve route



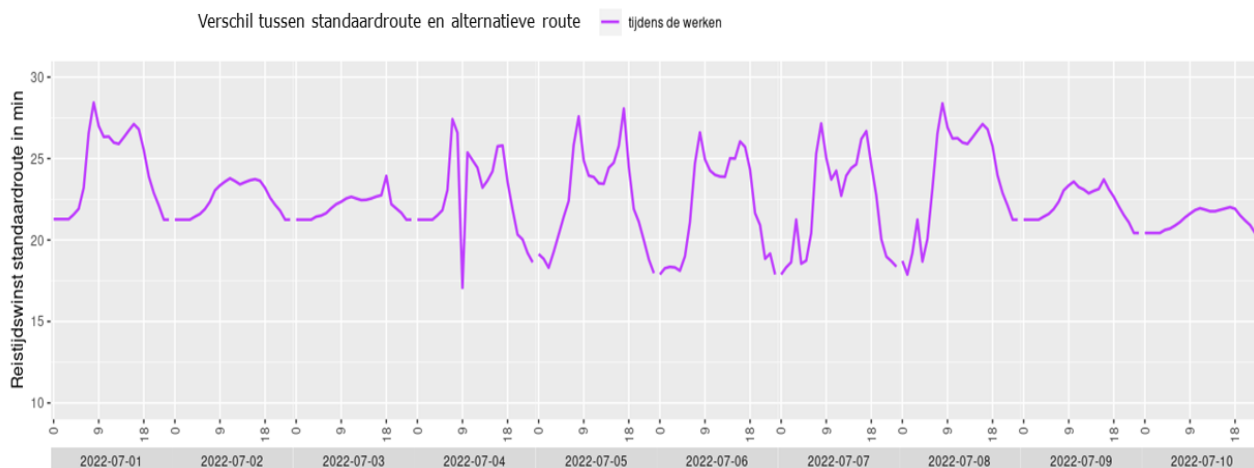
Figuur 31 Meetposten op controlelocatie (op- en afrittencomplex 5 – Wevelgem)

4.5.2.1 Filevorming

Zoals beschreven in sectie 4.5.1.3 hebben we eerst op basis van de event data van het verkeerscentrum bepaald of er file was in verband met de desbetreffende werf. Er waren doorheen de periode van de wegenwerken op de E403 geen vermeldingen van file-events, hetgeen toont dat de werken geen verkeersopstoppen veroorzaakt hebben.

4.5.2.2 Reistijden

De reistijden (in minuten) voor de standaardroute en de alternatieve route werden vergeleken doorheen de hele periode van de werf om na te gaan of tijdens de wegenwerken de reistijd van de alternatieve route langer of korter was dan de reistijd van de standaardroute. Een negatief verschil zou betekenen dat de alternatieve route zou worden voorgesteld aan bestuurders door navigatietools zoals TomTom. In Figuur 33 zien we echter dat het verschil doorheen de hele periode van de werf positief bleef. **Dat wil zeggen dat volgens TomTom het nemen van de kortste alternatieve route toch noch meer dan een kwartier langer zou duren dan op de standaardroute de file te trotseren.**

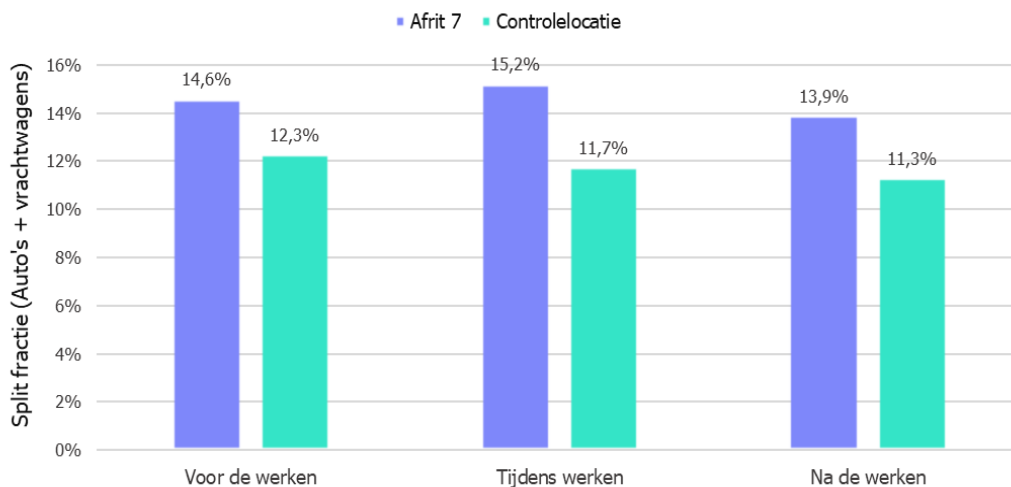


Figuur 33 Verschil in reistijd tussen hoofdroute en alternatieve route voor de E403 in Moorsele

4.5.2.3 Split-fractie

De alternatieve route begint bij Afrit 7. In Figuur 34 werden de split-fracties – het aandeel voertuigen dat de snelweg verlaat - voor, tijdens en na de werken op Afrit 7 vergeleken met die op de controlelocatie. De split-fractie op Afrit 7 ligt tijdens de werken hoger dan **daarvoor**, terwijl de controle locatie een tegenovergestelde tendentie toont. Dit zou een indicatie van sluipverkeer kunnen zijn. Beide verschillen zijn echter statistisch niet significant.

Het verschil tussen de werken en de periode **daarna** is wel significant. Zowel op Afrit 7 ($\chi^2=49,953$; p-waarde $<0,01$) als op de controle locatie ($\chi^2=53,103$; p-waarde $<0,01$) neemt de split-fractie af. Aangezien het effect zich in dezelfde mate voordoet op Afrit 7 als op de controle locatie, gaan we er niet van uit dat de dalende split-fractie na de werken een indicatie van sluipverkeer tijdens de werken was.



Figuur 34 Aandeel-split fractie op Afrit 7 en controlelocatie voor, tijdens en na de werken

4.5.2.4 Conclusie E403

Op de werf E403 is er weinig sprake van file. De reistijden op de hoofdroute blijven dan ook steeds tenminste 15 minuten sneller dan die via de snelste alternatieve route. De analyse van de voertuigen die de snelweg verlaten of erop rijden geven geen duidelijke indicatie van sluipverkeer, de veranderingen tussen de periode voor de werken en de werken zelf zijn niet significant en de afname van de split-fractie na de werken is in dezelfde mate op Afrit 7 en op de controle locatie te observeren. Er is dus geen indicatie dat het fenomeen "sluipverkeer" bij deze werken een rol gespeeld heeft.

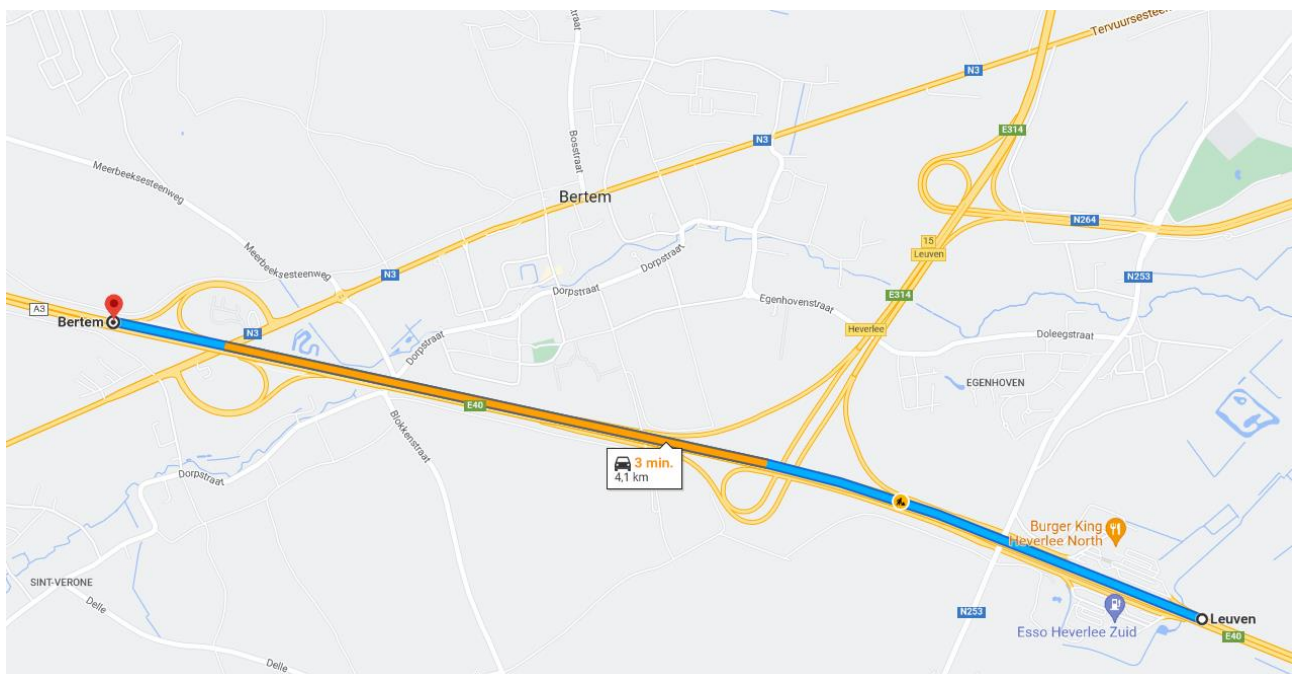
4.5.3 Werf E40 Bertem richting Brussel

De werf bevond zich op de E40 bij Bertem tussen km post 16.2 en 18.0 in richting Brussel. Bij deze werf waren er een aantal alternatieve routes mogelijk via de snelwegparking Heverlee en/of de E314 op en af of de E314 en de N3. Snelwegparking Heverlee, waar de eerste alternatieve route begon was bij km post 19,9 en de andere routes begonnen met de oprit naar de E314 bij km post 19,1.

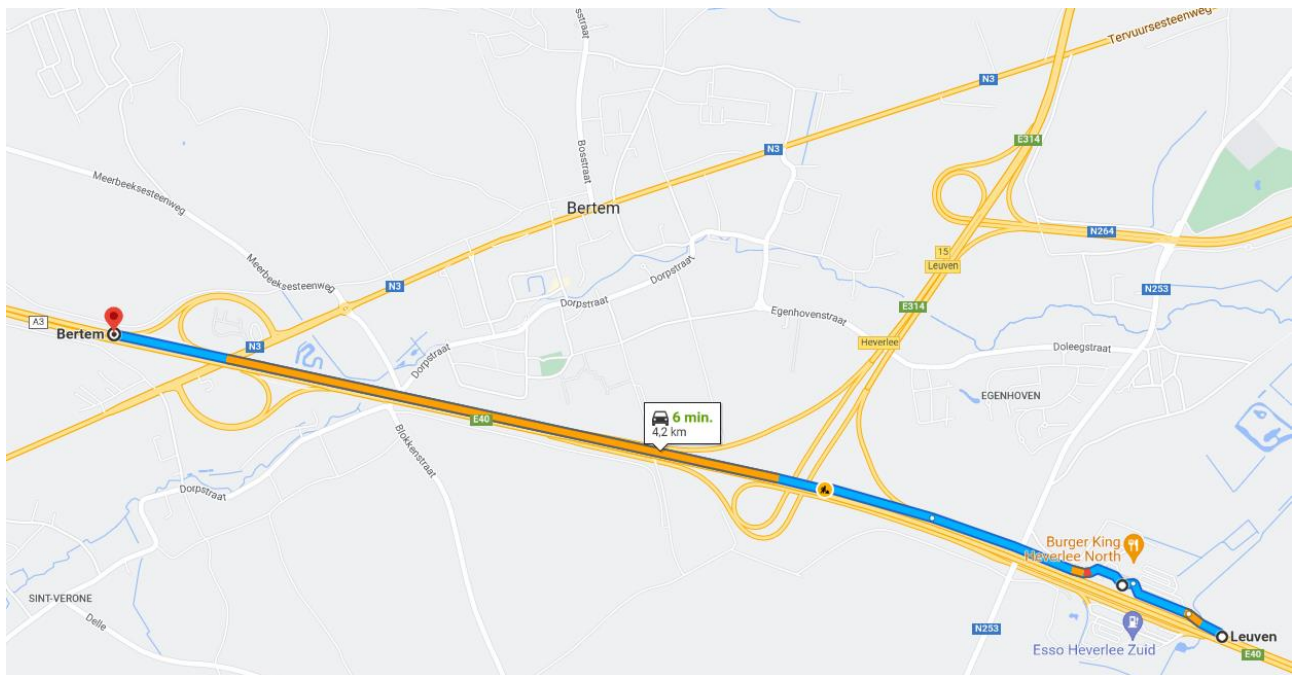
Hierbij moet opgemerkt worden dat de route via afrit Heverlee en afrit 15 Leuven, niet enkel op bepaalde momenten tijds winst oplevert voor het verkeer richting Brussel, maar ook de aangeduide route is voor verkeer van de E40 en met bestemming afrit Bertem. De afrit Bertem was tijdens de werken immers niet bereikbaar vanop de snelweg voor dat verkeer. Een versterkt gebruik van deze afrit kan dus op sluipverkeer wijzen, maar ook door andere activiteiten verklaard worden.

Als controlelocatie werd het op- en afrittencomplex 23 – Haasrode geselecteerd. De wegenwerken beginnen ongeveer 5 km voorbij oprit 23. Het uitgangspunt daarbij was dat dit complex op dezelfde autosnelweg ligt, voorafgaand aan de wegenwerken en ver genoeg van de wegenwerken om er geen invloed meer van te ondervinden. Dat de afrit Haasrode betrokken is bij sluipverkeer is onwaarschijnlijk, aangezien dat er van daaruit geen snelle alternatieven zijn om voorbij het knooppunt Heverlee te geraken.

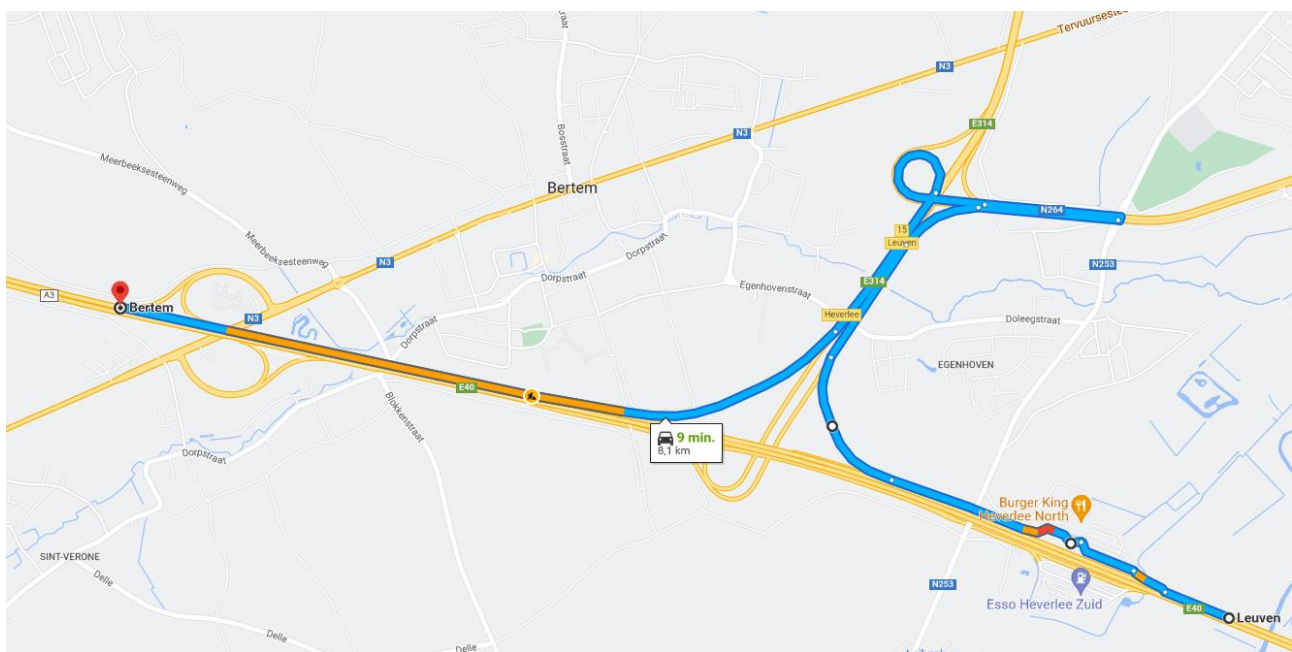
Figuur 35 tot Figuur 38, geven de locatie van de werkzaamheden en de verschillende routes (standaard route en verschillende alternatieven) weer. Tabel 7 geeft de locatie van de meetposten voor de analyse van de split-fracties gebruikt werden, en Figuur 39 tot 41 geven deze meetposten op een kaart weer.



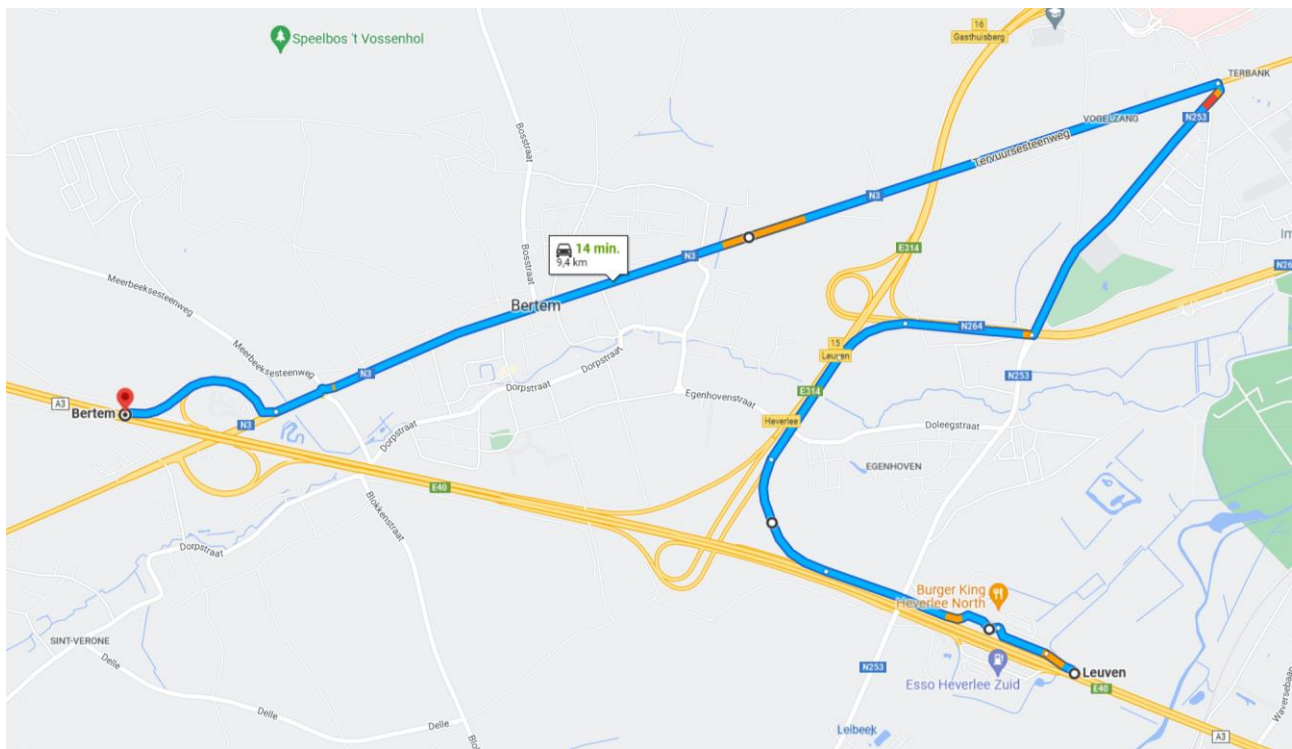
Figuur 35 E40 richting Brussel: normale route langs de wegenwerken ([Google Maps](#))



Figuur 36 E40 richting Brussel: alternatieve route via snelwegparking Heverlee ([Google Maps](#))



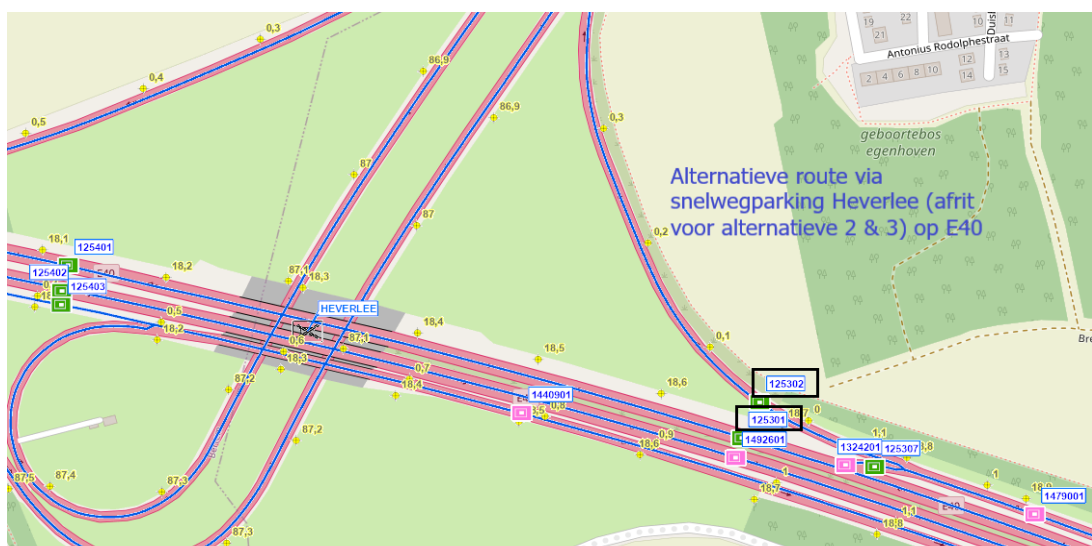
Figuur 37 E40 richting Brussel: alternatieve route via snelwegparking Heverlee en E314 ([Google Maps](#))



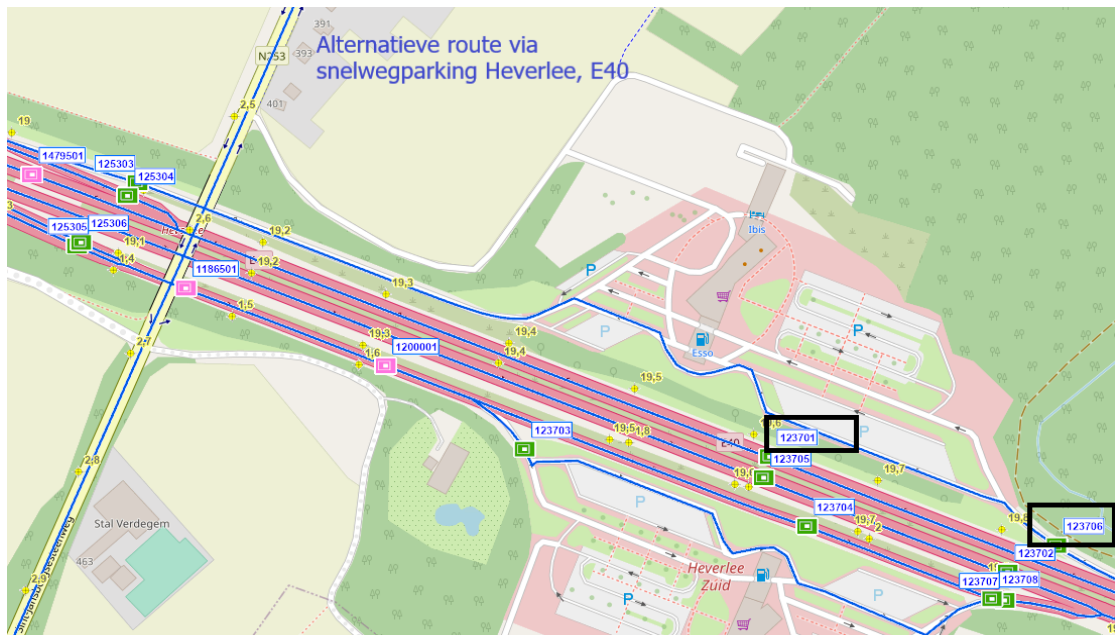
Figuur 38 E40 richting Brussel: alternatieve route via snelwegparking Heverlee, E314 en N3 ([Google Maps](#))

Tabel 7 Positie van de meetposten voor Werf E40 Bertem richting Brussel

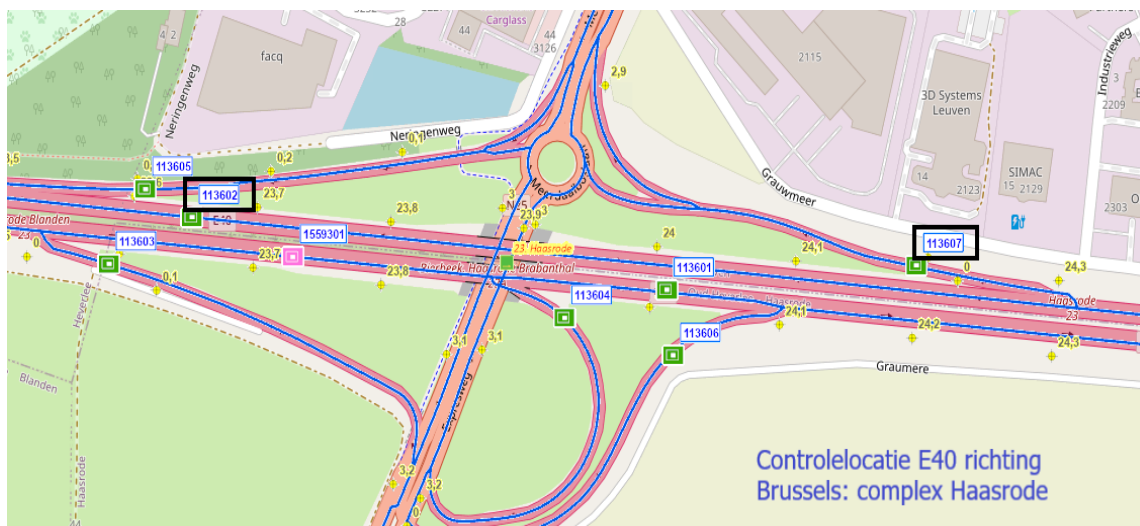
Beschrijving alternatieve routes	Meetpost nr. gebruikt voor verkeer dat alternatieve route volgt (n_{leave})	Meetpost nr. gebruikt voor verkeer dat standaard route volgt (N_{stay})	kmpt
Alternatieve route via snelwegparking Heverlee, E40	123706	123701	19.9
Alternatieve route via snelwegparking Heverlee (afrit voor alternatieve route 2 & 3), E40	125302	125301	19.1
Controlelocatie E40 richting Brussel: complex Haasrode	113607	113602	24.3



Figuur 39 Meetposten op alternatieve route via snelwegparking Heverlee en E314 en via snelwegparking Heverlee, E314 en N3



Figuur 40 Meetposten op alternatieve route via snelwegparking Heverlee



Figuur 41 Meetposten op controlelocatie (op- en afrittencomplex 23 – Haasrode)

4.5.3.1 Filevorming

Eerst hebben we op basis van de event data van het verkeerscentrum bepaald of er file was in verband met de werf E40 Bertem. Het verkeerscentrum geeft voor elke km post en elke minuut aan of er file was of niet. Tabel 8 geeft voor elke km post voor elk uur het percentage van de minuten met file aan. Het veld voor 9:00 bij meetpost 17,2 geeft bijvoorbeeld aan dat er tussen 6:00 en 7:00 bij km post 17,2 (dus ongeveer halverwege de werkzone) in 9% van de tijd sprake van filevorming was.

De analyse toont dat er vooral tussen 10:00 en 15:00 maar ook tussen 17:00 en 18:00 sprake van filevorming was. In deze tijdsintervallen vormde zich file in de helft van de tijd vanaf 1 km stroomopwaarts van der werken.

We kunnen dus concluderen dat de filevorming stroomopwaarts relatief beperkt gebleven is. Op het begin van de geselecteerde alternatieve routes begon de file pas – en dit ook enkel tussen 6:00 en 9:00 en slechts in 20 – 40% van de tijd.

Tabel 8 Werf E40 Bertem richting Brussel: percentage van minuten met verkeersopstoppen per km post en uur van de dag

kmpt nummer uur v/d dag	Werf E40 kmpt 16.2 tot kmpt 18.0							Afrit voor alt. 2 & 3		Alt. route via snelwegparking Heverlee							
	15,9	16,1	16,5	17,2	17,6	17,9	18,1	18,4	18,8	19,1	19,3	19,9	20,2	20,6	21,1	21,6	22,1
03	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
04	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
05	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
06	0%	0%	0%	9%	37%	37%	37%	36%	32%	21%	15%	11%	4%	1%	0%	0%	0%
07	0%	0%	1%	24%	47%	47%	47%	47%	46%	40%	36%	29%	17%	10%	6%	2%	0%
08	0%	0%	0%	26%	47%	47%	47%	47%	45%	35%	29%	24%	15%	10%	5%	2%	0%
09	0%	0%	0%	17%	49%	49%	49%	48%	45%	27%	14%	9%	3%	0%	0%	0%	0%
10	0%	0%	0%	22%	57%	57%	57%	56%	52%	16%	6%	4%	1%	0%	0%	0%	0%
11	0%	0%	0%	21%	61%	61%	61%	60%	53%	17%	5%	3%	1%	0%	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%	18%	65%	65%	65%	64%	49%	9%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
13	0%	0%	0%	15%	65%	65%	65%	64%	45%	7%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
14	0%	0%	0%	14%	62%	63%	62%	59%	35%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
15	0%	0%	0%	11%	54%	54%	54%	49%	27%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
16	0%	0%	0%	8%	49%	49%	49%	44%	28%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
17	0%	0%	0%	9%	60%	60%	60%	57%	35%	6%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
18	0%	0%	1%	7%	57%	57%	57%	55%	33%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
19	0%	0%	0%	4%	30%	30%	30%	28%	10%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20	0%	0%	0%	3%	11%	11%	11%	9%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
21	0%	0%	0%	2%	7%	7%	7%	5%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
22	0%	0%	0%	2%	5%	5%	4%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
23	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

4.5.3.2 Reistijden

Het verschil in reistijd werd berekend om na te gaan of tijdens de wegenwerken op de E40 in Bertem (standaard route) de reistijd (in minuten) van de snelste alternatieve route positieve was. Een negatief verschil zou betekenen dat de alternatieve route werd voorgesteld door navigatietools zoals TomTom. De reistijd is de door TomTom voorspelde reistijd voor de routes in Figuur 35 (standaard route) en Figuur 36 (snelste alternatieve route) en ze werd verkregen uit de TomTom backend.

Het verschil in reistijd tussen de standaard route en alternatieve route was altijd positief voor de E40 in Bertem. In de periode van de wegenwerken was er geen enkel moment waarop het verschil in reistijd tussen de standaard en alternatieve route negatief was. De standaardroute bleef dus op elk moment de snelste route (12-13,5 minuten sneller), en de alternatieve routes werden ook niet voorgesteld door navigatietools zoals TomTom. De groene lijn in Figuur 42 geeft aan dat de standaardroute 12 tot 13 minuten sneller was dan de alternatieve route tijdens de werken. De blauwe lijn geeft hetzelfde aan maar op basis van historische reistijdgegevens (dus vóór de werken). De winst om op de standaardroute te blijven was dus tijdens de werken iets minder groot dan anders, maar toch was er op geen enkel moment een winst te boeken door een alternatieve route te kiezen.

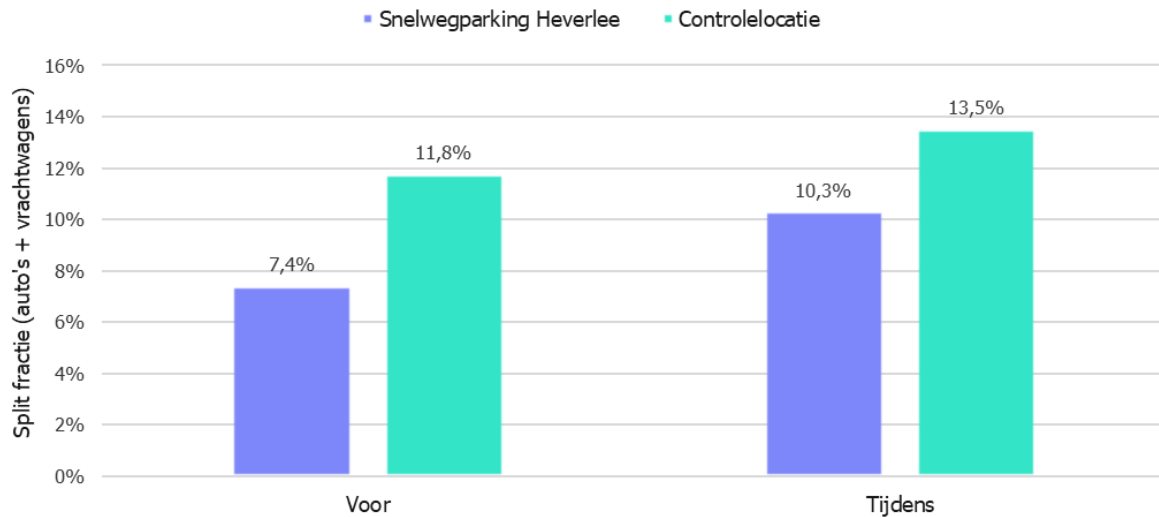


Figuur 42 E40: Reistijdswinst van de standaard route tegenover de snelste alternatieve route in minuten. Een positieve waarde betekent dat de standaardroute sneller is

4.5.3.3 Split-fracties

Om te onderzoeken of automobilisten effectief de snelweg verlieten en een sluiproute pakten werd de split-fractie (het aandeel bestuurders die de snelweg verlieten of erop reden) aan het begin van de alternatieve route tijdens de werken vergeleken met die daarvoor. Voor de periode daarna waren geen gegevens beschikbaar.

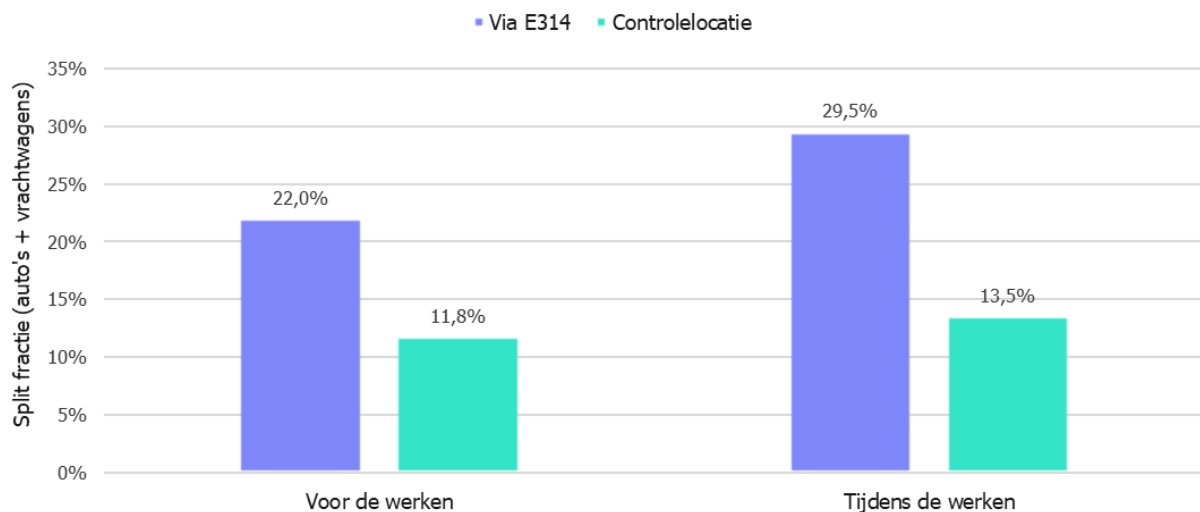
Op de **snelwegparking Heverlee** is het aandeel verkeer dat de normale route verlaat tijdens de periode van wegenwerken 2,9 % hoger dan voor deze periode (Figuur 43). Ook op de controlelocatie werd tijdens de werken een stijging van de split-fractie vastgesteld. Met 1,7% was de stijging van een vergelijkbare orde van grootte als bij het begin van de alternatieve route. Uit de resultaten van de statistische toets blijkt dat beide split-fracties tijdens de werken, significant verschilden van deze voor de werken (alternatieve route: $\chi^2=5547,5$; p-waarde < 0,01; controle locatie: $\chi^2=825$; p-waarde < 0,01). Aangezien we dezelfde ontwikkeling op de controle locatie vaststellen als op het begin van de alternatieve route, duidt dit resultaat niet noodzakelijk op sluipverkeer.



Figuur 43 Aandeel split fractie op alternatieve routes via snelwegparking Heverlee en controlocatie voor en tijdens de werken

De afrit van de normale route is voor de alternatieve routes 2 (snelwegparking Heverlee en E314) en 3 (snelwegparking, E314 en N3) dezelfde. Daarom is het aandeel sluipverkeer enkel voor deze afrit berekend (Figuur 44). Voor beide alternatieve routes is het aandeel verkeer dat de normale route verlaat 7% hoger tijdens de periode van wegenwerken, vergeleken met de periode voor de wegenwerken. Dit verschil is statistisch significant ($\chi^2=14068$; p-waarde $<0,01$).

Er moet worden opgemerkt dat de route via afrit Heverlee en afrit 15 Leuven niet enkel kon dienen als sluiproute voor het verkeer richting Brussel, maar ook de aangeduide route is voor verkeer van de E40 en met bestemming afrit Bertem. De afrit Bertem was tijdens de werken immers niet bereikbaar vanop de snelweg. De toename van het aandeel verkeer dat via afrit 15 Leuven rijdt laat dus niet toe om te concluderen of het wel of niet om sluipverkeer gaat.



Figuur 44 Aandeel split fractie op alternatieve routes via snelwegparking Heverlee en E314, snelwegparking, E314 en N3 en controlocatie voor en tijdens de werken

4.5.3.4 Conclusie E40

De werven op de proeflocaties gingen niet gepaard met significante filevorming. Daardoor is het niet mogelijk gebleken om afdoende kwantitatieve inzichten te bekomen in de mate van sluipverkeer in situaties met aanzienlijke congestie op de hoofdbaan. Er was sprake van substantiële filevorming tijdens de werken. Doorheen de dag was er vaak file van 6 tot 18 uur, en het meest op het midden van de dag. Op de meeste momenten begon de file pas na de afrit voor de hier onderzochte alternatieve routes maar in de ochtend waren er enkele momenten waar de file al voor de afrit voor de snelwegparking Heverlee (alternatieve route

1) begon. Desondanks toont een analyse van de door TomTom voorspelde reistijd dat het gebruik van een alternatieve route geen tijdswinst oplevert. Op de af- en opritten die met de snelste alternatieve route geassocieerd zijn zien we dat meer automobilisten de snelweg verlieten bij het begin van een mogelijke alternatieve route, dit kan echter ook toe te wijzen zijn aan de anders moeilijke bereikbaarheid van Leuven en Bertem door de werken zelf.

We willen nogmaals benadrukken dat de wijze waarop de werf op de E40 werd uitgevoerd atypisch was. Normaal zou deze werf beschermd worden met een afschermende constructie. Om echter waarnemingen te kunnen doen van een werf met een rijstrookbrede veiligheidszone, en dit gedurende een langere periode zonder daarbij al te veel congestie richting Brussel te veroorzaken, werd geopteerd voor de aanleg van doorsteken door de middenberm en een spookstrook. In die zin is de situatie dus niet wat er in de praktijk doorgaans zou gebeuren bij het toepassen van een rijstrookbrede veiligheidszone. Het doel was hier echter om voldoende lang te kunnen monitoren wat er op en rond de veiligheidszone gebeurt.

4.5.4 Werf E314 Boorseme

Er zijn geen lussen in de werfzone aanwezig en er zijn geen alternatieve routes mogelijk om deze werfzone te vermijden wegens de fysieke barrièrevorming van de Maas. Daarom zijn er geen verkeersgegevens te analyseren voor deze werf.

Conclusie 4.5 Analyses sluipverkeer:

- **De werven op de proeflocaties gingen niet gepaard met significante filevorming. Daardoor is het niet mogelijk gebleken om afdoende kwantitatieve inzichten te bekomen in de mate van sluipverkeer in situaties met aanzienlijke congestie op de hoofdbaan.**
- **Geen indicatie voor sluipverkeer op de werf E403 (weinig congestie) en E314 (geen alternatieven)**
- **Sluipverkeer kan niet uitgesloten worden op de werf bij de E40 richting Brussel**
- **Sluipverkeer kan toenemen**
 - o **Indien er realistische, zinvolle alternatieve routes zijn**
 - o **Bij toenemende filelast**
 - o **Bij langer durende werven (leereffect)**

4.6 Analyse gereden snelheden

4.6.1 Methode

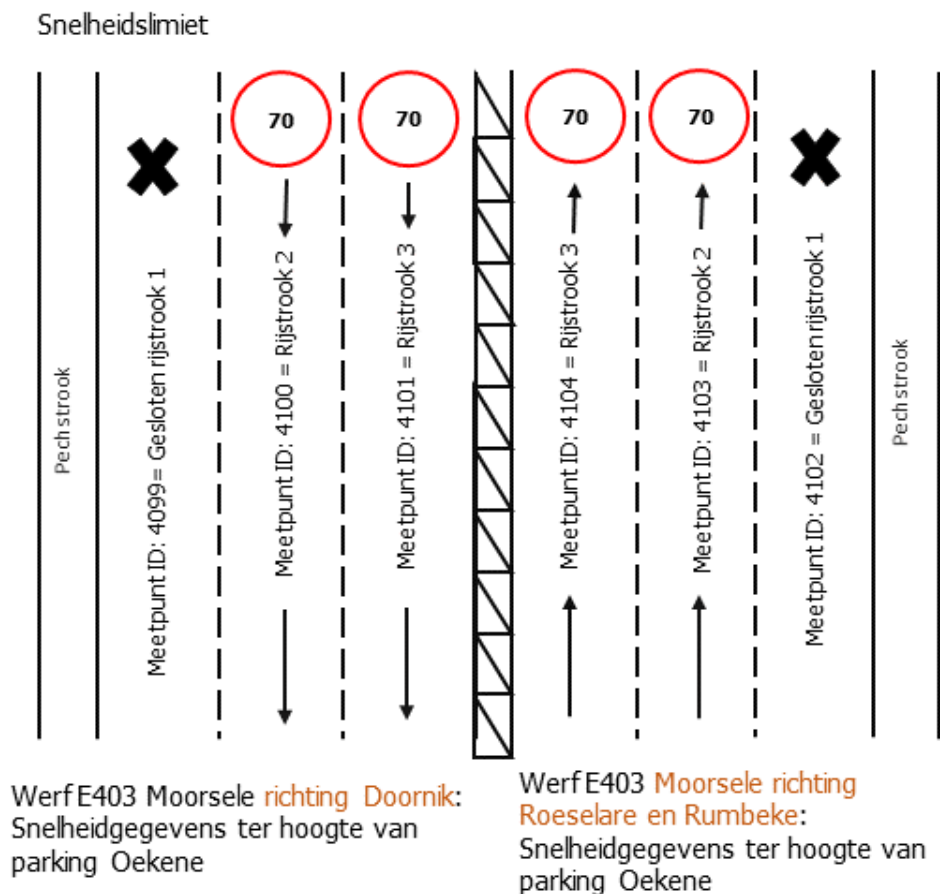
De snelheidsgegevens van de inductielussen werden gebruikt om het 85^e percentiel (V85) van de snelheid van alle voertuigen die tijdens de wegwerkzaamheden passeren te meten. De V85 wordt doorgaans gedefinieerd als de snelheid door 85% van alle voertuigen respecteren zonder omstandigheden, zoals file, die de snelheid beperken (Finkelstein, 2016). Overeenstemmend met de internationale praktijk (Finkelstein, 2016), werd de V85 van auto's en vrachtwagens werd gecombineerd omdat de algemene snelheidslimiet tijdens de wegwerkzaamheden voor beide 70 km/uur bedroeg.

De selectie van de locaties was bepaald door de ligging van de detectielussen en hun functioneren. Voor de werven op de E314 bij Boorseme en op de R0 bij Groenendaal zijn geen snelheidsgegevens beschikbaar aangezien de detectielussen werden uitgeschakeld of beschadigd. Door de beperkte beschikbaarheid van snelheidsgegevens kunnen de hieronder gemaakte uitspraken niet noodzakelijk veralgemeend worden. Voor sommige wegen waren slechts voor enkele dagen gegevens beschikbaar. Voor deze wegen is de V85-verdeling voor alle beschikbare dagen weergegeven. Voor de wegen waar de wegwerkzaamheden langer dan een maand duurden, is de V85 voor één maand weergegeven.

De V85 wordt op twee manieren weergegeven: op dagbasis (gemiddelde van alle uren) om de ontwikkeling doorheen de maand aan te geven en op uurbasis voor één representatieve week om de variatie tussen dag en nacht en door de week heen te tonen.

4.6.2 E403 Moorsele

Figuur 45 toont de indeling van de E403 ter hoogte van de wegwerkzaamheden. De werf zelf bevond zich op Rijstrook 1 in richting Doornik ter hoogte van parking Oekene. Ook in de tegengestelde rijrichting van de werken (Moorsele richting Roeselare) was de rechterrijstrook op dat moment afgesloten wegens de slechte toestand van het wegdek, in afwachting van structureel onderhoud. De snelheden zijn daarom in beide rijrichtingen geanalyseerd.

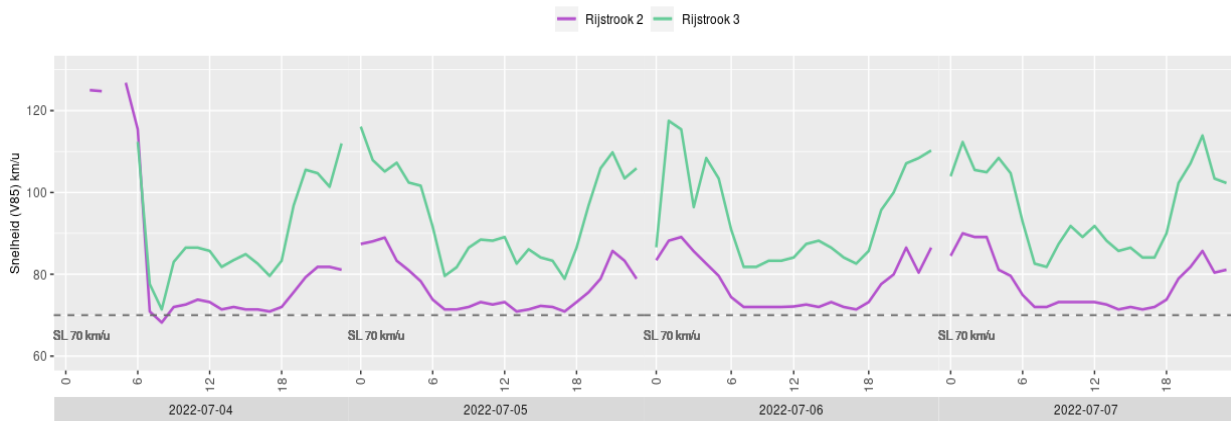


Figuur 45 Schematische lay-out Werf E403 met pechstroken, rijstroken, door werken ingenomen rijstroken, meetpunten en snelheidslimieten. Noot: de verticale uitlijning van dit schema komt niet noodzakelijk overeen met de normale Noord-zuid uitlijning.

4.6.2.1 Rijrichting Moorsele (kant van de werf)

In Figuur 46 worden de V85 per uur voor de twee rijstroken die langs de werken lopen weergegeven gemeten ter hoogte van de parking Oekene. Beide lijnen liggen hoger dan de snelheidslimiet die door de gestreepte blauwe lijn gemarkeerd is, toch ligt de lijn voor Rijstrook 2 er tussen 6 en 18 uur nauwelijks boven. Dat wil zeggen dat overdag op rijstrook 2 doorgaans niet meer dan 15% van de bestuurders sneller reden dan de limiet. 's Nachts en op de tweede rijstrook lag de V85 wel duidelijk hoger dan de snelheidslimiet.

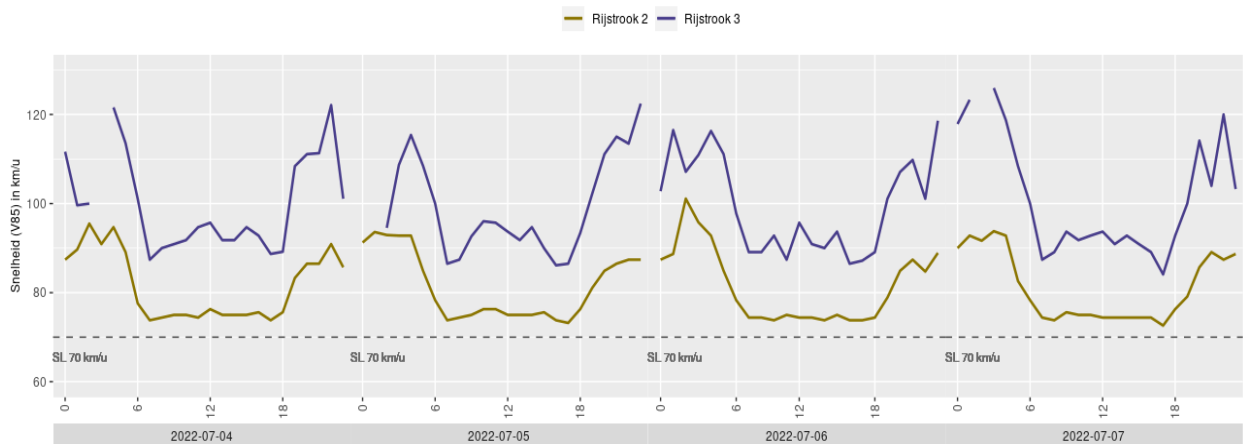
Overdag werd de snelheidslimiet op rijstrook 2 min of meer gerespecteerd (gemiddelde V85 = 73 km/u). 's Nachts lag de V85 echter 20 km/u boven de snelheidslimiet. Op rijstrook 3 bedroeg de gemiddelde V85 overdag (6 – 18u) 85 km/u en – 15 km/u meer dan toegelaten – en 's nachts (18 – 6u) zelfs 107 km/u – 37 km/u meer dan toegelaten.



Figuur 46 V85 per uur en per dag ter hoogte van parking Oekene richting Moorsele. SL=snelheidslimiet

4.6.2.2 Rijrichting Roeselare (tegenrichting)

Ook op de tegenoverliggende kant was de snelheidslimiet 70 km/u. De rijstrook was er afgesloten in afwachting van structureel onderhoud, maar de signalisatie en de afsluiting van de rijstroken waren nog steeds van toepassing. Figuur 47 toont de V85 voor dezelfde 4 dagen als in Figuur 46, namelijk de dagen van de wegwerkzaamheden in de andere richting. Voor rijstrook 2 ligt de V85 overdag (6.00 - 18.00 uur) net boven de snelheidslimiet van 70 km/u. Nachts na 18:00 uur ligt de V85 per uur echter bij 88 km/u 's. Voor rijstrook 3 ligt de V85 overdag al bij 91 km/u 's nachts zelfs boven de 110 km/u. De V85 op rijstrook 2 op de E403 richting Roeselare lag dus overdag ongeveer 5 km/u boven de snelheidsbeperking en 's nachts 18 km/u. Op rijstrook 3 werd de V85 overdag ongeveer 21 km/u en 's nachts na 18.00 uur 40 km/u boven de toegestane maximumsnelheid waargenomen.



Figuur 47 V85 per uur en per dag ter hoogte van parking Oekene richting Roeselare. SL=Snelheidslimiet.

4.6.2.3 Conclusie Snelheid E403

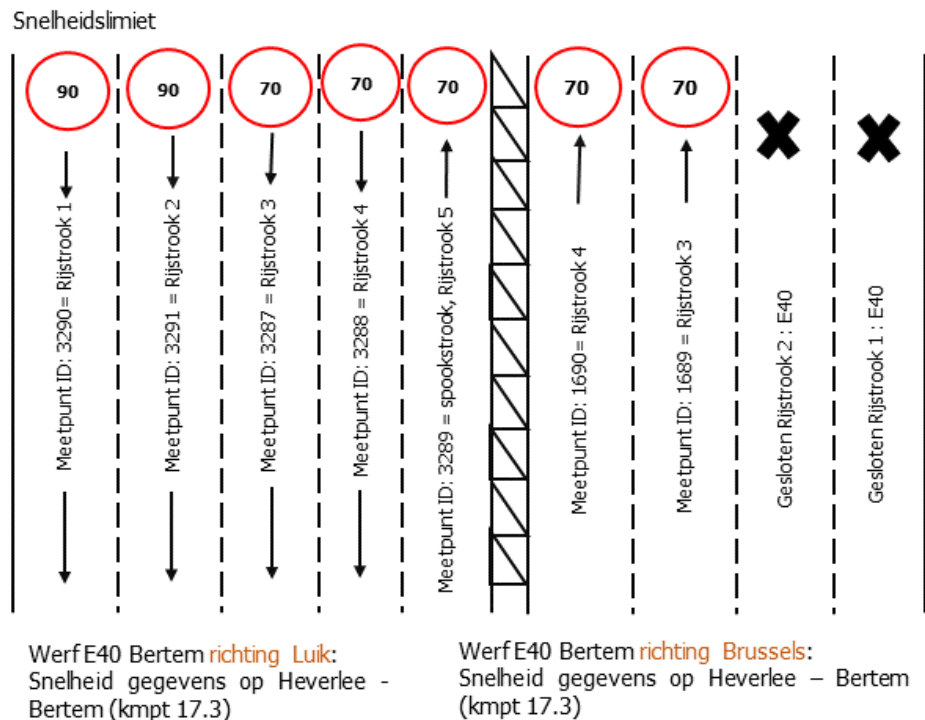
Overdag was de V85 op de *rechterrijstrook* min of meer in lijn met de snelheidslimiet (of maximaal 7% daarboven). Op de *linkerrijstrook* daarentegen lag de V85 20 á 30% boven de limiet. *Nachts* waren de snelheden een stuk hoger met een V85 op de *rechterrijstrook* die ongeveer 30% boven de limiet lag en op de *linkerrijstrook* de limiet met 50 á 60 percent overschreed.

4.6.3 E40 Bertem

De wegingdeling ter hoogte van de werken op de E40 is weer gegeven in Figuur 48. Rijstroken 1 en 2 (richting Brussel) waren afgesloten in verband met de werken. In de tegengestelde richting van de wegwerkzaamheden werd één van de rijstroken afgesloten voor het verkeer richting Luik en toegevoegd als extra rijstrook in de richting van Brussel. Het totaal aantal rijstroken in de richting Luik werd daardoor teruggebracht van 5 naar 4

rijstroken. Rijstrook 1 en 2 waren daarbij voorsorteerstroken om de E314 op te rijden, terwijl het verkeer op de rijstroken 3 en 4 verder op de E40 bleef. Dat betekent dat de vier rijstroken zich opdeelden in twee rijstroken met traag verkeer (namelijk rijstroken 1 en 3), en twee rijstroken met snel verkeer (namelijk rijstroken 2 en 4).

De snelheidslimiet in richting Brussel (dus op de kant van de werf) werd tijdens de werkzaamheden teruggebracht naar 70 km/u. Dit geldt ook voor een deel van de rijstroken op de tegenoverliggende kant, namelijk voor de spookstrook (rijstrook 5) en voor de twee rijstroken daarnaast (3 en 4). Op rijstroken 1 en 2 was de snelheidslimiet 90 km/u.



Figuur 48 Schematische lay-out Werf E40 met rijstroken, door werken ingenomen rijstroken, meetpunten en snelheidslimieten. Noot: de verticale uitlijning van dit schema komt niet noodzakelijk overeen met de normale Noord-zuid uitlijning.

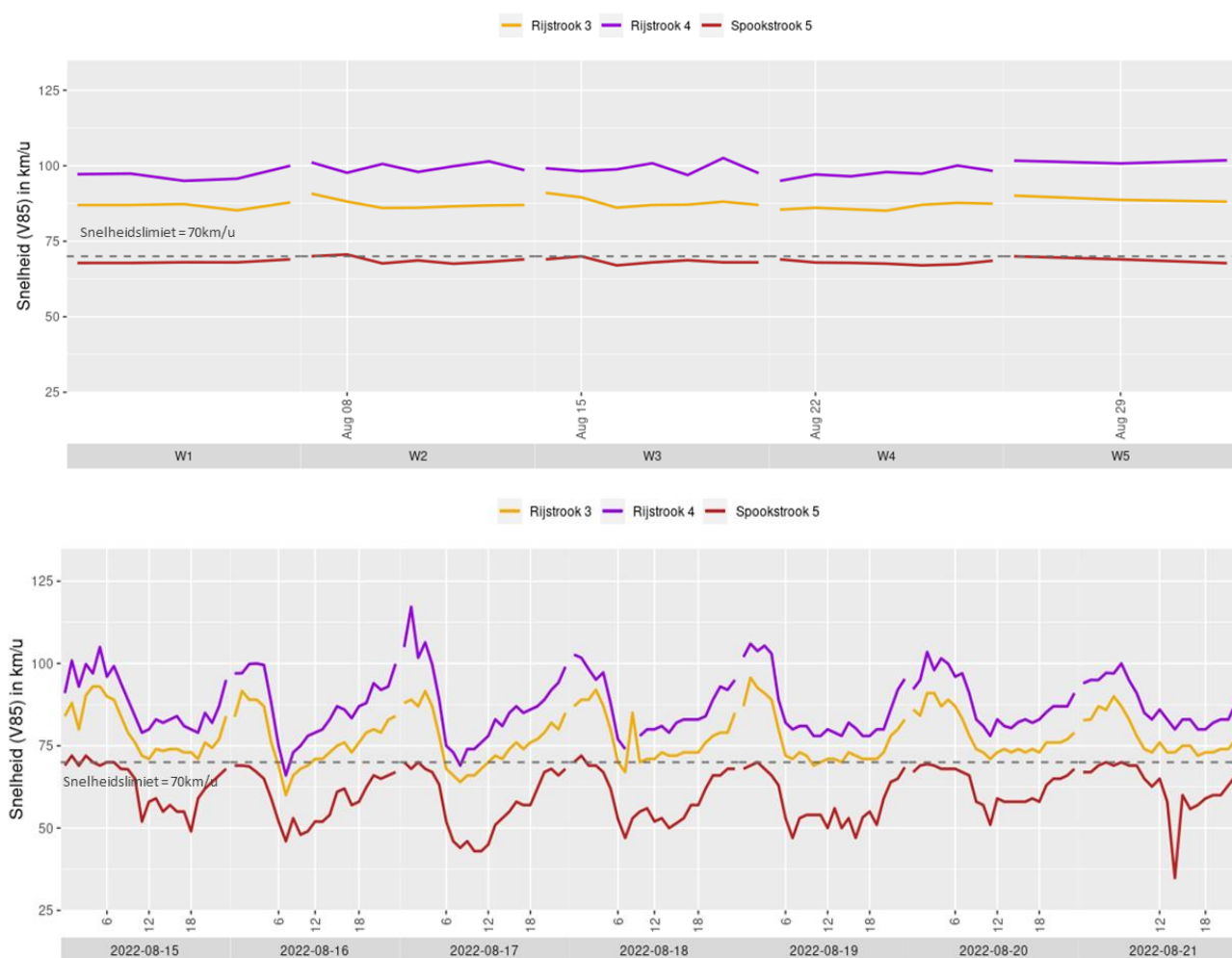
4.6.3.1 Rijrichting Brussel (kant van de werf)

Figuur 49 toont de verdeling van de V85 in Bertem (kilometer 17.3, ongeveer halverwege van de werf) in de richting van Brussel. De V85 op rijstrook 3, de rijstrook naast de werkzone bedraagt gemiddeld 77 km/u, bij een variatie tussen 60 en 87 km/u. Op rijstrook 4 bedraagt deze gemiddeld 87 km/u, bij een variatie tussen 77 en 100 km/u. De V85 op rijstrook 5 – de spookstrook – bedroeg gemiddeld 60 km/u en varieerde tussen 46 en 70 km/u. Overdag bleef de V85 duidelijk onder de snelheidslimiet (55 km/u). Na 18u steeg de V85 tot 67 km/u. De lagere snelheden op de spookstrook kunnen te maken hebben met de korte afstand tussen de doorsteek (kmpt 17.5) en het meetpunt (kmpt 17.3).

Het bovenste panel van Figuur 49 toont de V85 per dag over de hele maand heen. Er is doorheen de maand geen noemenswaardige ontwikkeling in de gereden snelheden. Voor een detail analyse toont het onderste panel van Figuur 49 de V85 per uur tijdens de week van 15 tot 21 Augustus. De gemiddelde V85 voor deze week is gelijk aan het gemiddelde voor de gehele maand augustus. De week kan dus als representatief voor de hele periode beschouwd worden.

Voor rijstrook 3 is de V85 overdag (6:00-18:00) rond 73 km/u maar na 6 uur 's avonds neemt de V85 toe tot 83 km/u. Op rijstrook 4 bedraagt de gemiddelde snelheid 82 km/u overdag en tot gemiddeld 94 km/u 's nachts na 18.00 uur. Op rijstrook 3 werd overdag dus meestal V85 waargenomen volgens de snelheidslimiet. 's Nachts ligt hij echter bijna 13 km/u boven de maximumsnelheid. Op rijstrook 4 ligt hij 's nachts gemiddeld meer dan 24 km/u boven de maximumsnelheid en overdag ongeveer 12 km/u boven de maximumsnelheid. De V85 op

de spookstrook (rijstrook 5) bedroeg overdag ongeveer 56 km/u, maar na 6 uur 's avonds nam de V85 toe tot 66 km/u. De hele dag bleef de V85 dus onder de snelheidslimiet van 70 km/u.



Figuur 49 V85 per dag op maandbasis (boven) en per uur op weekbasis (onder) in de richting van Brussel ter hoogte van de wegenwerken op de E40 in Bertem

4.6.3.2 Rijrichting Luik (tegenrichting van de werf)

Figuur 50 toont de verdeling van de V85-snelheid op de zelfde plaats in rijrichting Luik. Op de tegenoverliggende kant van de wegwerkzaamheden werd één van de rijstroken afgesloten voor het verkeer richting Luik en toegevoegd als extra rijstrook in de richting van Brussel.

Er blijven dus 4 rijstroken over in de tegenrichting van de wegwerkzaamheden. De maximumsnelheid voor rijstrook 1 en 2 was 90 km/u. Voor rijstrook 3 en 4 was de maximumsnelheid vastgesteld op 70 km/u.

Wederom toont het bovenste paneel van Figuur 50 de V85 per dag en het onderste paneel de V85 per uur. Gemiddeld was de V85 *per dag* voor rijstroken 1 en 3 96 km/u, bij rijstrook 2 was dit 100 km/u en bij rijstrook 4 110 km/u.

Figuur 50 (onder) geeft de V85 per uur aan tijdens de week van 15 tot 21 Augustus. Op rijstrook 1 werd de maximumsnelheid over dag gerespecteerd en bedroeg de V85 87 km/u wat 3 km/u minder is dan de maximumsnelheid, terwijl 's nachts bijna 3 km/u boven de maximumsnelheid werd gereden. Op rijstrook 2 was de gemiddelde V85 5 km/u hoger dan toegelaten en 's nachts zelfs ongeveer 12 km/u hoger dan toegelaten. Rijstrook 3 en 4 lagen consequent boven de maximumsnelheid. De V85 op rijstrook 3 bedroeg overdag bijna 87 km/u, wat ongeveer 17 km/u boven de maximumsnelheid is en 's nachts 94 km/u, ongeveer

24 km/u boven de maximumsnelheid. De V85 op rijstrook 4 lag overdag boven de 99 km/u, wat neerkomt op 29 km/u boven de maximumsnelheid. 's Nachts nam dit verschil toe tot bijna 36 km/u.

De gelijkaardige rij snelheden op de rijstroken 1 en 3 enerzijds en rijstroken 2 en 4 anderzijds worden verklaard



Figuur 50 V85 per week op maandbasis (boven) en per uur per dag op weekbasis (onder) in de richting van Luik ter hoogte van de wegenwerken op de E40 in Bertem

door de verschillende bestemmingen van de rijstroken. De rijstroken 1 en 2 gaan richting Leuven en Aarschot. De samenstelling van het verkeer (lees: groot aandeel vrachtwagens) is daardoor gelijkaardig op de rijstroken 1 en 3. De snellere personenwagens zijn vooral op de rijstroken 2 en 4 te vinden.

4.6.3.3 Conclusie Snelheid E40

Op de kant van de werf was de V85 overdag op de langzame rijstrook (met een groot aandeel vrachtwagens) min of meer in overeenstemming met de maximumsnelheid (+3%), terwijl de V85 op de snelle rijstrook (met enkel personenwagens) bijna 20% boven de limiet lag. Nachts lagen de snelheden veel hoger dan de maximumsnelheid, namelijk 14% hoger op de langzame rijstrook en 34% op de snelle rijstrook. Overdag was de V85 21% lager dan de snelheidslimiet, 's nachts 6% lager.

Op de tegenoverliggende kant liggen de V85's hoger wat ook logisch is, aangezien er op die kant geen werken waren. Het verschil in snelheidslimiet (70 km/u op rijstroken 3 en 4; 90 km/u op rijstroken 1 en 2) heeft daarbij nauwelijks effect op de gemeten V85's. De snelheden op de trage rijstroken (1 en 3) liggen rond de 90 km/u (overdag iets daaronder, nachts iets daarboven) of de limiet nu 70 is of 90. Ook de snelheden op de snelle rijstroken (2 en 4) zijn vergelijkbaar, al liggen ze met limiet 70 iets lager (namelijk 4 km/u) dan met een limiet van 90 km/u. Dus, we zien de zelfde variatie tussen overdag en nachts en tussen snelle en trage rijstroken, maar geen effect van de snelheidslimiet.

Conclusies 4.6 Analyse gereden snelheden:

- **Te hoge snelheid ter hoogte van wegenwerken is een reëel probleem. De V85 ligt op iedere werf systematisch boven de maximaal toegelaten snelheid. Dit is vooral een probleem tijdens de daluren (vooral 's nachts) en op de rijstrook verder weg gelegen van de werken**
- **Op de spookstrook op de E40 bij Bertem bleef de V85 onder de snelheidslimiet. Het meetpunt lag aan het begin van de spookstrook.**

4.7 Analyse van ongevallen/incidenten gemeld door Verkeerscentrum

4.7.1 R0 Groenendaal

Op de werf op de R0 in Groenendaal worden twee ongevallen geregistreerd, telkens kop-staartaanrijdingen op de eerste (rechter)rijstrook waarbij het verkeer op de linkerrijstrook nog vlot reed. Mogelijk heeft dat bijgedragen aan een foutieve inschatting van de aanrijdende chauffeurs.

Daarnaast zijn er nog een incident met een spookrijder die zich vastreed in de werfzone, en een geval van fysieke agressie. Twee situaties met een defect voertuig werden opgenomen in de rapportering maar werden verder niet geanalyseerd.

Tabel 9 Overzicht incidenten bij werf R0 Groenendaal

Datum, uur en plaats	Omschrijving incident	Impact op doorstroming	Impact op veiligheid
17/07/2022, nacht, t.h.v. oprit	Spookrijder rijdt zich 's nachts vast in de werfzone – geen info beschikbaar omtrent de wijze waarop dit is gebeurd	Geen	Geen gevaar voor arbeiders (geen werfactiviteit)
24/07/2022, 14u20, kmpt 18.9	Auto's houden weinig afstand op rijstrook 1 en rijden achteraan in de file (rijstrook 2 was geen file)	Geen file als gevolg	Geen gevaar voor arbeiders (ongeval in filestaart, stroomopwaarts van werkzone)
16/08/2022, 12u09, kmpt 19.4	Auto rijdt achterin op file op rijstrook 1 (rijstrook 2 was geen file)	Beperkte fileopbouw tot 14u15	Geen gevaar voor arbeiders (ongeval in filestaart, stroomopwaarts van werkzone)
24/08/2022, 14u55, kmpt 18.8	2 vrachtwagenchauffeurs gaan op de vuist	Lijkt de reeds aanwezige file te verlengen; om 16u30 wordt dit geregistreerd als 'afgehandeld'	Geen gevaar voor arbeiders

4.7.2 E40 Bertem

Het Verkeerscentrum registreerde 3 ongevallen in de maand augustus in de omgeving van de werken op de E40 te Bertem. Alle drie waren het kop-staartongevallen die betrekking hadden tot een ongeval in de file (waarvan tweemaal filestaart).

Eén van de drie ongevallen gebeurden in de richting van Luik. Hierbij kunnen we opmerken dat dit ongeval wellicht niet had plaatsgevonden indien er niet gewerkt was geweest met een rijstrookbrede veiligheidszone; anders was de rijrichting Luik namelijk niet geïmpacteerd geweest terwijl er nu een doorsteek door de middenberm gemaakt was voor een spookstrook voor verkeer richting Brussel.

Tabel 10 Overzicht incidenten bij werf E40 Bertem

Datum, uur en plaats	Omschrijving incident	Impact op doorstroming	Impact op veiligheid
17/08/2022, 11u05, kmpt 20 richting Brussel thv uitvoegstrook naar parking Heverlee	Kopstaart ongeval bij regenweer in staart file rechterrijstrook (rijdend verkeer op andere rijstroken; 1 vrachtwagen en 1 personenwagen betrokken)	1u30 korte file (maar deze stond er al, dus ongeval is niet oorzaak)	Geen gevaar voor arbeiders (ongeval in filestaart, stroomopwaarts van werkzone)
23/08/2022, 15u22, kmpt 15.3 richting Luik	Zeer dense verkeer - verkeer op rijstrook 2 stopt plots waarna 2 bestelwagens onmiddellijk inrijden op ontstane filestaart	Rijbaan 1u30 later vrijgemaakt; fileopbouw tot knooppunt Sint-Stevens-Woluwe	Geen gevaar voor arbeiders (ongeval in andere rijrichting dan werf)
29/08/2022, 9u25 (?), kmpt 18.2 richting Brussel	Kop-staart aanrijding tussen 2 personenwagens (licht, want beide voertuigen rijden snel weer weg) in de file (beide rijstroken) net voor de wegversmalling	Er was reeds een kleine file	Geen gevaar voor arbeiders (ongeval in filestaart, stroomopwaarts van werkzone)

Conclusie 4.7: Analyse ongevallen en incidenten:

- **Er waren geen ongevallen ter hoogte van de eigenlijke werkzone. Alle ongevallen vonden stroomopwaarts ervan plaats.**
- **Hoewel het aantal geregistreerde ongevallen beperkt is, is er een terugkerend patroon van kop-staartongevallen op 1 rijstrook met vertragend verkeer terwijl de andere rijstro(o)k(en) vrij is/zijn. In dergelijke situaties kan een bestuurder zich laten verrassen door het remmende/stilstaande verkeer omdat het wegbeeld door de vrije rijstro(o)k(en) open lijkt.**

4.8 Congestiekosten

4.8.1 Beschrijving uitvoeringswijzen

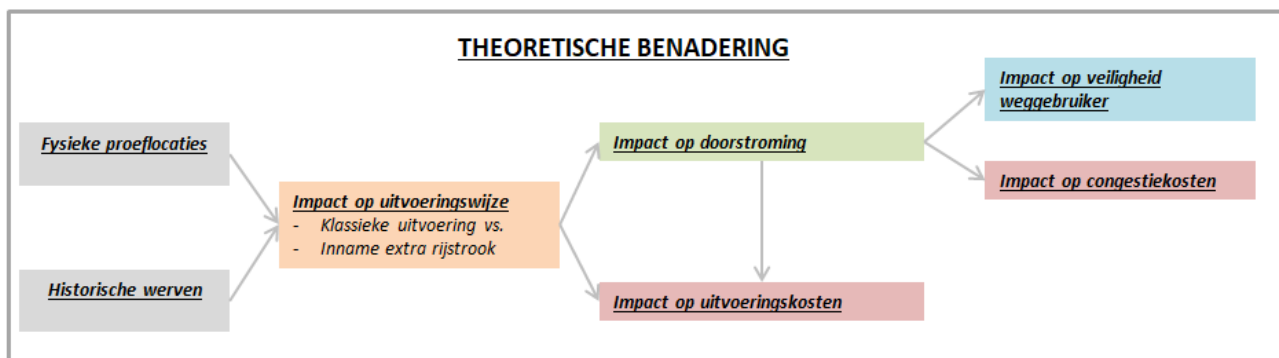
In dit hoofdstuk bekijken we het effect op congestiekosten van verschillende uitvoeringswijzen voor een tiental werfconfiguraties. Meer informatie betreffende de selectie van de theoretische werven kan worden teruggevonden in hoofdstuk 4.8.3 Selectie van theoretische werven.

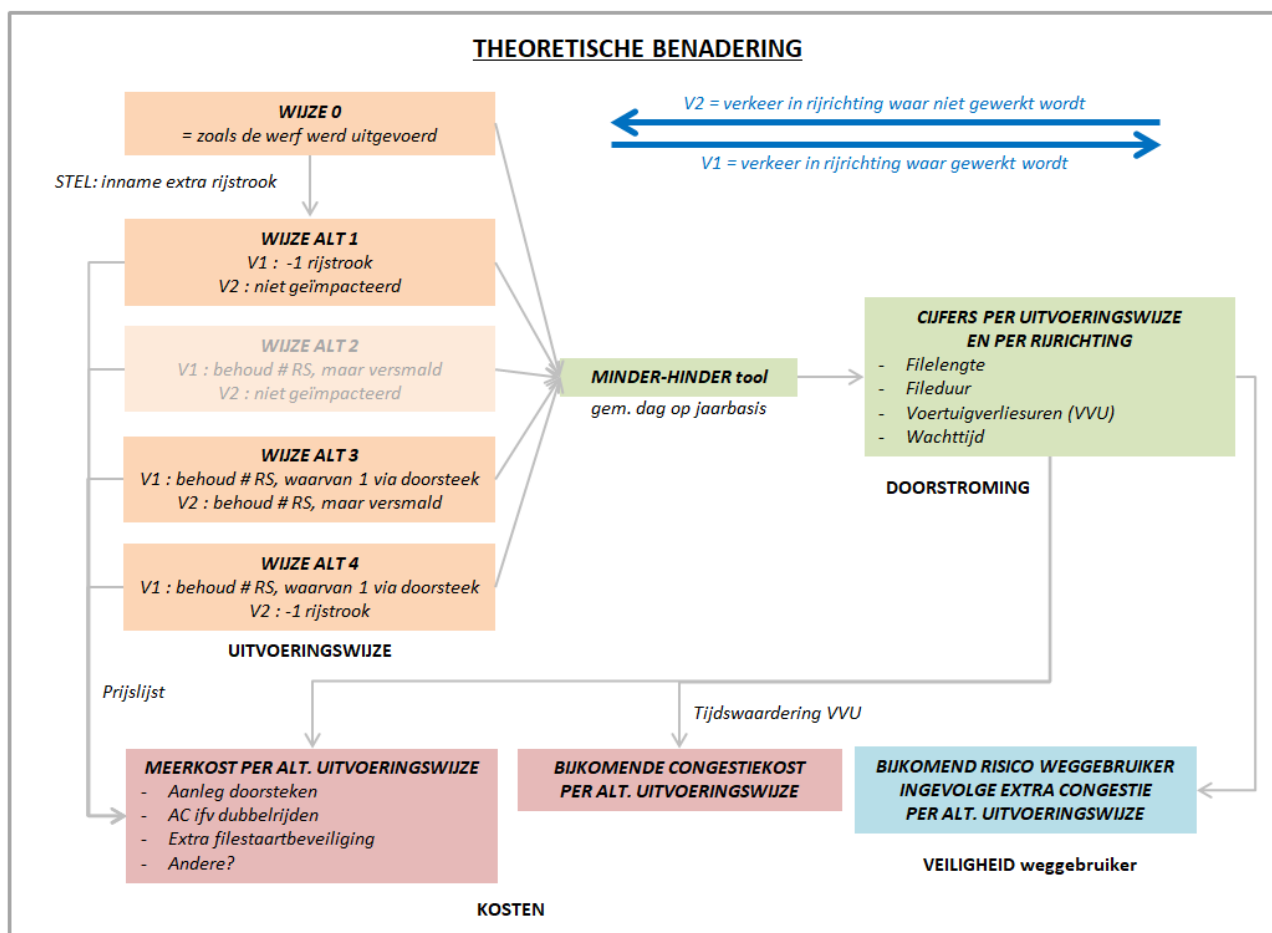
Naast de klassieke uitvoering van de werf wordt ook de impact van een alternatieve uitvoeringswijze, in het bijzonder de inname van een extra rijstrook i.f.v. het creëren van een rijstrookbrede veiligheidszone theoretisch onderzocht. Specifiek gaat het om de impact op de doorstroming van het verkeer, de congestie- en uitvoeringskosten en de veiligheid van de weggebruikers. De alternatieve uitvoeringswijze wordt onderverdeeld in vier mogelijke scenario's, waarbij de inname van een extra rijstrook telkens een ander effect heeft op de twee rijrichtingen van de autosnelweg. Dit betreft alle mogelijkheden die zich in werkelijkheid kunnen voordoen, afhankelijk van de beschikbare ruimte. Hierbij moeten we opmerken dat niet noodzakelijk alle varianten op alle werven ook effectief mogelijk zijn. Werf per werf dient in de praktijk een afweging gemaakt te worden op welke manier een rijstrookbrede veiligheidszone eventueel gerealiseerd zou kunnen worden. In het kader van deze oefening is hier enigszins abstractie van gemaakt om de verschillen tussen de verschillende scenario's te kunnen bestuderen.

Per scenario worden vervolgens de impact op de uitvoeringskosten en de doorstroming bepaald. De meerkost voor de effectieve ingrepen op het terrein wordt bepaald aan de hand van een door AWW ter beschikking gestelde prijslijst. De impact op de doorstroming wordt door middel van de Minder-Hinder tool berekend. De Minder-Hinder tool is een instrument van AWW dat op basis van historische verkeersgegevens een inschatting maakt van de congestie wanneer de capaciteit van de weg op een bepaalde locatie wordt beperkt. Deze tool wordt vandaag gebruikt als ondersteunend instrument bij het inplannen en organiseren van wegenwerken. Per rijrichting worden dan een aantal cijfers verkregen met betrekking tot de verwachte filelengte, de fileduur, de voertuigverliesuren en de maximale individuele wachttijd. Op basis van deze cijfers kan vervolgens per alternatieve uitvoeringswijze een uitspraak worden gedaan over het bijkomend veiligheidsrisico voor de weggebruikers als gevolg van extra congestie. Op basis van de cijfers met betrekking tot de voertuigverliesuren wordt per scenario de bijkomende congestiekost bepaald.

De voordelen van deze theoretische benadering t.o.v. de fysieke proeflocaties zijn:

- Onderling vergelijken scenario's (uitvoeringswijzen) voor eenzelfde werf;
- Betrekken bijkomende variabelen (situaties) door betrekken bijkomende werven (aantal beschikbare vs ingenomen rijstroken, verzadigingsgraad wegvak, etc.).





4.8.2 Kosten verliesuren

Om de kosten van het tijdsverlies te berekenen hebben we gebruik gemaakt van de volgende eenheidskosten:

Per personenwagen	€ 21,66/uur
Per lichte vrachtwagen (< 12 ton)	€ 41,18/uur
Per zware vrachtwagen (< 40 ton)	€ 43,56/uur

Deze kosten zijn berekend op basis van de richtlijnen die beschreven staan in "Standaardmethodiek voor MKBA van transportinfrastructuurprojecten - Kengetallenboek" van de Vlaamse Overheid (2013).

Tijdswaarde van personenwagens

Het Kengetallenboek geeft de tijdswaarde per reiziger voor verschillende motieven (zakelijk, werk, overige). We hebben ervoor gekozen om de waarde van "alle motieven" te gebruiken (€10,7/uur).

Deze waarde staat uitgedrukt in het prijspeil van 2010. We hebben de waarde omgezet naar het prijspeil van 2021 volgens de richtlijnen van het Kengetallenboek, nl. door het getal aan te passen voor 75% van de koopkrachtevolutie tussen 2010 en 2021. Hiervoor hebben we gebruik gemaakt van de historische koopkrachtindex die berekend wordt op basis van het BBP tegen lopende marktprijzen en de populatie. Deze data werden verkregen via Eurostat.

Omdat de reistijdwaarde wordt gegeven per reiziger, hebben we deze omgezet naar een waarde per personenwagen door deze te vermenigvuldigen met het gemiddeld aantal reizigers per personenwagen. Op basis van de MONITOR-enquête weten we dat er op Vlaamse wegen gemiddeld 1,637 inzittenden zijn per auto.

Tijdswaarde van lichte en zware vrachtwagens

Het Kengetallenboek geeft de tijdsgebonden kosten van lichte (<12 ton) en zware vrachtwagens (<40 ton) weer. Deze kosten omvatten de loonkosten, de onkosten van de chauffeur, overheadkosten, verzekeringen, voertuigbelastingen en 50% van de afschrijvings- en financieringskosten van de vrachtwagen. In de berekeningen werd ervan uitgegaan dat de tellingen voor vrachtwagens overeenkwamen met de categorie 12 ton of meer. Lichte vrachtwagens en personenwagens werden in de tellingen niet onderscheiden. De schattingen zijn gebaseerd op de assumptie (op basis van MONITOR-enquête) dat 90% van de lichte voertuigen personenwagens zijn en de rest lichte vrachtwagens.

De waarden staan uitgedrukt in het prijspeil van 2010. We hebben de waarde omgezet naar 2021 volgens de richtlijnen van het Kengetallenboek, nl. met behulp van de algemene index van de consumptieprijzen. Deze data werden verkregen via Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium).

Vastgestelde patronen in filekost

De impact van de uitvoeringswijze op de filekost verschilt sterk per locatie. Deze wordt weergegeven in Tabel 11. Een aantal bijbehorende werfkenmerken worden weergegeven in Tabel 12. Enkele varianten staan hier aangeduid als 'niet van toepassing'. Dit heeft onder andere betrekking op werven waar nog maar één rijstrook open is; op dergelijke locaties is scenario 1 (waarbij één rijstrook extra wordt ingenomen) niet mogelijk aangezien dit de facto betekent dat de weg in deze rijrichting volledig afgesloten zou worden. We herhalen ook dat niet alle scenario's bij alle werven haalbaar zijn. Bijvoorbeeld uitvoeringswijze 2 zal bij veel werven niet technisch haalbaar zijn; dit scenario gaat ervan uit dat door het versmallen van rijstroken in beide rijrichtingen het aantal rijstroken kan behouden worden en tegelijk een rijstrookbrede veiligheidszone kan worden gerealiseerd. In de praktijk zal dit enkel haalbaar zijn op plaatsen waar veel ruimte te winnen valt (bv. locaties met veel rijstroken, brede pechstrook en/of redresseerzone in de normale situatie).

Een algemene vaststelling is dat de filekost van de wegenwerken sterk kan oplopen, zowel in de uitgevoerde wijze ('wijze 0') als in de andere mogelijke uitvoeringswijzen. We vergelijken zowel de absolute waarden als de kostentoeenamefactor ('de economische kost gaat maal zoveel'). Beiden zijn relevant. De kostentoeenamefactor kan makkelijker vergeleken worden tussen de scenario's, maar is gevoelig aan de grootte van de initiële congestiekost aangezien deze de 'noemer' wordt in deze breuk. Wanneer de congestiekost maal een factor 10 gaat, maar de initiële congestiekost van uitvoeringswijze 0 was relatief laag, kan dit een minder groot probleem zijn dan wanneer het een factor 2 betreft maar de initiële congestiekost van uitvoeringswijze 0 hoog was. Bijvoorbeeld, wanneer een congestiekost toeneemt met een factor 10, van 100.000€ naar 1.000.000€, is dat in absolute waarden uitgedrukt een beperktere toename dan een congestiekost die toeneemt met een factor 2 van 2.000.000€ naar 4.000.000€.

Niet geheel verrassend blijken uitvoeringswijzen 1 en 4 meestal de hoogste congestiekosten te genereren, zowel in absolute waarden als in termen van kostentoeenamefactor. Dit zijn de scenario's waarin er effectief een rijstrook voor het verkeer wegvalt; in uitvoeringswijze 1 in de richting waarin gewerkt wordt, in uitvoeringswijze 4 in de tegenovergestelde richting, waarbij één rijstrook via een doorsteek van de middenberm wordt gebruikt om het aantal rijstroken in de richting waarin gewerkt wordt te vrijwaren.

Bij de werven waarin wijze 1 kan doorgerekend worden (dit is niet mogelijk in scenario's waarbij er als gevolg van de wegenwerken slechts één rijstrook vrij blijft), is de congestiekost van wijze 1 de hoogste. Het valt op dat deze consistent hoger is dan bij wijze 4, waarbij de weggevallen rijstrook ten koste is van de rijrichting waarin niet gewerkt wordt. Dit kan verklaard worden door het gegeven dat de werken zelf reeds een rijstrook innemen in richting 1. Bij wijze 1 wordt een tweede rijstrook afgesloten in dezelfde richting, zonder compensatie. Daardoor is de bijkomende congestiekost een stuk hoger dan bij wijze 4, waarbij een rijstrook in de andere richting wordt ingenomen. Bij uitvoeringswijze 1 loopt de kostentoeenamefactor breed uiteen afhankelijk van de geselecteerde werf. Deze bedraagt minimaal 3 (dus een verdriedubbeling van de congestiekosten ten opzichte van wijze 0), maar loopt bij 1 werf op tot boven 10 (E40 Nevele Greppels). Voor uitvoeringswijze 4 ligt deze meestal tussen 1 en 5, met uitzonderlijk één factor boven 10 voor werf R0 Groenendaal tijdens de schoolvakantie (wegens een lage absolute kost in wijze 0).

Bij uitvoeringswijzen 2 & 3, waarbij het aantal rijstroken in beide richtingen behouden kan blijven maar eventueel versmald zijn, is de impact op de congestiekosten relatief beperkt; in de meeste gevallen is deze factor 1 of 2 (dus maximaal een verdubbeling). Het valt op dat uitvoeringswijze 2 altijd hogere kosten heeft dan wijze 3. Een versmalde rijstrook in de richting van de werken veroorzaakt dus altijd meer congestie dan een versmalde rijstrook in de andere richting. Het verschil is echter niet zo groot (zowel absoluut als relatief) als bij de uitvoeringswijzen 1 en 4. Daartegenover staat de duurdere uitvoering van een spookstrook, die dit verschil verkleint of mogelijk teniet doet. Uitvoeringswijzen 3 en 4 zullen wat betreft uitvoeringskosten altijd

duurdere alternatieven zijn voor het werken met een afschermende constructie langs de werkzone omdat deze ook een afschermende constructie vereisen over de volledige werflengte voor het realiseren van dubbelrijdend verkeer. Voor dat laatste dienen ook doorsteken door de middenberm te worden gerealiseerd.

Zes werven in de tabel worden beschouwd als locaties waar nog restcapaciteit is (i.e., de verzadigingsgraad is kleiner) (E40 Haasrode, E403 Moorsele, E34 Retie, E17 De Pinte, E34 Kemzeke, R2 Waaslandhaven Noord). Bij vier van deze zes werven is er in geen van de scenario's een noemenswaardige congestiekost (E40 Haasrode, E34 Retie, E34 Kemzeke en R2 Waaslandhaven Noord), bij één is er enkel een (weliswaar vrij stevige) congestiekost bij wijze 1 (E403 Moorsele), en bij één is er wel een aanzienlijke congestiekost in alle scenario's (die in scenario 1 beduidend hoger ligt dan in de andere scenario's) (E17 De Pinte).

In essentie dient er bij het doorvoeren van het dienstorder vaak extra ruimte gevonden te worden (hetzij om een afschermende constructie te realiseren, hetzij om een rijstrookbrede veiligheidszone te realiseren). Op smallere autosnelwegen (vooral op 2x2 wegen) zal men over het algemeen sneller tegen de limieten aanbotsen van de beperkte ruimte.

Conclusie 4.8: Analyse congestiekosten:

- **Congestiekosten kunnen enorm oplopen (tot enkele miljoenen euro per dag)**
- **Er is veel variatie tussen de verschillende opgenomen werven, hetgeen benadrukt dat dit op het niveau van iedere individuele werf op voorhand bekeken moet worden**
- **De hoogste congestiekosten zijn er bij uitvoeringswijze 1 & 4, waarbij er effectief een bijkomende rijstrook wegvalt voor een rijstrookbrede veiligheidszone**
 - o **Uitvoeringswijze 1 (rijstrook valt weg in de richting met werken) heeft de hoogste congestiekosten en doet deze minimaal x3 gaan ten opzichte van het nulscenario**
 - o **Uitvoeringswijze 4 (rijstrook valt weg in de andere rijrichting) doet de kosten x1-5 gaan, maar consistent minder hoog dan uitvoeringswijze 1.**
- **De impact van uitvoeringswijze 2 & 3, waarbij het aantal rijstroken in beide richtingen behouden blijft maar versmald wordt uitgevoerd, is relatief beperkt. Uitvoeringswijze 2 heeft steeds hogere congestiekosten dan wijze 3.**
- **Bovenstaande impliceert dat een impact op de rijrichting waarin reeds gewerkt wordt (wegvallen of versmallen van rijstroken), zwaarder doorweegt in de totale congestiekosten dan een gelijkaardige impact in de andere rijrichting waarin niet gewerkt wordt zou hebben.**

Tabel 11 Doorrekeningen Minder Hinder tool AWW: analyse van congestiekosten

		Congestiekosten per uitvoeringswijze per dag					Kostentoenamefactor t.o.v. Wijze 0			
	Richting	Wijze 0	Wijze 1	Wijze 2	Wijze 3	Wijze 4	Wijze 1	Wijze 2	Wijze 3	Wijze 4
E40 Bertem										
Buiten schoolvakantie		1.572.949,94 €	4.150.897,11 €	2.020.459,45 €	2.449.351,71 €	2.746.710,56 €	3	1	2	2
Binnen schoolvakantie		979.573,03 €	2.910.068,86 €	1.349.708,43 €	1.776.703,62 €	1.803.223,85 €	3	1	2	2
E40 Haasrode										
Weekend		63.937,68 €	nvt	nvt	63.937,68 €	63.937,68 €	nvt	nvt	1	1
Zaterdag		123.201,76 €	nvt	nvt	123.201,76 €	123.201,76 €	nvt	nvt	1	1
Zondag		4.590,00 €	nvt	nvt	4.590,00 €	4.590,00 €	nvt	nvt	1	1
R0 Groenendaal										
Buiten schoolvakantie		1.329.352,81 €	nvt	nvt	1.701.789,25 €	5.218.158,06 €	nvt	nvt	1	4
Binnen schoolvakantie		216.680,47 €	nvt	nvt	413.897,42 €	3.252.496,04 €	nvt	nvt	2	15
E403 Moorsele										
Buiten schoolvakantie		687,47 €	4.015.950,82 €	4.934,50 €	4.939,35 €	6.613,94 €	Extreem	7	7	10
Binnen schoolvakantie		0,00 €	2.496.141,93 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	-	-	-	-
E40 Nevele Greppels										
Buiten schoolvakantie	Oostende	809.194,45 €	8.880.956,22 €	1.449.003,03 €	809.194,45 €	1.145.035,46 €	11	2	1	1
Buiten schoolvakantie	Leuven	345.302,32 €	8.186.378,48 €	737.053,27 €	345.302,32 €	1.145.035,46 €	24	2	1	3
E34 Retie										
Buiten schoolvakantie	Ranst	0,00 €	nvt	nvt	91,43 €	91,43 €	nvt	nvt	-	-
Buiten schoolvakantie	Nederlands	0,00 €	nvt	nvt	0,00 €	0,00 €	nvt	nvt	-	-
E313 Wommelgem 1 Rijstrook										
Weekend	Antwerpen	730.647,38 €	5.758.166,33 €	1.179.163,04 €	730.647,38 €	3.767.678,23 €	8	2	1	5
Weekend	Lummen	3.028.130,12 €	8.395.735,78 €	3.564.290,48 €	3.030.383,40 €	3.767.678,23 €	3	1	1	1
Zaterdag	Antwerpen	939.100,56 €	6.552.718,40 €	1.464.601,69 €	939.100,56 €	4.770.150,89 €	7	2	1	5
Zaterdag	Lummen	3.821.133,24 €	9.722.113,98 €	4.422.796,55 €	3.821.133,24 €	4.770.150,89 €	3	1	1	1
Zondag	Antwerpen	526.969,12 €	4.967.179,91 €	900.559,47 €	526.969,12 €	2.790.635,15 €	9	2	1	5
Zondag	Lummen	2.262.276,50 €	7.066.340,56 €	2.734.494,14 €	2.262.276,50 €	2.790.635,15 €	3	1	1	1
E314 Tielt-Winge										

Weekend		25.817,95 €	nvt	nvt	46.342,45 €	46.377,47 €	nvt	nvt	2	2
Zaterdag		0,00 €	nvt	nvt	244,08 €	269,26 €	-	-	-	-
Zondag		51.641,59 €	nvt	nvt	92.494,87 €	92.494,87 €	nvt	nvt	2	2
E314 Rotselaar										
Buiten schoolvakantie	Lummen	0,00 €	2.740.529,57 €	12.458,16 €	0,00 €	398,26 €	-	-	-	-
Buiten schoolvakantie	Leuven	0,00 €	3.639.263,27 €	398,26 €	0,00 €	12.458,16 €	-	-	-	-
E17 De Pinte										
Buiten schoolvakantie		1.950.083,54 €	13.486.870,93 €	2.916.525,78 €	2.886.269,29 €	6.471.513,72 €	7	1	1	3
E34 Kemzeke										
Buiten schoolvakantie		0,00 €	nvt	nvt	0,00 €	0,00 €	-	-	-	-
R2 Waaslandhaven Noord										
Buiten schoolvakantie		0,00 €	nvt	nvt	0,00 €	0,00 €	-	-	-	-

Tabel 12 Doorrekeningen Minder Hinder tool: kenmerken onderzochte werven en kostentoenamefactoren

	Richting	Kenmerken				Kostentoenamefactor t.o.v. Wijze 0			
		#RS norm	# RS over	Drukke	Dag	Wijze 1	Wijze 2	Wijze 3	Wijze 4
E40 Bertem		4	3	Ja	?				
Buiten schoolvakantie						3	1	2	2
Binnen schoolvakantie						3	1	2	2
E40 Haasrode		3	1	Nee	Weekend				
Weekend						nvt	nvt	1	1
Zaterdag						nvt	nvt	1	1
Zondag						nvt	nvt	1	1
R0 Groenendaal		2	1	Ja	Weekdagen				
Buiten schoolvakantie						nvt	nvt	1	4
Binnen schoolvakantie						nvt	nvt	2	15
E403 Moorsele		3	2	Nee	Weekdagen				
Buiten schoolvakantie						Extreem	7	7	10
Binnen schoolvakantie						-	-	-	-
E40 Nevele Greppels									
Buiten schoolvakantie	Oostende	3	2	Ja	Weekdagen	11	2	1	1
Buiten schoolvakantie	Leuven	3	2	Ja	Weekdagen	24	2	1	3
E34 Retie									

Buiten schoolvakantie	Ranst	2	1	Nee	Weekdagen	-	-	-	-
Buiten schoolvakantie	Nederland	2	1	Nee	Weekdagen	-	-	-	-
E313 Wommelgem 1 Rijstrook		3	2	Ja	Weekend				
Weekend	Antwerpen					8	2	1	5
Weekend	Lummen					3	1	1	1
Zaterdag	Antwerpen					7	2	1	5
Zaterdag	Lummen					3	1	1	1
Zondag	Antwerpen					9	2	1	5
Zondag	Lummen					3	1	1	1
E314 Tielt-Winge		2	1	Ja	Weekend				
Weekend						nvt	nvt	2	2
Zaterdag						-	-	-	-
Zondag						nvt	nvt	2	2
E314 Rotselaar									
Buiten schoolvakantie	Lummen	2	2	Ja	Weekdagen				
Buiten schoolvakantie	Leuven	2	2						
E17 De Pinte		3	2	Nee	Weekend				
Buiten schoolvakantie						7	1	1	3
E34 Kemzeke		2	1	Nee	Weekend				
Buiten schoolvakantie									
R2 Waaslandhaven Noord		2	1	Nee	Weekend				
Buiten schoolvakantie									

4.8.3 Selectie van theoretische werven

De selectie van de theoretische werven opgenomen in Tabel 11 en Tabel 12, kwam tot stand rekening houdend met de volgende elementen:

- reële werfsituaties
- werven die vandaag met bakens (en smalle veiligheidszone) worden uitgevoerd
- mix van situaties rekening houdend met
 - aantal beschikbare rijstroken in normale situatie (zie kenmerk "#RS norm")
 - aantal resterende rijstroken tijdens de werfsituatie (zie kenmerk "#RS over")
 - is er nog restcapaciteit in normale omstandigheden (zie kenmerk "drukte")
 - uitvoeringsperiode weekend/weekdagen (zie kenmerk "dag")
 - verschillende soorten van werfactiviteiten (lokale betonherstellingen, asfalteringswerken, werken aan brugvoegen, geluidsschermen, greppels,...)

Werk	Soort werfactiviteit
E40 Bertem	geluidsschermen (proeflocatie)
E40 Haasrode	asfaltering lange zone
R0 Groenendaal	asfaltering
E403 Moorsele	asfaltering lange zone (proeflocatie)
E40 Nevele Greppels	vervangen greppels
E34 Retie	lokale betonherstelling
E313 Wommelgem	brugvoegen
E314 Tielt-Winge	asfaltering op/afrit
E314 Rotselaar	geluidsschermen
E17 De Pinte	lokale betonherstelling
E34 Kemzeke	lokale betonherstelling
R2 Waaslandhaven Noord	aanpassen pechstrook

4.9 Uitvoeringskosten

Het aanpassen van de uitvoeringswijze beïnvloedt op verschillende manieren de uitvoeringskosten:

- Bij langere files als gevolg van het sluiten van een bijkomende rijstrook, zullen er mogelijk bijkomende mobiele tekstkarren en/of mobiele galgen nodig zijn, waardoor het beveiligen van de filestaart meer zal kosten;
- Een afschermdende constructie kost meer dan het afzetten met bakens;
- Een doorsteek door de middenberm vereist bijkomende signalisatie, het plaatselijk wegnemen van de betonblokken of vangrail en in sommige gevallen het plaatselijk verharden en achteraf ontharden van de doorsteek.

In de filestaart wordt doorgaans om de 3 à 3,5 km een mobiel dynamisch tekstpaneel geplaatst. Het kan dus zijn dat een scenario dat voor een langere file zorgt een extra tekstpaneel vereist.

Indien het aandeel vrachtverkeer zeer hoog is, hebben andere bestuurders moeite om de informatie aan de rechterkant te lezen. In dat geval kan geopteerd worden voor een mobiele 'galg' die de informatie boven de rijstrook brengt. Dit is uiteraard duurder en kost ongeveer 3,5 keer zo veel als een gewoon mobiel tekstpaneel.

Details van de uitvoeringskosten konden niet in dit onderzoeksrapport worden opgenomen. Deze zijn echter als apart document beschikbaar binnen AWW.

Om de implicaties van het ontwerp-dienstorder meer 'tastbaar' te maken, wordt hieronder een beknopte fiche voorgesteld van de in dit onderzoek opgenomen werven E403 Moorsele richting Doornik en R0 Groenendaal. Beide werven werden uitgevoerd volgens de uitvoeringswijze bakens met smalle veiligheidszone (0,50m). Bijgevolg zou een dienstorder dat aanstuurt op het gebruik van ofwel een afschermdende constructie ofwel een rijstrookbrede veiligheidszone ervoor zorgen dat deze werven niet langer op de manier zouden uitgevoerd mogen worden zoals dat gebeurd is (behoudens in geval men concludeert dat geen van beide alternatieven haalbaar is en er gemotiveerd zou afgeweken worden). Vervolgens wordt nog een reflectie gegeven over de mogelijke implicaties bij 2x2 wegen, op basis van onder andere de rijbaanbrede herasfalteringswerken op de E314, uitgevoerd in het voorjaar van 2022.

4.9.1 Voorbeeldfiche 1: Werf E403 Moorsele richting Doornik

As is uitvoering: van 3 naar 2 rijstroken. Signalisatie: bakens en smalle veiligheidszone (0,5m).

Voornaamste vaststellingen as is situatie:

- Congestie(kosten): Weinig congestievorming tijdens werken (nauwelijks file vastgesteld o.b.v. de empirische data; berekende congestiekosten o.b.v. MiHi tool quasi nul)
- Werfduur en organisatie: De plaatsing van de signalisatie ging zeer snel en duurde ondanks de aanzienlijke werflengte (8 km) slechts één ochtend.
- Signalisatiekosten: Beperkt (bakens over hele lengte werf; bijkomende bakens en markeringen ter hoogte van op- en afritten, geschat op zo'n €20.500). Zie Tabel 13 hieronder voor een detail van deze schatting en die van de hiernavolgende uitvoeringswijzen.
- Veiligheid:
 - o Zeer onveilige werkomstandigheden voor wegwerkers. Aangezien er tot aan de bakens gewerkt moest worden, moeten we vaststellen dat er in de feiten eigenlijk zelfs geen sprake is van een veiligheidszone van 0,50m. Arbeiders werkten te voet (dus onbeschermd) tot tegen/op de randmarkering van een in gebruik zijnde rijstrook, waarbij gemotoriseerd verkeer rakelings langs hen reed aan aanzienlijke snelheden.
 - o De veiligheid van de weggebruikers kwam in het gedrang op momenten dat er met zware machines (bv. asfalteermachine) tot aan de rand van de nog in gebruik zijnde rijstrook gewerkt werd. Deze machines zijn potentieel bijzonder gevaarlijke obstakels om tegen te botsen. Bij de toegelaten maximumsnelheid van 70 km/u zou een dergelijke aanrijding een aanzienlijke kans op ernstige of zelfs dodelijke afloop kennen. Voor het overige werden weinig buitensporige veiligheidsrisico's voor weggebruikers geïdentificeerd.
 - o Bij de plaatsing van de bakens werd enkel de rijstrook waarop werken zouden plaatsvinden onttrokken van het verkeer, waardoor twee rijstroken in gebruik bleven. Dit impliceerde echter dat de arbeiders die de bakens plaatsten aan het werk waren tot vlak tegen in gebruik zijnde rijstrook (of bij momenten zelfs tot op die rijstrook, bij het slepen van de voeten tot op hun

plaats). De courante aanbeveling is om hier bij de plaatsing van de signalisatie, net als bij de plaatsing van een afschermende constructie, een extra rijstrook van het verkeer te onttrekken omwille van de veiligheid van de arbeiders.

Mogelijke alternatieven:

- **Uitvoeringswijze met afschermende constructie i.p.v. bakens**
 - o Technische haalbaarheid: technisch haalbaar door middel van het aanbrengen van twee versmalde rijstroken om afschermende constructie buiten werkzone te kunnen plaatsen en werkingsbreedte van 0,80m te respecteren
 - o Impact op congestie(kosten): de versmalde rijstroken hebben een licht lagere capaciteit, waardoor een beperkte impact op congestiekosten mogelijk is. Bij uitvoering van de werken tijdens de schoolvakantie blijven de geschatte congestiekosten ongewijzigd op 0 €/dag, bij uitvoering buiten de schoolvakantie zouden deze stijgen van 687€/dag naar 4.934€/dag. Dit is nog steeds een zeer lage waarde, dus we kunnen stellen dat dit effect verwaarloosbaar is.
 - o Impact op werfduur en werforganisatie:
 - Plaatsing van signalisatie zou aanzienlijk meer tijd in beslag nemen. In 'as is' duurde de plaatsing één ochtend; plaatsing afschermende constructie en markeringen zou minimaal één volledige dag (of mogelijk twee nachten) duren. Gezien de duurtijd van de werf van slechts 4 kalenderdagen zou dit in verhouding een grote verlenging zijn.
 - Voor plaatsing signalisatie zou verkeer tijdelijk teruggebracht moeten worden naar één rijstrook; dit geeft een risico op congestie tijdens plaatsing signalisatie.
 - o Impact signalisatiekosten: wegens lengte werf aanzienlijke meerkosten voor plaatsing/verwijderen afschermende constructie en tijdelijke markeringen voor versmalde rijstroken. Signalisatiekosten worden geschat op iets meer dan €580.000.
 - o Impact veiligheid:
 - Verhoogde veiligheid wegenwerkers
 - Bijkomend veiligheidsrisico voor weggebruikers bij plaatsing signalisatie wegens aanzienlijk langere duurtijd die hiervoor nodig is;
 - o Globale beoordeling/haalbaarheid: veiliger en haalbaar met weinig impact op congestie, maar zeer zware impact op signalisatiekosten. Afweging nodig.
- **Uitvoeringswijze 1 rijstrookbrede veiligheidszone: inname extra rijstrook voor uitvoering bakens + rijstrookbrede veiligheidszone (= terugbrengen van 3 naar 1 rijstrook)**
 - o Technische haalbaarheid: technisch haalbaar
 - o Impact op congestie(kosten): geschatte congestiekosten zouden exploderen van quasi nul in de as is uitvoering, naar 2,5 – 4 miljoen euro per dag (bij uitvoering respectievelijk binnen dan wel buiten schoolvakantie)
 - o Impact op werfduur en werforganisatie: minimaal
 - o Impact signalisatiekosten: geringe bijkomende kosten voor de uitbuigingen. Signalisatiekosten worden geschat op zo'n €27.500. Bijkomende kosten voor filestaartbeveiliging wegens extra congestie.
 - Uitgaande van de theoretisch berekende filelengte van maximaal 57km bij uitvoering buiten schoolvakantie, en 42km binnen schoolvakantie, zou er uitgaande van 1 tekstkar per 3km een meerkost zijn van respectievelijk €76.000 of €56.000. In de periode waarin de werken uitgevoerd zijn, zou de totale uitvoeringskost €83.500 bedragen.
 - o Impact veiligheid:
 - Verhoogde veiligheid wegenwerkers
 - Extra risico op filestaartongevallen wegens aanzienlijke bijkomende congestie
 - o Globale beoordeling: impact op congestie (kosten en risico filestaartongevallen) is dusdanig groot dat dit scenario niet haalbaar wordt geacht.
- **Uitvoeringswijze 2 rijstrookbrede veiligheidszone: voorzien van een rijstrookbrede veiligheidszone door te werken met versmalde rijstroken (hierbij wordt het verkeer teruggebracht van 3 naar 2 (versmalde) rijstroken).**
 - o Technische haalbaarheid: technisch niet haalbaar; het versmallen van de twee rijstroken laat niet toe om voldoende ruimte te creëren om een volledige rijstrookbrede veiligheidszone te realiseren

- **Uitvoeringswijze 3 rijstrookbrede veiligheidszone: rijrichting Doornik verkeer terugbrengen van 3 naar 1 rijstrook met bakens en brede veiligheidszone; plus creatie doorsteek middenberm voor spookstrook. In rijrichting Brugge wordt het aantal rijstroken (3) behouden, maar versmald.**
 - o Technische haalbaarheid: technisch haalbaar.
 - o Impact op congestiekosten: Wellicht zouden rijstroken slechts licht versmald moeten uitgevoerd worden, dus impact op doorstroming in rijrichting Brugge is minimaal. De geschatte congestiekosten op basis van de output van de MiHi-tool, schatten dat de congestiekosten bij het uitvoeren van de werf buiten de schoolvakantie toenemen van 587 €/dag (in 'as is' scenario) naar 4.939 €/dag. In absolute waarden blijft dit een zeer beperkte congestiekost. Bij uitvoering tijdens een schoolvakantie blijft de geschatte congestiekost, net als in het 'as is' scenario, 0 €/dag.
 - o Impact op werfduur en werforganisatie: de tijd voor het plaatsen van een afschermende constructie voor beveiliging van de spookstrook is aanzienlijk langer dan voor de plaatsing in het 'as is' scenario met bakens (vgl. uitvoeringswijze met afschermende constructie). Daar bovenop zijn er bijkomende werkzaamheden nodig voor de creatie van twee doorsteken door de middenberm.
 - o Impact op signalisatiekosten: wegens lengte werf aanzienlijke meerkosten voor plaatsing/verwijderen afschermende constructie en tijdelijke markeringen voor versmalde rijstroken, plus noodzaak om doorsteken door de middenberm te creëren. De signalisatiekosten worden geschat op bijna €1,1 miljoen.
 - o Impact veiligheid:
 - Verhoogde veiligheid wegenwerkers
 - Bijkomend veiligheidsrisico voor weggebruikers bij plaatsing signalisatie wegens aanzienlijk langere duurtijd die hiervoor nodig is;
 - o Globale beoordeling: technisch en vanuit oogpunt congestiekosten is deze optie haalbaar. De aanzienlijke duurtijd van de uitvoering van de signalisatie en de daarbij behorende kosten en extra veiligheidsrisico voor weggebruikers tijdens de plaatsing lijken disproportioneel ten opzichte van de veiligheidswinst voor de wegenwerkers die gerealiseerd kan worden.
- **Uitvoeringswijze 4 rijstrookbrede veiligheidszone: rijrichting Doornik verkeer terugbrengen van 3 naar 1 rijstrook met bakens en brede veiligheidszone; plus creatie doorsteek middenberm voor spookstrook. In rijrichting Brugge wordt het verkeer hierdoor teruggebracht van 3 naar 2 rijstroken.**
 - o Technische haalbaarheid: technisch haalbaar.
 - o Congestie(kosten): Net zoals bij de 'as is' uitvoering, zou er weinig congestievorming tijdens werken zijn. De reductie van het aantal rijstroken doet zich in dit scenario echter in beide richtingen voor. De MiHi-tool voorspelt binnen de schoolvakantie geen congestie als gevolg van de rijstrookvermindering en buiten de schoolvakantie een congestiekost van 6.613,94 €/dag, iets hoger dan bij UV3.
 - o Impact op werfduur en werforganisatie: de tijd voor het plaatsen van een afschermende constructie voor beveiliging van de spookstrook is aanzienlijk langer dan voor de plaatsing in het 'as is' scenario met bakens (vgl. uitvoeringswijze met afschermende constructie). Daar bovenop zijn er bijkomende werkzaamheden nodig voor de creatie van twee doorsteken door de middenberm.
 - o Impact op signalisatiekosten: wegens lengte werf aanzienlijke meerkosten voor plaatsing/verwijderen afschermende constructie, plus noodzaak om doorsteken door de middenberm te creëren. In tegenstelling tot UV3 hoeven er geen versmalde rijstroken gemarkeerd te worden, maar wel nog een doorlopende markering langs de beide kanten van de afschermende constructie. De signalisatiekosten worden geschat op bijna €900.000.
 - o Impact veiligheid:
 - Verhoogde veiligheid wegenwerkers
 - Bijkomend veiligheidsrisico voor weggebruikers bij plaatsing signalisatie wegens aanzienlijk langere duurtijd die hiervoor nodig is;
 - o Globale beoordeling: technisch en vanuit oogpunt congestiekosten is deze optie haalbaar. De aanzienlijke duurtijd van de uitvoering van de signalisatie en de daarbij behorende kosten en extra veiligheidsrisico voor weggebruikers tijdens de plaatsing lijken disproportioneel ten opzichte van de veiligheidswinst voor de wegenwerkers die gerealiseerd kan worden.

Conclusie implicaties werf E403:

- De technisch mogelijke uitvoeringswijzen met rijstrookbrede veiligheidszone lijken voor deze werf minder wenselijk. Uitvoeringswijze 1 zou leiden tot enorme congestiekosten. Uitvoeringswijzen 3 en 4 zouden leiden tot exuberante signalisatiekosten, en de duurtijd voor het realiseren van de signalisatie zou disproportioneel zijn ten opzichte van de uitvoeringstermijn van de eigenlijke werken (die slechts 4 werkdagen in beslag namen).
- De uitvoering met afschermende constructie is de meest wenselijke mogelijkheid indien de werf dient te conformeren met een dienstorder dat hetzij een afschermende constructie, hetzij een rijstrookbrede veiligheidszone, oplegt. De signalisatiekosten van de werf zouden stijgen van €20.500 naar ruim €580.000.
- Wanneer ervoor geopteerd zou worden om gemotiveerd af te wijken van deze aanbeveling, en te werken met een veiligheidszone die 'zo breed als realistisch haalbaar' is, zou een veiligheidszone van iets meer dan 1m gerealiseerd kunnen worden door de resterende twee rijstroken te versmallen. Dit zou nog steeds aanleiding geven tot het realiseren van tijdelijke markeringen met een geschatte signalisatiekost van €386.000. Het is onzeker of hier een wezenlijke verbetering van de veiligheid van de wegenwerkers tegenover staat.

Tabel 13 Kostenschatting voor de verschillende uitvoeringswijzen van werf E403 Moorsele richting Doornik

Onderdeel	Zoals het was	1 m veiligheidszone	AC ipv bakens	UW 1	UW 3	UW 4
Tijdelijke wegmarkeringen	14.000 €	380.000 €	380.000 €	20.000 €	580.000 €	380.000 €
Bakens	6.480 €	6.480 €	2.240 €	7.440 €	8.720 €	8.720 €
Afschermende constructie			200.000 €		200.000 €	200.000 €
Doorsteek*					294.800 €	294.800 €
Filestaartbeveiliging				56.000 €		
Totaal	20.480 €	386.480 €	582.240 €	83.440 €	1.083.520 €	883.520 €

*De middenberm is ongeveer 11 m breed. Doorsteken zijn ongeveer 100 m lang, wat een totaal maakt van ongeveer 2200 m²

4.9.2 Voorbeeldfiche 2: Werf R0 Groenendaal

As is uitvoering: terugbrengen binnenring van 2 naar 1 rijstrook. Signalisatie: bakens en smalle veiligheidszone (0,5m).

Voornaamste vaststellingen as is situatie:

- Onveilige werkomstandigheden voor wegwerkers, hoewel dit deels gecompenseerd wordt door de frequente filevorming en de lage maximumsnelheid (50 km/u)
- Congestiekosten in de huidige situatie: 216.680€/dag op basis van ramingen van MiHi-tool.
- Uitvoeringskosten signalisatie: op basis van de ontvangen prijzentabellen zouden we deze ramen op minder dan 13.500€ (werf van ongeveer 1 km lang met bakens en beperkte bijkomende markeringen). Zie Tabel 14 hieronder voor een detail van deze schatting en die van de hiernavolgende uitvoeringswijzen. Volgens input van dhr. Willem Van den Broeck lagen de kosten voor signalisatie in totaal echter rond de 100.000€ (onderliggende berekening/logica werd niet toegelicht).

Mogelijke alternatieven:

- **Uitvoeringswijze met afschermende constructie i.p.v. bakens**
 - o Technische haalbaarheid: technisch haalbaar. Evenwel zou dit betekenen dat de overblijvende rijstrook versmald dient te worden om toe te laten de afschermende constructie buiten de veiligheidszone te plaatsen.
 - o Impact op congestiekosten: de versmalde rijstrook heeft een licht lagere capaciteit dan een ongewijzigde rijstrook. Hierdoor nemen de geraamde congestiekosten bij uitvoering tijdens de schoolvakantie toe van 216.680€/dag naar 778.605€/dag, of bij uitvoering buiten schoolvakantie van 1.329.353€/dag naar 2.105.361€/dag.

- Impact op werfduur en werforganisatie:
 - Tijd voor het plaatsen van de signalisatie zou aanzienlijk langer zijn dan in de 'as is' uitvoering
 - Voor de plaatsing (en verwijdering) van de afschermende constructie zou de rijbaan tijdelijk afgesloten moeten worden. Dit geeft bijkomende uitdagingen op vlak van planning en communicatie.
 - Het betreft een werf met veel aan- en afvoer (m.a.w., met veel in- en uitrijdend werfverkeer). Het gebruik van een afschermende constructie, dewelke maar een beperkt aantal vaste in- en uitritten heeft, zou de werforganisatie en -logistiek aanzienlijk bemoeilijken, en de duurtijd van de werf wellicht verlengen.
- Impact op signalisatiekosten: de geschatte signalisatiekosten zijn ongeveer 4 keer hoger (57.760€) omwille van de afschermende constructie van ongeveer 800m lang, geflankeerd door een continue markering aan de verkeerszijde.
- Impact veiligheid:
 - Verhoogde veiligheid wegenwerkers
 - De plaatsing van de signalisatie verloopt veiliger, gezien de rijbaan hiervoor tijdelijk afgesloten wordt.
 - Extra congestie kan mogelijk het risico op filestaartongevallen doen toenemen.
- Globale beoordeling: dit is een haalbaar scenario, maar een trade-off is nodig. De uitvoering met afschermende constructie zou een invloed hebben op de congestiekosten, en de signalisatiekosten met ca. 44.000€ doen toenemen. Ook de werflogistiek zou wellicht moeizamer verlopen en mogelijk de duur van de werf verlengen. De veiligheid van de wegenwerkers zou aanzienlijk verbeteren, maar een verhoogd risico op filestaartongevallen kan optreden. Voor de plaatsing en verwijdering van de afschermende constructie zou de rijbaan tijdelijk afgesloten moeten worden, wat voor congestie zou zorgen op de R0 en de aanpalende wegen, hetgeen problematisch kan zijn voor verkeersveiligheid om de omliggende wegen.
- **Uitvoeringswijze 1 rijstrookbrede veiligheidszone: inname extra rijstrook voor uitvoering bakens + rijstrookbrede veiligheidszone.**
 - Technische haalbaarheid: Aangezien de binnenring slechts 2 rijstroken heeft, zou dit de facto het afsluiten van de rijbaan impliceren. Dit is niet haalbaar. Er zijn geen volwaardige alternatieven via het hoofd- of onderliggend wegennet.
- **Uitvoeringswijze 2 rijstrookbrede veiligheidszone: voorzien van een rijstrookbrede veiligheidszone door te werken met versmalde rijstroken.**
 - Technische haalbaarheid: Deze wijze is niet technisch haalbaar, aangezien het versmallen van de ene rijstrook die in gebruik blijft niet volstaat om een rijstrookbrede veiligheidszone te creëren.
- **Uitvoeringswijze 3 rijstrookbrede veiligheidszone: dit impliceert de facto het afsluiten van de binnenring; buitenring wordt uitgevoerd met behoud van 2 versmalde rijstroken, plus 1 spookstrook.**
 - Technische haalbaarheid: deze wijze is niet technisch haalbaar; er is onvoldoende ruimte om twee rijstroken te behouden in de rijrichting van de buitenring.
- **Uitvoeringswijze 4 rijstrookbrede veiligheidszone: dit impliceert de facto het afsluiten van de binnenring; buitenring wordt uitgevoerd met één rijstrook in iedere rijrichting.**
 - Technische haalbaarheid: technisch haalbaar
 - Impact op congestiekosten: geschatte congestiekosten zouden sterk verhogen naar 3.252.496€/dag bij uitvoering binnen schoolvakantie (zoals in 'as is' situatie het geval was). Dit is een verhoging met een factor 15 ten opzichte van het 'as is' scenario. Bij uitvoering van de werf buiten de schoolvakantie zou deze kost nog aanzienlijk hoger oplopen.
 - Impact op werfduur en werforganisatie:
 - De tijd voor het plaatsen van een afschermende constructie voor beveiliging van de spookstrook is aanzienlijk langer dan voor de plaatsing in het 'as is' scenario met bakens (vgl. uitvoeringswijze met afschermende constructie). Daar bovenop zijn er bijkomende werkzaamheden nodig voor de creatie van twee doorsteken door de middenberm.
 - Doordat de binnenring de facto wordt afgesloten voor het verkeer, kan de planning en uitvoering van de eigenlijke werf en bijbehorende logistiek optimaal verlopen. Indien hier in de planningsfase en in de onderhandelingen met de aannemer

voldoende aandacht aan wordt gegeven, kan dit potentieel leiden tot een kortere duurtijd van de eigenlijke werf.

- Omdat de binnenring de facto volledig dient te worden afgesloten, kan in principe over de volledige rijbaan worden gewerkt indien dat wenselijk/noodzakelijk is. Een werf waarbij uiteindelijk over de gehele breedte gewerkt dient te worden (hier minder van toepassing) en die vandaag zou worden uitgevoerd in twee fasen, zou hierdoor kunnen worden uitgevoerd in één fase.
- Impact op signalisatiekosten: flink hogere signalisatiekosten door de afschermende constructie die gebruikt wordt voor het dubbelrijden, waardoor doorlopende markeringen aan beide zijden ervan nodig zijn. Het realiseren (en achteraf weer dichtmaken) van de doorsteken maken het grootste deel uit van de totale geschatte signalisatiekost van zo'n €266.000.
- Impact veiligheid:
 - Maximale veiligheid voor wegenwerkers wegens afsluiting binnenring.
 - Extra risico op filestaartongevallen wegens aanzienlijke bijkomende congestie.
 - Globale beoordeling: impact op congestie (kosten en risico filestaartongevallen) is dusdanig groot dat dit scenario niet haalbaar wordt geacht.

Tabel 14 Kostenschatting voor de verschillende uitvoeringswijzen van werf R0 Groenendaal

Onderdeel	Zoals het was	AC ipv bakens	Uitvoeringswijze 4
Tijdelijke wegmarkeringen	12.000 €	28.000 €	48.000 €
Bakens	1490 €	960 €	2.560 €
Afschermende constructie		28.800 €	32.400 €
Doorsteek*			132.800 €
Totaal	13.490 €	57.760 €	265.760 €

*De middenberm is op de ene plaats ongeveer 2 m breed en op de andere plaats ongeveer 6 m breed. Doorsteken zijn ongeveer 100 m lang, wat een totaal maakt van ongeveer 800 m².

4.9.3 Werf herasfalteringswerken E314 (voorjaar 2022)

In het voorjaar van 2022 werden op de E314 ter hoogte van Maasmechelen herasfalteringswerken uitgevoerd over de volledige breedte van de rijbaan. De timing van dit onderzoek liet niet toe om deze werf als proeflocatie op te nemen. Desondanks illustreert deze goed dat het een uitdaging kan zijn om de principes van het ontwerp-dienstorder (afschermende constructie of rijbaanbrede veiligheidszone) te volgen bij werven op 2x2 wegen. De rijbaan bestaat hier uit twee rijstroken plus een pechstrook.

Op deze werf werden ettelijke kilometers wegdek over de volledige rijbaanbreedte vervangen tijdens twee kortdurende werven (tweemaal minder dan zeven dagen). Tijdens de eerste werf werd het asfalt vernieuwd van de linkerrijstrook en de helft van de rechterrijstrook. Het verkeer reed op de pechstrook. De bakens stonden halfweg tussen de pechstrook en de rand van de asfaltvernieuwing, waardoor in de feite een redresseerruimte en een veiligheidszone breder dan 0,5m werden gerealiseerd. Tijdens de tweede werf werd de rest van het asfalt vernieuwd, namelijk van de pechstrook en de rechterhelft van de rechterrijstrook. Hierbij reed het verkeer op de linkerrijstrook. De bakens stonden opnieuw halfweg tussen de rand van de linkerrijstrook en de rand van de asfaltvernieuwing.

Wanneer de principes van het ontwerp-dienstorder hierop worden toegepast, kan dit praktisch moeilijk haalbaar zijn. Wanneer over de lange afstand van deze werf een afschermende constructie geplaatst zou worden, zou deze voor het tweede deel van de werken verschoven moeten worden. Dit geeft een aanzienlijke meerkost voor de korte duurtijd van deze werkzaamheden, en geeft aanleiding tot mogelijke veiligheidsissues en bijkomende verkeershinder als gevolg van het (ver)plaatsen van de afschermende constructie. Wanneer zou geopteerd worden voor bakens met een rijstrookbrede veiligheidszone, ontstaat een praktisch probleem wanneer de rechterrijstrook geherasfalteerd moet worden. Aangezien deze in het midden tussen een pechstrook en de linkerrijstrook ligt, is het niet mogelijk een rijstrookbrede veiligheidszone te realiseren en zou een doorstrook door de middenberm in combinatie met een spookstrook gerealiseerd moeten worden. Dit

geeft hinder voor de andere rijbaan, bijkomende werven (met bijbehorende veiligheidsrisico's) voor het aanleggen en opbreken van de doorsteken en het plaatsen/verwijderen van de afschermdende constructie voor de spookstrook.

De consequenties van het toepassen van de principes van het dienstorder hebben in dit geval dus aanzienlijke implicaties. De algemene consensus is echter dat de manier waarop deze werf werd uitgevoerd (met in de feiten dus een halve rijstrook als veiligheids- en redresseerzone) reeds een aanzienlijk veiligere situatie was voor de wegenwerkers dan de werven op de R0 en de E403.

Evenwel hoeft dit niet te betekenen dat het op 2x2-wegen per definitie onhaalbaar is om aan de principes van het dienstorder te voldoen. Een tegenvoorbeeld kan de vervanging van een brugvoeg over de volledige breedte van de weg zijn. Dit is een zeer lokale, kortdurende werf (meestal één weekend). Dit voorbeeld is onderhevig aan dezelfde bedenkingen als hierboven. Het voornaamste verschilpunt is echter de fysieke lengte van de weg. Aangezien deze werf slechts een zeer korte lengte heeft, zou men toch kunnen overwegen om te opteren voor een tijdelijke afschermdende constructie. Het verplaatsen van een korte tijdelijke afschermdende van bijvoorbeeld 100m is praktisch beduidend haalbaarder dan het verplaatsen van een tijdelijke afschermdende constructie op een werf van kilometers lang.

Conclusie 4.9 Uitvoeringskosten:

- **De geplande wijzigingen in het dienstorder om de veiligheid van de wegwerkers te verbeteren, kunnen de kosten van signalisatie globaal gezien aanzienlijk verhogen. Hiermee moet rekening worden gehouden in de budgetten**
- **Werken met een tijdelijke afschermdende constructie is vele malen duurder dan met bakens.**
- **Het realiseren van een spookstrook met doorsteken in de middenberm en bijhorende afschermdende constructie is een zware extra investering.**

Afweging:

- **Wanneer het realiseren van een rijstrookbrede veiligheidszone zou leiden tot de noodzaak om een spookstrook en bijhorende doorsteken van de middenberm te realiseren, kan het budgettair zinvol zijn om toch terug te kijken richting een afschermdende constructie; deze zal in de regel beduidend minder duur uitvallen en biedt een betere bescherming van de wegwerkers.**
- **Er kan een afweging ontstaan tussen uitvoeringskosten en congestiekosten. Uitvoeringskosten zijn een reële budgettaire uitgave die AWW moet dragen, waar congestiekosten eerder 'abstracte' kosten zijn die afgewenteld worden op zeer veel partijen. Desondanks kunnen de economische congestiekosten in verhouding tot de uitvoeringskosten zeer hoog oplopen. Wanneer een hogere uitgave voor uitvoeringskosten de congestiekosten aanzienlijk zou kunnen reduceren, kan het voor AWW verantwoordbaar zijn om deze kosten te maken.**

4.10 Technische sessie 30/08/2022

4.10.1 Doelstelling van de sessie

De doelstelling van de technische sessie was om praktijkervaring en kennis die bij AWW in-huis aanwezig is te capteren. Volgende kennishiaten identificeerden we, waarop we in een technische sessie verder in wilden gaan:

- Rol van AWW versus de aannemer wat betreft invulling van werforganisatie/inrichting
- Welke variabelen beïnvloeden keuze van werforganisatie/inrichting?

- Haalbaarheid van de 'nieuwe' mogelijkheid 'rijstrookbrede veiligheidszone'
- Indeling/gebruik veiligheidszone
- Wat is de impact van de gekozen zijdelingse afbakening op werflogistiek en operationele uitvoering?

4.10.2 Rol AWV vs aannemer

Tot op welk detailniveau wordt de werfinrichting (voor wat betreft afbakening & signalisatie) voorgeschreven door AWV? Hoeveel ruimte voor eigen invulling is er voor de aannemer?

- Hoofdkeuzes worden gemaakt door AWV volgens objectieve criteria: kosten, minder hinder etc. Het meeste wordt in detail voorgeschreven door AWV. Overleg met de aannemer is mogelijk na gunning; vaak worden er dan toch nog een aantal aanpassingen doorgevoerd.
- Voor onderhoudswerken die vaak maar 1 nacht duren moet gekeken worden naar haalbaarheid. Vaak zijn dit ook dringend uit te voeren werken waardoor er weinig ruimte is voor voorafgaandelijk overleg.
- Aandachtspunt: In- en uitrijden werf: de aannemer bepaalt zijn eigen logistiek in overleg met AWV.

Hoe kunnen we voorkomen dat de keuze van werfinrichting op een voor de arbeiders onveilige manier gebeurt?

- AWV weet niet hoe de aannemer zijn werf uitvoert, maar het is goed dat AWV daarover in overleg gaat. Het is wenselijk om hiervoor best practices te ontwikkelen
- Een alternatief voor het onderhoud van een volledige rijstrook, is om deze uit te voeren door twee keer een halve rijstrook te doen, maar dit is niet wenselijk omwille van kwaliteitsredenen (naden)
- Aandachtspunten:
 - o dienstorder met tijdsvensters waardoor het aantal ingenomen rijstroken een impact heeft op het tijdstip van de werven (dag/nacht werk (indien meerdere rijstroken))
 - o willen aannemers wel dat er steeds meer werven in nachtwerk dienen te gebeuren...? Dit zal vaak het geval zijn bij toepassing van rijstrookbrede veiligheidszone

Hoe sterk dient de controlefunctie van AWV te zijn voor wat betreft het controleren van de werfsignalisatie en –inrichting?

- Strikte controles op werfsignalisatie zijn wenselijk omdat dit belangrijk is voor veiligheid. Controles zijn nodig om te zorgen dat de aannemer zich effectief houdt aan de afspraken en richtlijnen.
- Vandaag is het aantal controles beperkt omdat (1) hiervoor weinig resources beschikbaar zijn (deze taak ligt nu bij de werfcontroleurs, terwijl dit vroeger de taak was van een apart team; het effectieve aantal controles hangt deels af van de prioriteiten die de werfcontroleur zelf legt); (2) vaak krijgen problemen die worden aangekaart geen verdere opvolging binnen AWV.
- Het is belangrijk om de verantwoordelijkheid van de aannemer hierin te versterken

4.10.3 Variabelen die bepalend zijn voor keuze werfinrichting

Zie jamboard 1

type werf (asfalt, geluidsscherm...)	Tim	1. Invloed op keuze werfinrichting									
		Verwaarloosbare invloed			Relevante invloed			stefaan ds Zeer bepalende invloed			
Verkeersdrukke (intensiteit)					Gerd	Tim	Nicola	Lode Cloes	Willem	Lode Cloes	ilip stefaan ds Sofie van Deursen
Aantal rijstroken					Filip		Lode Cloes	Willem	Nicola	Gerd	Tim Sofie van Deursen stefaan ds
Duurtijd werf					Filip	Lode Cloes	Gerd		Nicola	Willem	Filip Flement stefaan ds Sofie van Deursen
Lengte werf (in afstand)		stefaan ds	Gerd	illem	Sofie van Deursen	Filip	Tim	Nicola			
Veiligheid					Kurt	Filip		Lode Cloes	Willem	Gerd	Tim Sofie van Deursen stefaan ds Kurt
Wanneer er gewerkt wordt ('s nachts; weekend; werkdag...)					Filip	Willem	wout	Gerd	Nicola	stefaan ds	Tim Sofie van Deursen Lode Cloes Kurt
Aanwezigheid op-/afritten in/nabij werkzone		stefaan ds	Gerd	ilip	wout	Willem	Tim	Nicola	Sofie van Deursen		
Kostprijs werfinrichting		Gerd	Filip	Lode Cloes	stefaan ds	Willem	Sofie van Deursen	Nicola			
..advies WPR			stefaan ds	Filip	Gerd	Willem	Sofie van Deursen	Tim			
..minder hinder	Heeft de werf invloed op buurland				Gerd	Willem		Lode Cloes		Tim	

Aandachtspunten:

- Advies wegpolytie ook mee opnemen als relevante variabele
- Er is een bepalende rol weggelegd vanuit de optiek van 'minder hinder', in het bijzonder
 - o combinatie met andere werven in de omgeving, ook op lokale wegen. Afstemming tussen werven waarbij verschillende entiteiten vergunningverlener zijn blijkt in de praktijk moeilijk
 - o de combinatie met richtlijnen in buurlanden is complex voor werven die in de buurt van de landsgrenzen plaatsvinden (signalisatierichtlijnen verschillen)
- De veiligheid van alle weggebruikers moet bewaakt worden, niet enkel die van de arbeiders
- Een bedenking die wordt opgeworpen is welke rol AWV (terug) kan spelen in het zelf aankopen van bepaald materiaal, in plaats van dit altijd uit te besteden. Door een deel terug in-huis uit te voeren kunnen de oplopende signalisatiekosten mogelijk teruggedrongen worden?
- Elke werf is en blijft maatwerf. Dit impliceert dat keuzes moeten uitgelegd kunnen worden. De voorkeur is dan ook te streven naar een kader van best practices en richtlijnen, eerder dan een strikt dienstorder.

4.10.4 Haalbaarheid rijstrookbrede veiligheidszone

Wat zijn de verwachte effecten van de rijstrookbrede veiligheidszone?

Zie jamboard 2

Naam	Naam	Naam	Naam	Naam	2. Verwachte effecten rijstrookbrede veiligheidszone															
Element	Zeer negatief				Licht negatief				Neutraal		Licht positief				Zeer positief					
Veiligheid arbeiders												V. Lode Cloes	Gerd	Tim B	van den	Philip	icola	Bart	Johan H	Filip
Veiligheid bestuurders				Sofie van Deursen	Wout	Tim B	Philip	Willem	Filip		Johan H	Gerd	Nicola	Lode Cloes	Bart					
Congestie (VVU)	Kurt	Sofie Deursen	Lode Cloes	Gerd	Bart	Tim B	icola													
Kostprijs werfinrichting	Sofie van Deursen		Willem	Lode Cloes	Tim B		Bart	Johan H		Wout	Filip	Gerd	icola							
Efficiëntie werfuitvoering / duurtijd van werf	Sofie Deursen	Johan H	Willem	Filip	Kurt	Bart	Lode Cloes	Nicola	Tim B	Philip	Gerd									
Effect op werforganisatie			Willem	Bart					Johan H	Tim B	Philip	Lode Cloes	Wout	Sofie Deursen	Gerd	Filip	Nicola			
Snelheidsgedrag bestuurders ...				Willem	Philip	Wout	Kurt	Nicola	Sofie van Deursen	Johan H	Bart	Lode Cloes	Gerd	Tim B						
...																				
...																				
...																				
...																				

- Men verwacht unaniem dat een rijstrookbrede veiligheidszone de veiligheid van de arbeiders kan verbeteren. Daar staan echter een aantal effecten tegenover waarvan de meerderheid verwacht dat ze negatief zijn, vooral congestie, de kostprijs en de efficiëntie van de werfuitvoering.
- We moeten opletten geen verkeerd gevoel van veiligheid te creëren:
 - o De meeste ongevallen gebeuren intern binnen de werf, niet met extern verkeer
 - o Het gedrag van de arbeiders op de werf hangt ook mede af van de beschikbare plaats
 - o Kan een rijstrookbrede veiligheidszone een verkeerd gevoel van veiligheid creëren? Een voorbeeld hiervan kan zijn dat op de E40 de aannemer de veiligheidszone blijkt te gebruiken als buffer (stockage/manoeuvre ruimte)
- Effect op de werforganisatie:
 - o Mogelijk gunstig effect: het gebruik van de veiligheidsstrook om manoeuvres of logistiek te verbeteren kan de werf efficiënter (en daarmee korter) maken
 - o Mogelijk ongunstig effect: indien de aannemer zijn werf indeelt in meerdere kleine fasen omwille van doorstroming verkeer

Hoeveel bijkomende file is aanvaardbaar?

- Bij deze afweging moeten volgende zaken opgeteld worden: meerkost als bouwheer, verlieskost voor file/onveiligheid op verkeer, statistische impact op gewonden en doden ...
- De afweging wat aanvaardbaar is, is een keuze waarin een rol is weggelegd voor de politiek
- Filestaartaanrijdingen lijken de laatste jaren te verminderen. Er wordt dan ook sterk ingezet op het terugdringen daarvan
- Mogelijk moet AWW overwegen om bepaalde materialen voor filestaartbeveiliging (bv. tekstkarren, mobiele portieken,...) terug zelf aan te kopen om de veiligheid te kunnen verhogen aan een lagere prijs

Zijn er situaties waar een rijstrookbrede veiligheidsstrook niet mogelijk is?

- Het gebruiken van de rechter rijstrook als veiligheidsstrook (3m) is een zware eis in Antwerpen die reeds 10 jaar van toepassing is. Deze veiligheidsstrook mag multifunctioneel gebruikt worden voor hulpdiensten en werflogistiek. De richtlijn is hierbij wel dat overdag minimaal twee rijstroken in iedere rijrichting behouden kunnen worden
- Werken op de rechterrijstrook kunnen daardoor enkel 's nachts plaatsvinden (immers kan er dan geen rijstrookbrede veiligheidszone worden uitgevoerd)
- Een werf is plaatsgebonden en een brede veiligheidszone is niet overal haalbaar volgens sommigen (bv. Brusselse Ring)

4.10.5 Indeling/gebruik veiligheidszone

In het dienstorder wordt de rijstrookbrede veiligheidszone gezien als één zone die volledig vrij dient te blijven. Kan deze ruimte eventueel multifunctioneel ingezet worden?

- In Antwerpen heeft men ervaring met het gebruik van deze veiligheidszone voor werflogistiek en hulpdiensten. De ervaringen hiermee zijn positief.
- In de context van wegenwerken moet een arbeider vaak gezien worden als een voetganger, daar deze zich onbeschermd op de rijbaan begeeft. Het is belangrijk hen de kans te geven om zich veilig te voet te kunnen verplaatsen
- Bij het asfalteren van de toplaag kan om kwaliteitsredenen overwogen om te werken in de veiligheidszone om zo weinig mogelijk naden te creëren
- Zie ook jamboard 4

Is het wenselijk om de ruimte-inname van de veiligheidszone flexibel te maken (= bakens soms opschuiven)? Opsommen voor- en nadelen

Zie jamboard 3

3. Flexibele veiligheidszone?



- Het probleem is dat druk verkeer én werven vaak beiden overdag zijn; dan heeft het weinig nut om met een flexibele veiligheidszone te werken
- Een nadeel is dat er bij een flexibele veiligheidszone geen herkenbaarheid voor weggebruikers / wegwerkers is
- Dit concept wordt reeds toegepast voor bepaalde werven (betonherstellingen) – na kritische werfactiviteiten wordt de rijstrook vrijgegeven (vanaf 3-4u zonder werfactiviteit)
- Een werf met véél ruimte zonder werfactiviteit is frustrerend voor de weggebruikers. Flexibiliteit zou de aanvaardbaarheid van wegenwerken voor weggebruikers kunnen verhogen

4.10.6 Impact werflogistiek en operationele uitvoering

In welke mate of voor welke activiteiten zijn inbreuken op de veiligheidszone eventueel aanvaardbaar of zelfs wenselijk?

[Zie jamboard 4](#)

4. Inbreuken op veiligheidszone			
Element	Onaanvaardbaar	Tolereerbaar	Wenselijk
Manoeuvreren met machines/voertuigen		Tim, Lode, Sofie, Willem, Gerd, Tim B	
Eigenlijke werken (bv asfalteren)	Gerd, Filip, Johan H, Tim B, Sofie van Deursen, Lode Cloes, Wout	Willem, enkel asfalt toplaag	
Stockeren werkmateriaal	Tim B, Gerd, Johan H, Kurt, Sofie Deu, Willem, F wout		
Stockeren grondstoffen	Tim B, Gerd, Willem, Sofie van Deursen, Lode Cloes, Filip		
Kort wegzetten van voertuigen of machines	Tim B, Johan H, Lode Cloes, Sofie Deu, Willem, Wout	Gerd, Tim	
Lang parkeren van voertuigen of machines	Tim B, Gerd, Filip, Johan H, Sofie van Deursen, Willem, Wout		
Aanrijden werfleveringen		Lode Cloes, Tim B, Sofie van Deursen (voertuig verhoogd iemand is), Willem, Filip, Gerd, Johan H	Tim
Hulpdiensten ...		Filip	Tim B, Wout, van der, Willem, Tim Ku, Gerd, Johan H
Plaatsen van sanitair ;)	Tim B, Filip, Tim, Johan H, Sofie van Deursen, Lode Cloes, Gerd		
...			

- Het gebruiken van de veiligheidszone voor langdurige elementen zoals stockeren van grondstoffen, materialen, machines,... wordt door de meeste deelnemers van de sessie onaanvaardbaar geacht.
- Kortdurende elementen vindt men beter tolereerbaar. Daarbij gaat het over zeer uitzonderlijke activiteiten/voertuigbewegingen, zoals het aanrijden van werfleveringen of het manoeuvreren met machines of voertuigen.
- De meeste leden geven aan dat het wenselijk is dat hulpdiensten van de veiligheidszone gebruik kunnen maken.

Hoeveel meerwaarde is er voor de aannemers als ze meer ruimte zouden krijgen? Hoeveel efficiëntiewinst is daarbij mogelijk?

- Extra ruimte kan via maatwerk de efficiëntie van de werf verhogen, maar dit moet goed opgevolgd worden door AWW, bv. door te linken aan kortere uitvoeringstermijn
- Aandachtspunten

- Meerwaarde hangt ook van type werven / werkzaamheden (bv. bij asfalteren zal extra ruimte niet leiden tot sneller werken)
- Wanneer er minder ruimte beschikbaar is, wordt er sterker gefocust op efficiëntie. Meer ruimte geven kan ook leiden tot inefficiënter werken waardoor de winst tenietgedaan wordt.
- Meer ruimte geven waarin niet gewerkt kan worden (i.e. bredere veiligheidsstrook) geeft slechts minimale efficiëntiewinst omdat enkel manoeuvreerruimte toegelaten is.

Bij welke fasen van de werf of bij welke werkzaamheden weten jullie uit ervaring dat het moeilijk is om de veiligheidszone te respecteren?

- Asfaltwerk
- Plaatsen van specifieke signalisatie

Conclusies 4.10 Technische sessie:

- **Iedere werf is maatwerk, dus het is wenselijk te streven naar best practices en een afwegingskader, eerder dan naar een strikt dienstorder**
- **Variabelen die de deelnemers aangaven als meest relevant voor de keuze van de werfinrichting zijn veiligheid, verkeersdruk, aantal rijstroken, duurtijd werf, en tijdsvenster van de werkzaamheden**
- **De deelnemers zijn ervan overtuigd dat een rijstrookbrede veiligheidszone de veiligheid van de arbeiders verbetert, maar een negatieve invloed kan hebben op congestie, werfinrichtingskosten en efficiëntie/duurtijd van werfuitvoering**
- **Er is consensus dat een zeer beperkt gebruik van de veiligheidszone (zeker in geval van een rijstrookbrede veiligheidszone) aanvaardbaar of zelfs wenselijk kan zijn. Het gaat hierbij vooral over manoeuvreren met machines/voertuigen (korte duur, significante verbetering efficiëntie werf, in-/uitrijbewegingen vermijden) en gebruik door hulpdiensten**

5 Risicoanalyse

In onderstaande tabel wordt een risicoanalyse gegeven waarin de verschillende mogelijke veiligheidsrisico's die optreden worden opgelijst. Hierbij wordt voor de drie hoofdtypen van signalisatie die in deze studie (bakens met smalle veiligheidszone van 0,5m, bakens met rijstrookbrede veiligheidszone, en afschermende constructie met werkingsbreedte 0,80m) de kans op het optreden van dit risico, en de ernst indien dit risico optreedt, vergeleken. Dit gebeurt op een kwalitatieve manier, met een ordinale schaal waarbij we het onderscheid maken tussen 'zeer laag (○○○)', 'laag (●○○)', 'gemiddeld (●●○)', en 'hoog (●●●)'.

Het is niet mogelijk om een kwantitatieve beoordeling te geven van de verschillen tussen de types opstellingen; daarvoor ontbreken immers de nodige harde data. De bedoeling is echter om een indicatie te kunnen geven van de richting van effect tussen de verschillende types signalisatie. De oplijsting en de inschattingen van kans en ernst wordt weergegeven in onderstaande tabel. Risico's die zowel een hoge kans op plaatsvinden als een hoge ernst hebben zijn daarbij uiteraard het meest problematisch.

We merken hierbij op dat ongevallen die puur intra-werf gebeuren (dus waarbij geen externe weggebruiker betrokken is) buiten de scope van deze analyse vallen.

De tabel start bij deel A met een analyse van de risico's voor de wegarbeiders. Deel B van de tabel omvat de risico's voor de weggebruikers. Dit onderscheid is belangrijk, omdat een bepaald risico aanwezig kan zijn voor zowel de wegarbeider als voor de weggebruiker, maar een andere evaluatie kan hebben. Bijvoorbeeld, het risico dat de plaatser van de signalisatie wordt aangereden door een voertuig, geldt voor zowel de wegarbeider als de weggebruiker. Echter, de ernst indien dit risico zich zou voordoen is hoger voor de wegarbeider aangezien deze zich vaker in een onbeschermd situatie zal bevinden. Bij zowel de risico's van de wegarbeider als van de weggebruiker wordt zowel gekeken naar de fase van het opstellen/verwijderen van de signalisatie als naar de eigenlijke werffase.

Tabel 15 Risicoanalyse

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
A) Risico's voor de <u>wegarbeiders</u>							
A.1) Tijdens het opstellen/verwijderen van de signalisatie							
De plaatsers van de signalisatie worden aangereden door een voertuig	●●○ (●●●)	●●●	●●○ (●●●)	●●●	●●○	●●○	Voor het plaatsen van bakens begeven arbeiders zich te voet op de rijbaan. In principe is het de bedoeling dat voor het plaatsen van de bakens zowel de rijstro(o)k(en) die door de bakens worden afgeschermd als de langsliggende rijstrook worden ingenomen. In de praktijk blijkt dat deze langsliggende rijstrook niet steeds wordt onttrokken van het verkeer. Op de werf van de E403 waar we de plaatsing van de signalisatie bijwoonden, was dat niet het geval. Daardoor begaven ze zich voor de plaatsing van de bakens tot vlak tegen de nog in gebruik zijnde rijstrook, of wanneer men de voet van de bakens sleepte, zelfs tot net op deze rijstrook. Hoewel de observaties toonden dat de arbeiders hierbij zeer aandachtig te werk gingen, achten we de kans op een ongeval hierbij toch reëel, en

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							aangezien een dergelijk ongeval aan hoge snelheid zou zijn, zou de afloop zeer ernstig kunnen zijn. Bij de plaatsing van een afschermende constructie wordt eveneens de langliggende rijstrook tijdelijk onttrokken van het verkeer. Bij de observatie van de plaatsing van de afschermende constructie op de E40 stelden we vast dat dit hier correct gebeurde. Hierbij blijkt wel dat in vergelijking met de plaatsing van de bakens de arbeiders vaker in een voertuig zitten in plaats van te voet op de rijbaan zijn. Daarom beoordelen we de ernst iets lager in het geval van de plaatsing van de afschermende constructie. De kans op aanrijden achten we gelijkaardig in de veronderstelling dat ook bij de bakens een extra rijstrook onttrokken wordt van het verkeer, zoals in principe aanbevolen wordt. Indien bij de plaatsing van bakens niet geopteerd wordt voor het onttrekken van de langliggende rijstrook voor het verkeer, verhoogt de kans dat het risico zich voordoet naar de hoogste categorie (waarde tussen haakjes)
Een botsabsorbeerder wordt aangereden door een voertuig	●●○	●○○	●●○	●○○	●●●	●○○	Uit de literatuur blijkt dat het aanrijden van botsabsorbeerdere relatief vaak voorkomt. De kans dat een botsabsorbeerder wordt aangereden door een weggebruiker is hoger bij het plaatsen van een tijdelijke afschermende constructie, aangezien het plaatsen hiervan beduidend langer duurt dan het plaatsen van bakens. Vanuit het oogpunt van de arbeiders is dit risico relatief laag, aangezien de arbeider die eventueel aanwezig is in de botsabsorbeerder mee beschermd wordt door de energieabsorberende kenmerken ervan. Indirect kan dit ook een rol spelen in het scenario van een rijstrookbrede veiligheidszone wanneer een spookstrook in de tegenovergestelde rijrichting wordt gecreëerd, aangezien deze ook door een afschermende constructie zal afgescheiden worden.
A.2) Tijdens de werffase							
De signalisatie wordt aangereden door een voertuig	●●●	●●●	●●●	●●○	●●○	●○○	De kans op aanrijden van bakens is hoog (uitgaande van plaatsing tegen de rijstrookmarkering, zoals voorzien).

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermdende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							Wanneer bakens worden aangereiden, kunnen zij een gevaarlijk projectiel vormen voor de arbeiders De kans dat brokstukken van aangereiden bakken tot in de werfzone vliegen is door de grotere afstand kleiner bij de opstelling met rijstrookbrede veiligheidszone. De kans dat een afschermdende constructie wordt aangereiden schatten we iets lager in, aangezien weggebruikers geneigd zijn hier iets meer afstand toe te behouden. Wanneer dit gebeurt is de ernst voor de arbeiders laag; immers wordt het aanrijdend voertuig in principe gekeerd door de constructie en zouden er geen grote brokstukken tot in de werfzone mogen vliegen. De voornaamste risicopunten zijn de beginstukken van de afschermdende constructie, dewelke vaak afgeschuind zijn en op die manier kunnen fungeren als een 'schans' die een voertuig in de werfzone zou kunnen katapulteren.
Puin/steentjes op het wegdek worden door het voorbijrijdende voertuigen de werfzone in geprojecteerd	●●●	●○○	●●○	●○○	○○○	●○○	De kans dat puin/steentjes tot in de werfzone vliegen is door de grotere afstand kleiner bij de opstelling met rijstrookbrede veiligheidszone. Een afschermdende constructie houdt puin/steentjes goed tegen. De ernst van dit risico wordt hoe dan ook laag beschouwd aangezien het kleine objecten betreft die meestal ook niet zo hoog zullen opvliegen. Het risico betreft dus vooral lichte verwondingen aan de onderste ledematen.
Een bestuurder verliest de controle en rijdt de werf in	●●○	●●●	●○○	●●○	○○○	●○○	De kans dat een voertuig de controle verliest en de werfzone inrijdt is het hoogste bij de bakens met smalle veiligheidszone, aangezien het doorrijdende verkeer daar het dichtst bij de werfzone rijdt en er geen fysieke afscheiding is. Indien dat gebeurt is de ernst zeer hoog. Bij de rijstrookbrede veiligheidszone is de kans dat het voertuig tot in de werfzone doordringt door deze grotere afstand kleiner. Ook de ernst schatten we een trapje lager in, aangezien de voertuigen extra ruimte hebben om af te remmen in de veiligheidszone.

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							Hoewel niet uitgesloten, is bij een afschermende constructie de kans dat een voertuig de werfzone inrijdt kleiner (hoewel in geval van een vrachtwagen nog steeds reëel). De ernst wordt ook het laagst ingeschat omdat een eventueel voertuig dat toch door of over de afschermende constructie heen zou rijden wellicht aanzienlijk vertraagd wordt.
Een bestuurder misinterpreteert de signalisatie en rijdt de werf in	●○○	●●○	●○○	●●○	○○○	●●○	Wanneer een voertuig door een foute interpretatie van de signalisatie de werf inrijdt, beoordelen we de ernst voor de arbeider gemiddeld (aangezien dit niet noodzakelijk impliceert dat deze automatisch arbeiders of materialen zou aanrijden). In theorie kan een weggebruiker op elk punt tussen bakens doorrijden en zo de werf inrijden. Bij een afschermende constructie is dit enkel op specifiek voorziene in- en uitritten van de werf. Het risico wordt daarom zeer laag beschouwd bij afschermende constructies. Bij de rijstrookbrede veiligheidszone is de kans dat een voertuig tot in de <u>veiligheidszone</u> rijdt relatief hoog. De 'lege' rijstrook kan door een weggebruiker geïnterpreteerd worden als 'open voor verkeer'. De kans dat men echter ook de effectieve <u>werfzone</u> binnenrijdt schatten echter niet hoger in dan bij de bakens met smalle veiligheidszone omdat er door de bredere afstand tot de werfzone meer tijd is om zich te realiseren dat men de signalisatie verkeerd interpreteert.
Een bestuurder rijdt bewust de werf in (bv. om file te vermijden of om van de rijbaan af te gaan in geval van een defect aan het voertuig)	●○○	●●○	●●○	●●○	○○○	●●○	Wanneer een voertuig door een bewuste actie de <u>werf</u> inrijdt, beoordelen we de ernst voor de arbeider gemiddeld (aangezien dit niet noodzakelijk impliceert dat deze automatisch arbeiders of materialen zou aanrijden). In theorie kan een weggebruiker op elk punt tussen bakens doorrijden en zo de werf inrijden. Bij een afschermende constructie is dit enkel op specifiek voorziene in- en uitritten van de werf. Het risico wordt daarom zeer laag beschouwd bij afschermende constructies. Bij de rijstrookbrede veiligheidszone is de kans dat een voertuig tot in de <u>veiligheidszone</u> rijdt relatief hoog. De 'lege' rijstrook kan weggebruikers uitnodigen om hiervan misbruik te maken, bijvoorbeeld om de file voorbij te steken. Dit gedrag werd op de

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							proefwerf op de E40 inderdaad vastgesteld (zeer uitzonderlijk). Het is onzeker of dit ook de kans dat men de eigenlijke <u>werfzone</u> binnenrijdt verhoogt, maar omdat dit mogelijk het geval zou kunnen zijn, beoordelen we de kans hierop een trapje hoger bij de rijstrookbrede veiligheidszone in vergelijking met de smalle veiligheidszone.
Een bestuurder rijdt in op in- of uitrijdend werfverkeer	●●○	●●●	●○○	●●○	●○○	●●○	De kans op aanrijdingen met uitrijdend werfverkeer lijkt het hoogst bij de bakens met smalle veiligheidszone. Andere werfvoertuigen, machines, materialen,... kunnen zich tot kort bij de rijbaan bevinden en het zicht of de aandacht ontnemen van een uitrijdend voertuig. Ook kan het voor de weggebruiker onduidelijk zijn of een voertuig de werf zal uitrijden, dan wel dat deze enkel aan het manoeuvreren is binnen de werf. Werfvoertuigen kunnen in theorie op ieder punt de rijbaan op- of afrijden. De beelden van de werf op de R0 in Groenendaal bevestigden dat uitrijbewegingen op diverse manieren verliepen en soms leidden tot potentieel gevaarlijke interacties. Bij de rijstrookbrede bakens wordt deze kans iets lager ingeschat aangezien het verkeer beter zicht heeft op het uitrijdende voertuig en ook vroeger kan opmerken dat dit de werf aan het uitrijden is door de bredere veiligheidszone. Bij afschermende constructies kan de factor 'zicht' minder goed zijn (cfr. bakens met smalle veiligheidszone), maar zijn er minder uitrijpunten waardoor het aantal mogelijke conflictpunten kleiner is. Ook lijken de mogelijkheden voor veilig accelereren om in het verkeer in te voegen met een lager snelheidsverschil hier beter. Het risico op het aanrijden van werfverkeer dat de werf inrijdt achten we redelijk gelijkaardig voor de drie scenario's, aangezien in ieder scenario een voertuig dat plots afremt en de werf indraait een risico loopt om langs achteren aangereden te worden. De ernst van dit risico achten we, vanuit de optiek van de wegwerker (in dit geval dus de bestuurder van het werfvoertuig), middelgroot voor de scenario's met afschermende constructie en rijstrookbrede veiligheidszone. Bij bakens met smalle veiligheidszone schatten we in dat het snelheidsverschil bij een aanrijding hoger kan

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							liggen dan bij de andere scenario's, waardoor we de ernst hoger inschatten.
B) Risico's voor de <u>weggebruiker</u>							
B.1) Tijdens het opstellen/verwijderen van de signalisatie							
De plaatsers van de signalisatie worden aangereden door een voertuig	●●○	●○○	●●○	●○○	●●○	●●○	Bij het plaatsen van bakens bevinden de arbeiders zich vaak te voet op de rijbaan. De ernst van het aanrijden is, vanuit het oogpunt van de passerende weggebruiker, relatief gezien minder ernstig aangezien het risico hier vooral bij de arbeider. Bij de plaatsing van een afschermende constructie ligt dat anders aangezien de arbeiders zich vaker in/op een voertuig bevinden. Dit geeft een verhoogd risico voor de weggebruiker.
Een botsabsorbeerder wordt aangereden door een voertuig	●○○	●●○	●○○	●●○	●●○	●●○	Uit de literatuur blijkt dat het aanrijden van botsabsorbeerdere relatief vaak voorkomt. De kans dat een botsabsorbeerder wordt aangereden door een weggebruiker is hoger bij het plaatsen van een tijdelijke afschermende constructie, aangezien het plaatsen hiervan beduidend langer duurt dan het plaatsen van bakens. Vanuit het oogpunt van de weggebruiker kan de ernst van dergelijke aanrijdingen relatief hoog zijn, ondanks het feit dat deze constructies net zo ontworpen zijn dat ze de botsenergie maximaal absorberen.
B.2) Tijdens de werffase							
De signalisatie wordt aangereden door een voertuig	●●●	○○○	●●●	○○○	●●○	●●○	De kans op aanrijden van bakens is hoog (uitgaande van plaatsing tegen de rijstrookmarkering, zoals voorzien). De kans dat een afschermende constructie wordt aangereden schatten we iets lager in, aangezien weggebruikers geneigd zijn hier iets meer afstand toe te behouden. De ernst van het aanrijden van bakens is vanuit het oogpunt van de weggebruiker zeer laag; de kans dat zij hierdoor gewond raken is zeer minimaal. De kans op verwondingen bij het aanrijden van een afschermende constructie is iets hoger. De meeste aanrijdingen gebeuren in een zeer schuine hoek en zullen weinig ernstig zijn. Echter, de beginstukken van een tijdelijke afschermende constructie

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							zijn hierbij een bijzonder gevaarlijk punt aangezien deze enkel afgeschuind zijn en dus kunnen fungeren als een soort 'schans'.
Een bestuurder verliest de controle en rijdt de werf in	●●○	●●○	●○○	●○○	○○○	●●○	De kans dat een voertuig de controle verliest en de werfzone inrijdt is het hoogste bij de bakens met smalle veiligheidszone, aangezien het doorrijdende verkeer daar het dichtst bij de werfzone rijdt en er geen fysieke afscheiding is. Indien dat gebeurt is de ernst relatief hoog. Bij de rijstrookbrede veiligheidszone is de kans dat het voertuig tot in de werfzone doordringt door deze grotere afstand kleiner. Ook de ernst schatten we een trapje lager in, aangezien de voertuigen extra ruimte hebben om af te remmen in de veiligheidszone. Hoewel niet uitgesloten, is bij een afschermende constructie de kans dat een voertuig de werfzone inrijdt klein. Wanneer dat gebeurt kan de ernst hoog zijn, hoewel het ook kan zijn dat de eerste aanrijding van de afschermende constructie zelf reeds sterk remmend heeft gewerkt (maar op die manier wellicht reeds bijdraagt aan een mogelijk ernstige afloop)
Een bestuurder misinterpreteert de signalisatie en rijdt de werf in	●○○	●●○	●○○	●●○	○○○	●●○	Wanneer een voertuig door een foute interpretatie van de signalisatie de werf inrijdt, beoordelen we de ernst voor de weggebruiker gemiddeld (aangezien dit niet noodzakelijk impliceert dat deze automatisch iets of iemand in de werfzone zou aanrijden). In theorie kan een weggebruiker op elk punt tussen bakens doorrijden en zo de werf inrijden. Bij een afschermende constructie is dit enkel op specifiek voorziene in- en uitritten van de werf. Het risico wordt daarom zeer laag beschouwd bij afschermende constructies. Bij de rijstrookbrede veiligheidszone is de kans dat een voertuig tot in de <u>veiligheidszone</u> rijdt relatief hoog. De 'lege' rijstrook kan door een weggebruiker geïnterpreteerd worden als 'open voor verkeer'. De kans dat men echter ook de effectieve <u>werfzone</u> binnenrijdt schatten echter niet hoger in dan bij de bakens met smalle veiligheidszone omdat er door de bredere afstand tot de werfzone meer tijd is om zich te realiseren dat men de signalisatie verkeerd interpreteert.

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
Een bestuurder rijdt bewust de werf in (bv. om file te vermijden of om van de rijbaan af te gaan in geval van een defect aan het voertuig)	●○○	●●○	●○○	●●○	○○○	●●○	Wanneer een voertuig door een bewuste actie de werf inrijdt, beoordelen we de ernst voor de weggebruiker gemiddeld (aangezien dit niet noodzakelijk impliceert dat deze automatisch iets of iemand in de werfzone zou aanrijden). In theorie kan een weggebruiker op elk punt tussen bakens doorrijden en zo de werf inrijden. Bij een afschermende constructie is dit enkel op specifiek voorziene in- en uitritten van de werf. Het risico wordt daarom zeer laag beschouwd bij afschermende constructies. Bij de rijstrookbrede veiligheidszone is de kans dat een voertuig tot in de <u>veiligheidszone</u> rijdt relatief hoog. De 'lege' rijstrook kan weggebruikers uitnodigen om hiervan misbruik te maken, bijvoorbeeld om de file voorbij te steken. Dit gedrag werd op de videoanalyses van de proefwerf op de E40 inderdaad occasioneel vastgesteld. De kans dat men echter ook de effectieve <u>werfzone</u> binnenrijdt schatten we echter niet hoger in dan bij de bakens met smalle veiligheidszone.
Een voertuig rijdt in op de filestaart	●○○	●●●	●●○	●●●	●○○	●●●	Ongevallen waarbij een weggebruiker inrijdt op de filestaart kunnen zeer ernstig zijn. Hoe vaker de werf leidt tot filevorming, hoe groter de expositie aan dit risico. Bij verder gelijkblijvende maatregelen, schatten we de kans daarom hoger in bij de rijstrookbrede veiligheidszone, aangezien de verwachte filevorming hoger ligt dan bij scenario's waarbij geen extra rijstrook wordt ingenomen.
Een voertuig rijdt in op in- of uitrijdend werfverkeer	●●○	●●●	●○○	●●○	●○○	●●○	De kans op aanrijdingen met uitrijdend werfverkeer lijkt het hoogst bij de bakens met smalle veiligheidszone. Andere werfvoertuigen, machines, materialen,... kunnen zich tot kort bij de rijbaan bevinden en het zicht of de aandacht ontnemen van een uitrijdend voertuig. Ook kan het voor de weggebruiker onduidelijk zijn of een voertuig de werf zal uitrijden, dan wel dat deze enkel aan het manoeuvreren is binnen de werf. Werfvoertuigen kunnen in theorie op ieder punt de rijbaan op- of afrijden. De beelden van de werf op de R0 in

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermdende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							Groenendaal bevestigden dat uitrijbewegingen op diverse manieren verliepen en soms leidden tot potentieel gevaarlijke interacties. Bij de rijstrookbrede bakens wordt deze kans iets lager ingeschat aangezien het verkeer beter zicht heeft op het uitrijdende voertuig en ook vroeger kan opmerken dat dit de werf aan het uitrijden is. Bij afschermdende constructies kan de factor 'zicht' minder goed zijn (cfr. bakens met smalle veiligheidszone), maar zijn er minder uitrijpunten waardoor het aantal mogelijke conflictpunten kleiner is. Ook lijken de mogelijkheden voor veilig accelereren om in het verkeer in te voegen met een lager snelheidsverschil hier beter. De risico's voor verkeer dat de werf inrijdt achten we redelijk gelijkaardig voor de drie scenario's, aangezien in ieder scenario een voertuig dat plots afremt en de werf indraait een risico loopt om langs achteren aangereden te worden. De ernst van dit risico achten we, vanuit de optiek van de weggebruiker, middelgroot voor de scenario's met afschermdende constructie en rijstrookbrede veiligheidszone. Bij bakens met smalle veiligheidszone schatten we in dat het snelheidsverschil bij een aanrijding hoger kan liggen dan bij de andere scenario's, waardoor we de ernst hoger inschatten.
Twee voertuigen botsen zijdelings	●○○	●○○	●●○	●○○	●●○	●○○	Een zijdelingse aanrijding kan gebeuren wanneer één van de bestuurders niet binnen diens rijstrook blijft, of bij een rijstrookwissel. De ernst van dergelijke ongevallen is voor de weggebruiker over het algemeen laag. Een inschatting van de kans is niet eenvoudig, aangezien diverse elementen hierin een rol spelen. We achten de kans op deze ongevallen het laagst bij de opstelling bakens met smalle veiligheidszone. Bij een afschermdende constructie achten we deze kans iets hoger omdat we verwachten dat bestuurders geneigd kunnen zijn iets meer afstand hiervan te houden dan van bakens, dewelke als minder 'dreigend' kunnen gepercipieerd worden. Bij een rijstrookbrede veiligheidszone speelt dit indirect een rol doordat in geval van een 'spookstrook' een afschermdende constructie ontstaat in

Risico	Bakens + smalle VZ		Bakens + rijstrookbrede VZ		Afschermende constructie		Toelichting
	Kans	Ernst	Kans	Ernst	Kans	Ernst	
							de tegenovergestelde rijrichting, waardoor dit risico zou kunnen verhogen.
Een ongeval vindt plaats wanneer een voertuig een sluiproute neemt	●●○	●●○	●●●	●●○	●●○	●●○	Het is onmogelijk om één 'waardering' op dit risico te plakken omdat de kans op het nemen van een sluiproute per werf sterk varieert, en ook het ongevalsrisico vervolgens sterk afhankelijk is van welke route het betreft (bv. door dorpskernen, schoolomgeving,...). Maar in algemene termen kunnen we wel stellen dat er bij sluiptraffic een algemene verhoging is van het ongevalsrisico, aangezien het ongevalsrisico op het onderliggende wegennet meestal hoger is dan op snelwegen (omwille van de gelijkvloerse kruisingen, aanwezigheid van kwetsbare weggebruikers, etc.). Aangezien de opstelling 'bakens + rijstrookbrede veiligheidszone' over het algemeen meer congestie veroorzaakt, en aangezien de kans op het nemen van sluiptoutes hoger wordt naarmate er meer congestie is, schatten we de kans dat dit risico zich voordoet het hoogst in bij deze opstelling.

Opportunities for the mitigation of important identified risks:

- When working with a wide lane safety zone the risk of file accidents can be reduced by the work to be carried out at moments with low traffic volume ('s nights/weekends/school holidays). This can best be flanked by speed reduction, since the reduction of the maximum speed is usually not well tolerated (as also confirmed by the analysis of the recorded speeds)
- The chance of driving into the cones can be reduced by not allowing them to move against the lane marking, but by providing a 'redress lane' in which drivers can catch small steering errors. This can imply that a temporary orange marking is needed, if the existing white marking cannot be used. The provision of a redress lane will also reduce the risk of the placement of the cones during the installation of the signage, since the cones will remain in the lane in use.
- The technique of placing the cones in the right place often consists of the 'sweeping' of the foot to the right place. In case the longitudinal lane is not closed to traffic, the placement of the cones is regular up to and past the lane marking and thus on the lane in use, sometimes with the foot towards the incoming traffic. Another technique of placing them in the right place, where the foot of the cones is moved from the work zone to outside the zone, is to push the foot in place instead of sweeping, which can cause the placement of the cones to be significantly further from the moving traffic. The removal of the longitudinal lane from the traffic, as is recommended, mitigates this risk. Also the choice for another work method such as a protective structure prevents this risk.
- In- and out-traffic on the work site forms a risk. A thoughtful placement and signage of the in- and exits can improve the safety of both the work site traffic and the through traffic. With protective structures and with a wide lane safety zone there are more possibilities to make safer in- and exits from the work site.

- Het aspect 'tijdsdruk' is een moeilijke evenwichtsoefening. Een snellere voltooiing van de werkzaamheden verkleint de expositie (in tijd) aan de risicofactoren die verband houden met wegenwerken. Wanneer de tijdsdruk echter te hoog wordt, kan dit ten koste gaan van het waken over bepaalde veiligheidsprocedures of kunnen bepaalde onnodige risico's genomen worden. Ook vergroot de kans op fouten, dewelke risicovol kunnen zijn. Een weloverwogen afweging van de tijdlijn en fasering van de werken dient in samenspraak met de aannemer opgesteld en geoptimaliseerd te worden.

Conclusies 5 Risicoanalyse:

- **De veiligheid van wegwerkers is inderdaad problematisch bij uitvoeringswijze 'bakens + smalle veiligheidszone'. Deze scoort beduidend slechter dan de andere mogelijkheden op diverse geïdentificeerde risico's**
- **Er is deels een afweging tussen de veiligheid van de arbeiders vs. de veiligheid van de bestuurders**
- **De belangrijkste geïdentificeerde risico's (hoge kans & hoge ernst) zijn de volgende:**
 - **Voor de wegwerkers:**
 - **Aanrijden van de plaatsers van de signalisatie, vooral bij bakens**
 - **Het aanrijden van bakens (potentieel projectiel)**
 - **Een voertuig dat de werf inrijdt na controleverlies (vooral problematisch bij bakens met smalle veiligheidszone)**
 - **Een afschermende constructie geeft voor de wegenwerkers geen risicofactoren die problematischer zijn dan bij bakens. Met andere woorden, een afschermende constructie scoort op vlak van veiligheid voor de wegenwerkers steeds minstens even veilig of veiliger dan de alternatieven met bakens.**
 - **Voor de weggebruikers:**
 - **Inrijden op de filestaart is een ernstig risico. Dit risico is het hoogst bij de opstelling met rijstrookbrede veiligheidszone wegens de hogere kans op congestie en het langere filevenster dat veroorzaakt wordt door het wegvallen van een extra rijstrook.**
 - **Aanrijdingen met in-/uitrijdend werfverkeer zijn een aandachtspunt bij alle types signalisatie, maar kunnen vooral problematisch zijn bij bakens met een smalle veiligheidszone indien het werfverkeer op diverse punten de werf in- en uitrijdt.**
 - **Een afschermende constructie kan voor weggebruikers een beperkt hoger risico vormen doordat vooral de beginstukken een potentieel gevaarlijk obstakel kunnen zijn om aan te rijden, en door een verhoogd ongevalsrisico door de langere duurtijd van het plaatsen/verwijderen van de afschermende constructie in vergelijking met bakens.**

6 Haalbaarheid en afwegingskader

Tijdens een overlegvergadering op donderdag 13 oktober 2022 met AWV-experten inzake categorie 6 werven, werd beslist om de beveiliging van de categorie 6 werven buiten deze aanbevelingen te laten. Deze werven hebben een eigen veiligheids- en afschermingsprocedure, onder meer gebaseerd op afscherming door 3 botsabsorbeerders. Deze procedure lijkt te voldoen, maar kan apart bestudeerd worden in het kader van een evaluatie en een eventuele bijwerking van de aanbevelingen.

Het afwegingskader wordt gestoffeerd met een reeks variabelen, die relevant zijn om beargumenteerd de beveiligingsmaatregelen te kiezen voor een welbepaalde wegenwerf. Deze variabelen komen zowel uit de literatuur als uit de gevolgtrekkingen uit de wegenwerfrelevante kenmerken en aandachtspunten die in deze studie onderzocht werden. M.a.w. de variabelen moeten toelaten om de resultaten en besluiten uit het onderzoek nuttig te gebruiken.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek, waarbij informatie vergaard werd door verschillende soorten bevoorrechte getuigen te bevragen, door verschillende soorten gebruiksgegevens te analyseren, door verslagen van observaties en controles te raadplegen, door risico's en kosten in te schatten en door snelheidsgegevens na te gaan, beoogt dit afwegingskader de wegbeheerder aan de hand van verschillende criteria en overwegingen een houvast te bieden om een keuze te maken tussen de alternatieve beveiligingsmaatregelen en de scenario's waarmee deze maatregelen op samenhangende wijze uitgevoerd kunnen worden.

Variabelen om de afweging te maken, opgelijst:

Variabele	Toelichting
Basiskenmerken van de wegomgeving	
Duurtijd van de wegenwerf	Logischerwijs loont het meer voor een langdurige werf om een uitgebreider pakket aan maatregelen te treffen. Wat is langdurig, wat is kort in de context van wegenwerven?
Lengte van de wegenwerf	Het opzetten van een lange wegenwerf vergt meer werk en meer aandacht voor ongevallenpreventie. Anderzijds hangt de kost van de signalisatie en de duurtijd van de plaatsing ervan, ook gedeeltelijk af van de lengte van de werf. Er kan gekozen worden om verschillende korte werven op verschillende tijdstippen, te vervangen door een langere werf (lengte). Deze afweging dient eerder in het planningsproces gemaakt te worden. Een langere werf levert maar eenmaal hinder op voor de weggebruikers, met onder meer de kans op ongevallen in de filestaart.
Benodigde werfbreedte	De aard van de werken bepaalt mee de ruimte die nodig is om de werf te organiseren en de werken uit te voeren.
Nabijheid van kritische knooppunten	De ligging bij een inrit met invoegstrook, een uitrit met uitvoegstrook of bij een weefvak, vergt bijkomende geleiding van het autoverkeer.
Het aantal rijstroken en de mogelijkheid om een doorsteek door de middenberm te maken. Samen met de breedte van de rijstroken	In een wegomgeving met meerdere en bredere rijstroken, zijn er meer mogelijkheden om een voldoende brede veiligheidszone te voorzien. Bij voldoende brede rijbaan kan overwogen worden om het volledige verkeer in beide richtingen af te wikkelen op de andere rijbaan. De middenberm zorgt dan voor de bescherming van de wegenwerkers.
Verkeerseigenschappen	

Samenstelling van het voorbijrijdend verkeer	Vrachtwagens nemen meer breedte in en verminderen de zichtbaarheid voor de personenauto's. Daarom is het van belang om het aandeel van de vrachtwagens in het totale voertuigenverkeer in beschouwing te nemen. Er dient eveneens rekening mee gehouden te worden of alle vrachtwagens op de rechterrijstrook kunnen afgewikkeld worden, zonder een te zware vrachtwagenfile te creëren.
Verkeersintensiteiten versus wegcapaciteit Verzadigingsgraad	Hoe hoger de verzadigingsgraad van de weg, hoe moeilijker het wordt om het aantal rijstroken te verminderen zonder de congestie te verhogen.
Kosteninschatting - monetarisering	
Kosten van de wegenwerken waarvoor de werf opgezet wordt	De beschikbare budgetten en de opportuniteitskosten (= de meerkosten die er niet zouden zijn door voor een goedkoper alternatief te kiezen) vormen een dwingende randvoorwaarde.
Ingeschatte verliesuren - congestiekost	De aanvaardbaarheid van de congestie bepaalt in belangrijke mate de omvang die aan de veiligheidszone kan gegeven worden.
Kosten van de mogelijke beveiligingsmaatregelen	De verschillende werfbeveiligingsscenario's hebben nogal uiteenlopende kostprijzen; m.a.w. een afschermdende constructie kost veel meer (x 10) dan een rij bakens.
Ongevallenrisico	
Inschatting van de ongevallenrisico's voor de wegenwerkers	Een ophijsting van standaardrisico's aan de zijde van het rijdende verkeer, geeft houvast om per werf de kans op een aantal ongevalstypes in te schatten.
Inschatting van de ongevallenrisico's voor het voorbijrijdende verkeer	Een ophijsting van standaardrisico's aan de zijde van het rijdende verkeer, geeft houvast om per werf de kans op een aantal ongevalstypes in te schatten.
Vergevingsgezindheid van de weginrichting en aandacht voor obstakels naast de rijbaan, blijven bij wegenwerken van belang.	Bestaande obstakels zullen al afgeschermd zijn. Nieuwe en nog niet afgeschermd obstakels zullen ook moeten afgeschermd worden.
Snelheid	
Snelheid van het voorbijrijdend verkeer: gekozen snelheidsregime en vooral de wijze waarop de snelheidslimiet afgedwongen wordt.	Snelheid langs werven en de handhaving ervan is erg belangrijk. Onbemande en dus automatische snelheidscontrole is aangewezen.
Aantal rijstroken naast de wegenwerf op dezelfde rijbaan	Het verkeer op de aan de werf palende rijstrook lijkt op basis van de analyses van de lusdata meer geneigd om de snelheidslimiet te eerbiedigen dan het verkeer op de verderaf gelegen rijstrook. Evenwel hebben we enkel voorbeelden beschikbaar van werven aan de rechterzijde van de weg; mogelijk ligt dit anders bij werven aan de middenberm of linkerrijstrook.
Breedte van de oranje gemarkeerde tijdelijke rijstroken	Smallere rijstroken stimuleren het respect voor de maximaal toegelaten snelheid. De rijtaak wordt moeilijker want het voertuig op koers houden vergt meer concentratie. Dit zorgt voor een lagere rijnsnelheid, maar ook voor een grotere kans op fouten met gevolgen en dus voor stress.

Geloofwaardigheid van de snelheidsafbouw, van de gekozen snelheidslimieten	Het draagvlak, de wijze waarop de snelheidslimiet als zinvol ervaren wordt, bepaalt in belangrijke mate het respect voor de snelheidslimiet.
Het verband tussen de snelheidsbeperkingen en de activiteiten op de wegenwerf	Wanneer de werf zichtbaar actief is, wordt de lagere snelheidslimiet beter gerespecteerd. Wanneer de werf niet actief is, dient het toelaten van een hogere snelheidslimiet overwogen te worden.
Totaalinschatting	
Globale haalbaarheid van de wensen en de mogelijkheden	

De meeste variabelen kunnen ondergebracht worden onder de wegomgeving, de verkeerskenmerken, de kosten, de veiligheidsrisico's, het snelheidsregime en de totaalinschatting.

De effectieve afweging blijft een grotendeels kwalitatieve taak. De inzichten en de kennis van diegenen die de afweging maken, blijven daarbij onmisbaar.

Het onderling afwegen van de verschillende soorten kosten zal het voorwerp van discussie zijn en dus niet automatisch tot een eenduidig besluit leiden. Een uiteindelijke beslissing over wat betaalbaar is, zal eerder een politieke beslissing moeten zijn.

De drie hoofdmaatregelen die het voorwerp uitmaken van het ontwerp dienstorder (tijdelijke afschermdende constructie, bakenrij met smalle veiligheidszone, bakenrij met rijstrookbrede veiligheidszone), kunnen op basis van deze studie verder verfijnd worden naar een grotere variatie aan concrete uitvoeringsvormen voor deze 3 basisscenario's.

Mogelijke verfijningen voor de scenario's:

Bij het plaatsen van een rij bakens naast het rijdende verkeer, kunnen deze in plaats van ongeveer op de (tijdelijke) oranje rijstrookmarkering, ook op enige afstand van deze markering geplaatst worden. Hierdoor ontstaat een **redresseerstrook**, waardoor de kans op het aanrijden van de bakens vermindert.

De **werftoegangen** voor het in- en uitrijden verdienen eveneens aandacht. Er moet nauwer toegezien worden op de correcte toepassing van de regels ter zake. Er staat expliciet in het SB 250 in punt 4.2.1.2.E, eerste zin, dat de in- en de uitrit bij voorkeur vooraan en achteraan de werf georganiseerd worden. Pas als dat niet kan gelden de specifieke instructies m.b.t. het schema 36, waarbij borden A51 e.a. moeten worden geplaatst. Vooral het uitrijden door vanuit stilstand in te voegen in de verkeersstroom, dient vermeden te worden.

De oranje markering die de autobestuurders als het ware opvangt en langs de werf leidt, dient doordacht aangebracht te worden en voldoende vroeg te beginnen. De oranje **lijnen geven houvast** aan de bestuurders, die bij een wegenwerf vaak in een chaotisch en complex wegbeeld terecht komen. Zie verder de werfsignalisatieschema's van AWW.

De wijze waarop een bredere (in casu rijstrookbrede) veiligheidszone aangegeven wordt, dient goed doordacht te worden. Twee rijen bakens blijken eerder nadelig omdat deze voor een druk en complex wegbeeld zorgen, vooral bij duisternis (cf. inspectieverslagen). De **bakenrij aan de werfzijde kan daarom eventueel vervangen** worden door een markering. In dat geval zouden de wegenwerkers ook de bakens aan de werfzijde niet meer kunnen opschuiven om meer werkruimte te scheppen ten koste van de veiligheidsstrookbreedte.

Inhalen in het fileverkeer wordt volgens de wegcode bij vertraagd of stilstaand of fileverkeer, niet als inhalen beschouwd. Een inhaalverbod met het C35-bord is bijgevolg nutteloos in het geval van 2 of meer beschikbare rijstroken; het gebruik van het F89/91-bord i.p.v. het C35-bord is reeds opgenomen in het Standaardbestek 250 en in de werfsignalisatieschema's.

Hieronder volgt een **operationeel schema** om beargumenteerd te beslissen over het uiteindelijke beveiligingsszenario voor categorie I - werven. Het gaat hier in de basis om een keuze tussen de met bakens afgezoomde rijstrookbrede veiligheidszone enerzijds en de continue afschermdende geleideconstructie anderzijds. De basis van het ontwerp-dienstorder bestaat erin om deze twee opties vooruit te schuiven. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het mogelijk is dat geen van beide opties haalbaar/wenselijk is:

- Wanneer na een afweging geconcludeerd wordt dat noch een afschermende constructie, noch een rijstrookbrede veiligheidszone haalbaar zijn, kan er gemotiveerd worden geopteerd voor een smallere veiligheidszone. Hierbij dient in essentie gestreefd te worden naar een 'zo breed mogelijke' veiligheidszone. Hoe breed dat precies is, zal afhangen van locatie tot locatie. Een goed voorbeeld hiervan waren de herasfalteringswerken van de E314 ter hoogte van Maasmechelen die besproken werden in sectie 4.9.3.
- Het afsluiten van de rijbaan is vanuit de optiek van de wegwerkers de veiligste optie. In andere landen wordt er relatief vaker voor deze optie gekozen dan in Vlaanderen. In de praktijk wordt het verkeer dan ofwel omgeleid via het onderliggende wegennet, ofwel via een of meerdere spookstroken naar de andere rijrichting gebracht. In de diverse gesprekken en interviews die plaatsvonden in het kader van deze studie, werd echter unaniem aangegeven dat dit in Vlaanderen een weinig realistische optie is. In Vlaanderen zijn er meestal geen geschikte alternatieve routes beschikbaar (noch via het hoofdwegennet, noch via het onderliggende wegennet). Evenwel zou dit in uitzonderlijke gevallen toch een geschikte optie kunnen zijn. Bijvoorbeeld wanneer er werkzaamheden over de volledige breedte van de rijbaan nodig zijn, zou men ervoor kunnen opteren om deze werken in één keer uit te voeren door de rijbaan af te sluiten, eerder dan in twee fasen waarbij telkens de helft van de rijbaan wordt aangepakt. In bepaalde situaties kan het zijn dat mits goede planning en afspraken met de aannemer een efficiëntiewinst te boeken is door de werf in één keer uit te voeren met volledige afsluiting van de rijbaan.

Voor categorie V – werven kan er niet met een afschermende constructie gewerkt worden, vermits de rijbaan 's nachts terug vrijgegeven wordt.

De bebakende smalle veiligheidszone wordt als te weinig beveiligend beschouwd en wordt bijgevolg buiten beschouwing gelaten.

De criteria zijn gesorteerd volgens dalende belangrijkheid.

Criteria	Bebakende rijstrookbrede veiligheidszone	Continue afschermende geleideconstructie
Geselecteerde argumenten		
Tijdsduur van de werf	Minder dan 7 kalenderdagen	Vanaf 7 kalenderdagen
Benodigde werfbreedte binnen het beschikbare dwarsprofiel	Grotere ruimtebeslag binnen het dwarsprofiel	Beperkt ruimtebeslag binnen het dwarsprofiel.
Kosten van de beveiligingsmaatregelen	Beperkt, tenzij dit leidt tot een doorsteek door de middenberm met een spookstrook op de rijbaan voor de tegenrichting.	Hoger, tenzij op die manier een doorsteek door de middenberm kan vermeden worden. De proportie van de beveiligingskosten moet redelijk blijven binnen de totale kosten van de werf.
Verzadigingsgraad	Door een rijstrook op te offeren wordt de verzadigingsgraad sneller bereikt en verhoogt het risico op file.	Het aantal rijstroken kan, weliswaar enigszins versmald, bewaard blijven, zodat het effect op de verzadigingsgraad beperkt blijft.
Ongevallenrisico wegenwerkers	Zeer goede bescherming van de wegenwerkers.	Maximaliseert de veiligheid van de wegenwerkers.
Ongevallenrisico voorbijrijdend verkeer	Bij extra congestie door de wegvallende rijstrook, verhoogt de kans op filestaartongevallen.	Het beginpunt van de afschermende constructie (AC) kan gevaar opleveren bij aanrijding.
Tijdelijk snelheidsregime	50 km/u	70 km/u

Breedte voor tijdelijke rijstroken	Door de wegvallende rijstrook is er nood aan sterker versmalde tijdelijke rijstroken.	Minder noodzaak om de tijdelijke rijstroken te versmallen.
Verkeerssamenstelling	Weinig vrachtwagens en andere grote voertuigen	Groter aandeel vrachtwagens en andere grote voertuigen
Werflengte	Bij een langere werf	Bij een kortere werf
Verfijning van de scenario's		
Redresseerstrook tussen autoverkeer en bakens/afscherming	Bij voorkeur	Bij voorkeur
Rijstrookbrede veiligheidsstrook aan de werfzijde	Bij voorkeur	Niet van toepassing, omdat de keuze voor een afschermende constructie samengaat met een gebrek aan plaats voor een rijstrookbrede veiligheidszone.
Werftoegangen	Bij voorkeur bij de 2 uiteinden en bij eventuele op- en afritten ertussenin	Bij de 2 uiteinden en bij eventuele op- en afritten ertussenin
Tijdelijke markering aan de werfzijde	Het gaat om een alternatief voor de bakenrij aan de werfzijde, dat de voorkeur geniet. Daarbij moet ook de afweging gemaakt worden in welke mate de tijdelijke markering de moeite loont voor een korte periode.	Nuttig om de werkingszone van de afscherming aan te duiden

Verantwoordende toelichting bij de criteria die voorgesteld worden om mee de keuze te onderbouwen tussen een bebakende rijstrookbrede veiligheidszone en een afschermende geleidconstructie:

Het voorgestelde afwegingskader moet helpen om een beargumenteerde keuze te maken tussen twee basisbeveiligingsscenario's, namelijk de "losstaand bebakende rijstrookbrede veiligheidszone" en de "tijdelijke continue afschermende constructie". Zoals aangegeven kan van deze twee basisscenario's gemotiveerd afgeweken worden. Wanneer geen van beide scenario's haalbaar wordt geacht, kan overwogen worden om te volstaan met een 'zo breed als mogelijke' veiligheidszone. Ook het afsluiten van de rijbaan kan in welbepaalde omstandigheden te overwegen zijn. Het organiseren en beveiligen van een (autosnel)wegenwerf vraagt maatwerk, waarbij de expertise centraal staat van diegenen die de beveiligingsmiddelen selecteren en deze vervolgens in een concreet beveiligingsscenario uitvoeren dat aangepast is aan de specifieke wegomgeving en het opzet van de wegenwerf.

Een aantal van de hogergenoemde variabelen werden niet geselecteerd als argument om voor een van beide beveiligingsscenario's te kiezen omdat ze ofwel van weinig of geen invloed verondersteld worden op de keuze voor het ene of het andere basisbeveiligingsscenario, ofwel omdat ze voldoende ingebed zitten in de als afwegingscriteria gekozen variabelen.

Zo zit de noodzaak om een doorsteek te maken door de middenberm vervat in de overwegingen rond de kostprijs voor de beveiligingsmaatregelen.

De kostprijs van de werf speelt mee in de overwegingen rond de proportie in de totale kosten van de beveiligingsmaatregelen.

De weging van de verliesuren wordt meegenomen in zowel de verzadigingsgraad als in de kosten van de beveiligingsmaatregelen.

De noodzaak aan bijkomende obstakelafscherming zit vervat in de beveiligingskosten.

De haalbaarheid van zowel de fysiek mogelijke als gewenste beveiligingsscenario's, die nauw samenhangt met de beschikbare ruimte, zal de eindbeslissing sterk bepalen. De uiteindelijke keuze van een beveiligingsscenario

blijft maatwerk.

Neem bijvoorbeeld een kortdurende heel lokale werf waarvoor een scenario met bakens en een rijstrookbrede VZ zou gekozen worden. Wanneer er naast de rijstrookbrede VZ nog ruimte overblijft om het verkeer te laten passeren, dan is dit inderdaad een haalbaar scenario. Maar indien deze ruimte niet beschikbaar is, dan zal toch naar een scenario met een AC moeten gegrepen worden. Het kan zelfs zijn dat bv. bij lokale en kortdurende werken over de volledige rijbaanbreedte het ingrijpender scenario van een volledige rijbaanafsluiting zal moeten gekozen worden.

Conclusies 6 - Afwegingskader

Volgorde van belang	Afwegingscriterium
1	Tijdsduur van de werf
2	Benodigde werfbreedte binnen het beschikbare dwarsprofiel
3	Kosten van de beveiligingsmaatregelen
4	Verzadigingsgraad
5	Ongevallenrisico wegenwerkers
6	Ongevallenrisico voorbijrijdend verkeer
7	Tijdelijk snelheidsregime
8	Breedte voor tijdelijke rijstroken
9	Verkeerssamenstelling
10	Werflengte

7 Beperkingen van het onderzoek

Dit onderzoek maakte gebruik van een grote variëteit aan databronnen, zowel empirische bronnen als resultaten van simulaties en opinies en praktijkervaringen die verzameld werden via interviews en andere sessies/meetings. Iedere databron had haar eigen karakteristieken en historiek, en had specifieke voor- en nadelen. In de desbetreffende hoofdstukken trachtten we deze zo goed mogelijk te beschrijven.

Idealiter wilden we de verschillen tussen de verschillende types signalisatie zo goed als mogelijk kwantificeren. De beschikbare data lieten dit echter vaak niet toe. Vooral op vlak van verkeersveiligheidseffecten bleek het niet mogelijk om deze verschillen te kwantificeren. De meeste resultaten en inschattingen zijn dus eerder kwalitatief, en duiden een verwachte richting van effect aan.

Het aantal werven waarbij empirische data verzameld kon worden was, onder andere door de korte doorlooptijd van de studie, beperkt. In hoofdzaak waren er van de drie types werven telkens slechts één bijbehorende werf die empirisch werd onderzocht: werf E403 Moorsele richting Doornik voor het type bakens met smalle veiligheidszone, E40 Bertem voor het type bakens met rijstrookbrede veiligheidszone, en E314 Boorsele voor het type afschermende constructie. Voor bepaalde analyses werd bijkomende data geanalyseerd van de empirische werven R0 Groenendaal en E403 Moorsel richting Brugge. Het aantal empirische locaties was dus beperkt. Dit bemoeilijkt het trekken van generaliseerbare conclusies op basis van de resultaten.

8 Conclusies

Het voorgestelde afwegingskader moet helpen om een beargumenteerde keuze te maken tussen twee basisbeveiligingsscenario's, namelijk de "losstaand bebakende rijstrookbrede veiligheidszone" en de "tijdelijke continue afschermende constructie". De criteria die voor deze afweging worden vooruitgeschoven, zijn (in volgorde van belang):

- 1) Tijdsduur van de werf
- 2) Benodigde werfbreedte binnen het beschikbare dwarsprofiel
- 3) Kosten van de beveiligingsmaatregelen
- 4) Verzadigingsgraad
- 5) Ongevallenrisico wegenwerkers
- 6) Ongevallenrisico voorbijrijdend verkeer
- 7) Tijdelijk snelheidsregime
- 8) Breedte voor tijdelijke rijstroken
- 9) Verkeerssamenstelling
- 10) Werflengte

Zoals aangegeven kan van deze twee basisscenario's gemotiveerd afgeweken worden. Wanneer geen van beide scenario's haalbaar wordt geacht, kan overwogen worden om te volstaan met een 'zo breed als mogelijke' veiligheidszone. Ook het afsluiten van de rijbaan kan in welbepaalde omstandigheden te overwegen zijn. Het organiseren en beveiligen van een (autosnel)wegenwerf vraagt maatwerk, waarbij de expertise centraal staat van diegenen die de beveiligingsmiddelen selecteren en deze vervolgens in een concreet beveiligingsscenario uitvoeren dat aangepast is aan de specifieke wegomgeving en het opzet van de wegenwerf.

De resultaten van dit onderzoek bevestigen de krijtlijnen van het ontwerp-dienstorder, waarin de nadruk ligt op het realiseren van ofwel een afschermende constructie, ofwel een rijstrookbrede veiligheidszone, maar waarbij de mogelijkheid bestaat om hiervan af te wijken. Uit het onderzoek blijkt dat zowel de afschermende constructie als de rijstrookbrede veiligheidszone de veiligheid van de wegwerkers naar verwachting aanzienlijk zullen verbeteren ten opzichte van een scenario met bakens en een smalle veiligheidszone. Evenwel blijkt dat hier vaak aanzienlijke nadelen tegenover staan, waarbij een afweging zal nodig zijn waarbij de voordelen (vooral de toegenomen veiligheid van de wegwerkers) worden afgezet tegen de nadelen (voornamelijk aanzienlijke extra congestie en/of signalisatiekosten; soms ook mogelijke veiligheidsrisico's voor de weggebruiker). De werfiches van de R0 en E403 die werden opgemaakt illustreren dat de impact van een dergelijk dienstorder niet onderschat mag worden. Meestal lijkt het technisch haalbaar om hetzij een afschermende constructie, hetzij een rijstrookbrede veiligheidszone te realiseren, maar het zal vaak de vraag zijn of de voordelen voldoende opwegen tegen de nadelen. Vaak zien we een sterke stijging in de signalisatiekosten en/of de congestiekosten. Deze afweging zal geval per geval moeten gemaakt worden.

Volgende opportuniteiten werden geïdentificeerd om belangrijke geïdentificeerde risico's te mitigeren en scenario's te verfijnen:

- Wanneer een rijstrookbrede veiligheidszone wordt ingevoerd, kan het risico op filestaartongevallen verminderd worden door de werken uit te voeren op momenten met lage verkeersdruk
- De kans op het aanrijden van bakens kan verlaagd worden door te voorzien in een redresseerstrook om kleine stuurfouten op te vangen.
- De techniek om bakens op hun plaats te slepen kan veiligheidsrisico's met zich meebrengen als de langsliggende rijstrook niet onttrokken is van het verkeer
- In- en uitrijdend werfverkeer vormt een risico. Een doordachte plaatsing en signalisatie van in- en uitritten kan de veiligheid verbeteren.
- De oranje markering die bestuurders geleidt, dient doordacht te worden aangebracht en voldoende vroeg te beginnen
- Het is niet raadzaam om een rijstrookbrede veiligheidszone met twee rijen bakens af te zetten aangezien dit het wegbeeld zeer druk en complex maakt. De bakenrij aan de werfzijde kan eventueel vervangen worden door een markering

Voor categorie 5 werven kan er niet met een afschermende constructie gewerkt worden, vermits de rijbaan 's nachts terug vrijgegeven wordt. Voor categorie 6 werven werd geconcludeerd dat zowel een rijstrookbrede veiligheidszone als een afschermende constructies zelden haalbaar zijn. Het huidige systeem met drie botsabsorbeerders wordt als voldoende beschouwd.

9 Referenties

Daalmans, J. (2014). *Veilig werkgedrag door Brain Based Safety*. Syntax Media.

Eurostat (2022). Gross Domestic Product at market prices.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_GDP__custom_3355714/default/table?lang=en

Eurostat (2022). Population on 1 January.

<https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00001/default/table?lang=en>

Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium) (2022). Index van de consumptieprijzen.

<https://bestat.statbel.fgov.be/bestat/crosstable.xhtml?view=876acb9d-4eae-408e-93d9-88eae4ad1eaf>

PIARC. (2012). *Improvements in safe working on roads* (Nr. 2012R29EN). World Road Association.

<https://www.piarc.org/en/order-library/18274-en-Improvements%20in%20safe%20working%20on%20roads.htm>

Popelier, K. (2022). *Wegenwerken op autosnelwegen. Rol van de politie als partner in verkeersveiligheid. Visie op ongevallen en preventie & Handhaving en modus operandi*. Belgisch Wegencongres, Leuven.

Rankin, C. H., Abrams, T., Barry, R. J., Bhatnagar, S., Clayton, D., Colombo, J., Coppola, G., Geyer, M. A., Glanzman, D. L., Marsland, S., McSweeney, F., Wilson, D. A., Wu, C.-F., & Thompson, R. F. (2009). Habituation Revisited: An Updated and Revised Description of the Behavioral Characteristics of Habituation. *Neurobiology of learning and memory*, 92(2), 135–138.
<https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.09.012>

RebelGroup Advisory Belgium nv (2013). Standaardmethodiek voor MKBA van transportinfrastructuurprojecten – Kengetallenboek

Sharot, T., Korn, C. W., & Dolan, R. J. (2011). How unrealistic optimism is maintained in the face of reality. *Nature Neuroscience*, 14(11), Art. 11. <https://doi.org/10.1038/nn.2949>

Slootmans, F., & Daniels, S. (2017). *De dodelijke tol van autosnelwegen—Analyse van de dodelijke verkeersongevallen op de Belgische autosnelwegen in de periode 2014-2015* (Nr. 2017-R-13-NL). Vias institute.

- Theofilatos, A., Papadimitriou, E., Ziakopoulos, A., Yannis, G., Diamandouros, K., & Durso, C. (2016a). *Presence of workzones—Workzone length*. European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube.
- Theofilatos, A., Papadimitriou, E., Ziakopoulos, A., Yannis, G., Diamandouros, K., & Durso, C. (2016b). *Presence of workzones—Workzone duration*. European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube.
- Ullman, G. L., Fontaine, M. D., Porter, R. J., & Medina, J. (2018). *Estimating the Safety Effects of Work Zone Characteristics and Countermeasures* (National Cooperative Highway Research Program). Transportation Research Board.
- Ullman, G. L., Pratt, M., Geedipally, S., Dadashova, B., Porter, R. J., Medina, J., & Fontaine, M. D. (2017). *Analysis of Work Zone Crash Characteristics and Countermeasures* (Web-Only Document 240). Transportation Research Board.
- Varhelyi, A., Strnad, B., Develtere, A., Temmerman, P., & Daniels, S. (2019). *Road Safety Management at Work Zones—Final report* (CEDR Call 2016: Safety - Incursion Reduction to Increase Safety in road work zones). KfV Kuratorium für Verkehrssicherheit, Austria, Lund University, Sweden, & Vias institute, Belgium.

10 Bijlage 1: interviews

10.1 Bevraging werfleiders

10.1.1 E403

De projectleider bij de aannemer van de werf op de E403, werd op 26 augustus 2022 bevestigd over deze werf.

Hij vond deze werf **totaal niet veilig** voor de arbeiders. Er werd daar gewerkt tot op een halve meter van het vrachtverkeer en de bakens stonden soms in de weg om te werken.

Deze situatie is **eigen aan dringende herstellingen** en komt wel vaker voor. Bij langer geplande werven is het beter. De situatie is doorheen de jaren hetzelfde gebleven.

In Beersel hadden ze ooit te maken met een auto die tussen de bakens over de rijstrookbrede veiligheidsstrook was gaan rijden en vervolgens een bestelwagen van de wegenwerkers aanreed. Daarbij raakten twee arbeiders zwaar gewond.

Hij is voorstander van een nieuw Dienstorder dat de nadruk legt op een afschermende constructie gecombineerd met een rijstrookbrede veiligheidsstrook, zeker voor werven die wat langer duren omdat de plaatsing van de afschermende constructie ook meer tijd in beslag neemt.

Voor een werf van korte duur kan volstaan worden met een rijstrookbrede veiligheidsstrook afgezoomd met twee bakenrijen.

De veiligheidsstrook moet leeg blijven; zij is niet nodig voor de bevoorrading. Hier mogen geen compromissen gesloten worden.

Een AC beperkt de logistieke mogelijkheden. Een opening is handig om binnen en buiten rijden, maar eigenlijk zou dat niet mogen. Wanneer een vrachtwagen de werf binnen rijdt, volgt er soms een auto die daar niet moet zijn. Eigenlijk zou er enkel via de pechstrook bij op- en afritten binnen gereden moeten kunnen worden. Ook invoegen vanuit de opening is zeer gevaarlijk. Een **opening in een AC is niet veilig** en zou enkel bij calamiteiten gebruikt mogen worden, niet voor werfverkeer.

Een zijdelingse opening in de afschermende constructie of in de bakenrijen mag dus niet gebruikt worden om de werf binnen te rijden en zeker niet om de werf te verlaten; de invoegbeweging die daarmee gepaard gaat is nog gevaarlijker.

De logistiek moet bij elke werf bekeken worden want iedere werf is anders.

De keuze tussen een AC en een rijstrookbrede VZ zou vooral afhankelijk zijn van de duurtijd van de werf. Zeker voor een opschuivende werkzone (bv. vervanging vangrails) zijn bakens handiger.

Bij een aanrijding van een afschermende constructie met 70 km/u zal een auto niet overkop gaan; wanneer dat gebeurt liggen de snelheden veel hoger.

Voor de VZ geldt: hoe breder hoe beter en daarom stuurt hij aan op een rijstrookbrede VZ. Een AC kan beter zijn, maar is niet altijd haalbaar. Voor langdurende werven zou best een AC gekozen worden en voor kortdurende werven een rijstrookbrede VZ.

Nog beter zou zijn om de hele rijrichting af te sluiten voor de werken, zoals in Duitsland vaker gebeurt.

De keuze voor het soort afscherming heeft een effect op de planning en logistiek van de werf, en ook op de doorstroming van het verkeer. Daarmee moet ook rekening gehouden worden. Een AC is bovendien meerdere keren zo duur als bakens.

Tegen het aanrijden van de bakens zag hij maar één mogelijk maatregel en dat is de bakens verder van de markering plaatsen. Het is vooral verstrooidheid en onoplettendheid die ervoor zorgen dat bestuurders bakens aanrijden, en niet zozeer de snelheid.

Het enige incident dat op de werf opgetekend werd, is een auto die een band lek reed op een bakenvoet.

Er bestaan verschillende goede systemen om een wegenwerf te beschermen, maar ze worden nog niet altijd op de juiste manier gebruikt.

Bevraging van een AWW-verantwoordelijke i.v.m. de werf op de E403 in Moorsele, op donderdag 15 september 2022.

Er is een groot verschil in werktijd die nodig is om een afschermende constructie (AC) of een rij bakens te plaatsen.

Had men voor deze werf van 5 dagen, voor een AC gekozen, dan had de plaatsing 1 werkdag gekost. De bakens konden op 2 uur geplaatst worden.

Bakens zijn het eenvoudigste middel om een werf te beveiligen.

De toegangen tot de werf lopen langs de pechstrook, en dit aan beide werfuiteinden.

De AC wordt al veel gebruikt. De plaatsing ervan vraagt ook om een eigen beveiligingsprocedure.

Een volledige rijbaan afsluiten voor het verkeer is hier praktisch haalbaar, maar erg duur. Momenteel wordt volgens deze procedure gewerkt aan de overzijde van de bestudeerde werf. Op een enkele rijbaan functioneert een 2x2-weg met versmalde rijstroken.

De installatie moet voldoende lang kunnen blijven staan; er waren 5 dagen nodig om ze uit te bouwen.

Een werfdoek om de werfactiviteiten af te schermen, is te duur voor de beperkte winst die ermee kan geboekt worden.

70 km/u wordt als een geschikte passeersnelheid gezien. 50 km/u is niet geloofwaardig op een autosnelweg. Flitscamera's helpen om de 70 km/u-limiet af te dwingen.

10.1.2 E40

Gesprek op 26 augustus 2022 met de werfleider van de aannemer van de werf op de E40.

Hij verkiest een afschermende constructie boven de rijstrookbrede veiligheidszone, afgezoomd met twee rijen bakens.

Wanneer een auto tegen deze afschermende constructie botst zal hij nog redelijk goed koers blijven houden. De afschermende constructies zijn getest tot 70 km/u.

Een volledige rijbaan afsluiten vindt hij economisch niet verantwoord.

Het gesprek met Vincent Vanderghote, werfleider bij AWW, vond plaats op 14/10/2022.

Hij vond de veiligheid voor de arbeiders op deze werf in orde, maar de dubbele rij bakens heeft niet veel uitgehaald. Het was moeilijk om arbeiders uit de veiligheidszone te houden.

Arbeiders worden vaker aangereden door werfmateriaal dan door verkeer. Een dubbele rij bakens kan zorgen voor meer arbeidsongevallen. Het is ook extra werk om die telkens weer recht en op een lijn te zetten. Dat is tijdverlies en extra kosten.

Er was minder congestie dan verwacht.

Een AC is duurder, duurt langer om te plaatsen en vereist meer transport. Het is nodig bij verkeer in tegenrichting, maar anders passen we het niet toe bij werven langer dan 2 km. Het nadeel van een AC is immers dat de werf binnengereden en buitengereden moet worden aan kop en staart en dat men dus door de werfzone moet rijden om ergens tussenin te zijn.

Goede maatregelen:

- De hele rijbaan afsluiten (op autosnelweg zou dat betekenen dat het verkeer in beide richtingen gecombineerd wordt op de andere rijbaan);
- Zichtschermen kunnen nuttig zijn om het verkeer vlotter te laten verlopen, bijvoorbeeld op de middenberm;
- Mobiele trajectcontrole zou ook nuttig zijn bij kortdurende werven;

- Minder voorsignalisatie. Een dynamisch systeem op een galgportaal zou beter werken.

10.1.3 E314

Het gesprek met Lode Cloes (werfcontroleur bij AWW) en Nick Hoeken (werfleider bij AWW) vond plaats op 14/10/2022.

Ze vonden de werf op de E314 vrij veilig afgeschermd, ook in vergelijking met andere werven. De aannemer heeft er voldoende ruimte, maar neemt toch alle beschikbare ruimte in.

De veiligheid van wegwerkers op autosnelwegen vonden ze de laatste jaren verbeterd. Er wordt vaker een betonnen afschermdende constructie voorzien en soms ook een zichtschermd. In Limburg worden nog maar weinig autosnelwegwerven afgeschermd met bakens, behalve bij asfaltering.

Bij een AC wordt de arbeiders gevraagd 80 cm veiligheidszone vrij te houden, maar in de praktijk wordt dat niet gerespecteerd. Elke dag moet er op de veiligheidszone gewezen worden. Beschikbare ruimte wordt vroeg of laat ingenomen. Bakens zijn trouwens nutteloos voor het vrijhouden van de veiligheidszone. Men kan ertussen, ze worden verzet en moeten dan weer teruggezet worden. Het vraagt extra werk (en kosten) om ze te plaatsen en ervoor te zorgen dat ze op de juiste plaats blijven staan. Het zou beter zijn om de veiligheidszone in een afwijkende kleur te markeren. Men kan er daar even goed over en dat zal ook gebeuren, maar er is tenminste geen werk aan het is goedkoper.

Een AC zou de standaardkeuze moeten zijn voor werven langer dan een week op autosnelwegen. Het neemt minder ruimte in dan bakens (veiligheidszone is smaller) en beschermt beter (indien de AC verankerd is, wat niet altijd het geval is).

Voor asfalteringswerken is bakens + rijstrookbrede VZ een goede keuze, maar die veiligheidszone zal gebruikt worden door de vrachtwagens die komen leveren.

Af en toe worden zichtschermden toegepast, die dan bovenop een betonnen AC gemonteerd worden. Als ze goed geplaatst zijn zorgen ze voor minder afleiding bij bestuurders. Maar de schermen kunnen ook loskomen, in dat geval vormen ze een extra gevaar. Zichtschermden zijn een extra kost en aandachtspunt en bieden meestal geen meerwaarde.

Het gesprek met Kristof Dhondt, werfleider signalisatie bij Stadsbader, vond plaats op 21/10/2022. Hij leidt de signalisatieploeg en werkt al 20 jaar in de wegenbouw.

Hij vond dat er veel verbeterd is qua veiligheid voor de arbeiders (alleszins voor wat betreft het plaatsen van de signalisatie). Er wordt nu altijd gewerkt met botsabsorbeers en er gebeuren minder zware ongevallen.

Deze werf was geen gemakkelijke klus omdat er vanuit AWW heel nauwgezet is toegezien op de signalisatie. Alles moest in orde zijn.

De signalisatie is een steeds belangrijker deel geworden van de hele werfuitvoering. Dat is geen randactiviteit meer maar even belangrijk als de werken zelf. Dat is nog niet bij alle bouwbedrijven goed doorgedrongen.

Een AC is interessant voor werven waarbij dicht bij het verkeer gewerkt moet worden. Bij asfalteringswerken moeten er wel voldoende openingen voorzien worden voor de aanvoer van asfalt. Bij werven die minder dan een week duren, wegen de kosten en moeite van een AC niet op tegen de voordelen, dan kan voor bakens gekozen worden.

Een afschermdende constructie is veiliger omdat het niet wegschiet bij een aanrijding en omdat het voertuigen kan tegenhouden of op zijn minst vertragen.

Hij benadrukte het belang van de snelheid van het verkeer. Dit dient afgedwongen te worden door:

- Smallere rijstroken, eventueel enkel een beginpunt smaller als er uitzonderlijk vervoer door moet, dan hoeft er enkel op dat punt bakens verzet te worden, of
- Trajectcontrole.

Andere punten die door hem aangehaald werden:

- Een specifieke opleiding voor het besturen van een botsabsorbeerder zou overwogen kunnen worden.

- Er is een betere coördinatie nodig tussen de organisatie van het uitzonderlijk vervoer en de aannemers.
- In België is er een overdaad aan signalisatie.
- De arbeiders wijzen op het respecteren van de veiligheidszone helpt niet, maar ik heb er geen oplossing voor.
- Een mogelijk verbeterpunt in de signalatievoorschriften: een botsabsorbeerder moet nu op 50 m van de werf staan (of rijden), wij vinden 100 m beter.

10.2 Bevraging arbeiders

10.2.1 E403

10.2.1.1 Frezers

Op 4 juli omstreeks 7 uur, tussen de tijd dat de ploeg aangekomen is en aan het werk ging, kon 1 arbeider bevroegd worden.

Een man van 38 met 17 jaar ervaring met wegenwerken (zelden op autosnelwegen), had als taak het gefreesde materiaal op te kuisen.

Hij **voelde zich** op dat moment nog **veilig**, maar kon het niet vergelijken met andere werven aangezien het te lang geleden was dat hij nog op een autosnelweg gewerkt had. De **signalisatie was** volgens hem **in orde**.

Als mogelijke verbetermaatregelen noemde hij een volledig rijstrook tussen het verkeer en de werken en een flitspaal om de snelheid te handhaven.

De veiligheidszone is volgens hem de kant van de werf tegen het verkeer. Hij **wist niet hoe breed** die hier is of zou moeten zijn en was daarover nog niet gebriefd door de ploegbaas. Hij wist ook nog niet hoe dicht bij de bakens hij zou moeten werken.

Hij zag de volgende voordelen van een **rijstrookbrede veiligheidszone**:

- + meer ruimte om te werken;
- + trager verkeer;

en de volgende nadelen:

- te vlug een zelfzeker gevoel waardoor men minder zou opletten.

Hij had nog **geen ongevallen** zien gebeuren of meegemaakt op autosnelwegen.

10.2.1.2 Asfalteerders

Op 7 juli omstreeks 7u, tussen de tijd dat de ploegen aangekomen zijn en aan het werk gingen, werden 2 ploegen asfalteerders aangesproken.

De ene ploeg, bestaande uit 3 personen, wenste niet mee te werken omdat recent een collega omgekomen is bij wegenwerken. Het lag nog te gevoelig.

De andere ploeg was wel bereid mee te werken. We begonnen elk apart iemand te bevragen. Halverwege begon het te regenen, waarna iedereen in de bestelwagen ging zitten. Vanaf dan was het geen individueel interview meer maar eerder een groepsgesprek.

De ploegbaas, met 13 jaar ervaring met wegenwerken, waarvan ongeveer de helft op autosnelwegen, gaat de asfalteermachine bedienen.

Hoe voelt zich **zeer onveilig**. Het is even erg als op andere autosnelwegwerven en altijd al zo geweest. De risico's zijn volgens hem de afstand tot het verkeer en de snelheid van het verkeer.

De enige mogelijke maatregel is een hele rijstrook sluiten tussen de werken en het verkeer.

Hij is op de hoogte veiligheidszone en van het feit dat die hier 50 cm bedraagt. Bij het asfalteren moet je echter links van de machine staan, dus in de veiligheidszone. De ploegbazen en inspecteurs dringen aan op het respecteren van de veiligheidszone maar ze **kunnen niet anders** dan er in te staan.

Hij zag enkel voordelen van een bredere veiligheidszone, geen nadelen en dringt dan ook aan op een rijstrookbrede veiligheidszone.

Een **afschermende constructie** bood volgens hem **geen meerwaarde**, enkel een meerkost. Een collega was het daar niet mee eens en vond dat wel veiliger. (Op de andere punten waren de ploegleden, die ondertussen in de bestelwagen waren gaan schuilen voor de regen, het wel met elkaar eens.)

Hij merkte op dat er **constant bakens** worden **aangereden**. Vele per dag. Ook het invoegen vanuit de oprit is een gevaarlijk punt. De invoegstrook is te kort omdat al vlak na de oprit het wegdek hersteld moet worden.

Een andere arbeider kwam met een mogelijke tussenoplossing, namelijk de veiligheidszone naar een hele rijstrook verbreden, enkel op de dag(en) dat er op de rijstrook grenzend aan het verkeer gewerkt wordt.

Het voordeel hiervan is dat de hinder voor het verkeer zo veel mogelijk beperkt wordt. Het nadeel is dat het signalisatieteam extra moet komen om bakens te verschuiven. Dit kan ook een riskante interventie zijn. Om het risico voor hen te beperken zouden de bakens dan naar buiten geduwd moeten worden en – wanneer de werken op de bewuste rijstrook afgerond zijn – weer naar binnen getrokken moeten worden.

Tijdens de regenbui werd een **apart gesprek** gevoerd met een **ervaren werfarbeider**, die verschillende taken op de werf voor zijn rekening neemt en ook met een vrachtwagen rijdt. Hij werkt in de wegenbouw sedert 1987 en deed ervaring op met werk op alle soorten wegen.

Hij vindt de werf zeer onveilig. Zij ligt te dicht bij het voorbijrijdende verkeer. De 0,50 m brede veiligheidszone is onbetekenend. Ook 1 m zou onvoldoende zijn. Een **volledige rijstrookbreedte** is nodig als betekenisvolle veiligheidszone.

De **snelheid** van het verkeer ligt te hoog. De huidige snelheidslimiet tot 70 km/u zou moeten teruggebracht worden tot 50 km/u.

De werf ligt aan een oprit en neemt de invoegstrook in. Het inrijdende verkeer moet bijgevolg meteen een rijstrook verder invoegen. Bij dit invoegen van zowel het inkomende verkeer als van het verkeer dat op de rechterrijstrook aankomt, wordt al eens getoeterd. Van de aankomende autostromen gaat een zekere dreiging uit.

Tijdens de asfalteringswerken net naast de in dienst zijnde middenrijstrook, moeten taken uitgevoerd worden opzij van de asfalteringsmachine, waarbij de wegenwerker nauwelijks nog gescheiden is van het voorbijrijdende verkeer.

Een **veiligheidszone van 1 rijstrookbreedte** is noodzakelijk. Dit wordt al jaren gevraagd, maar doorstroming lijkt belangrijker te zijn dan de veiligheid van de wegenwerkers.

Idealiter zou de **hele rijbaan** moeten afgesloten worden, zodat de wegenwerf fysiek afgeschermd wordt door de middenberm en zijn vangrails. Het verkeer moet dan tijdelijk in 2 richtingen georganiseerd worden op 1 rijbaan.

De **bakens** zijn zeer aanvaardbaar, maar de rijstrookbrede veiligheidsstrook blijft essentieel!

Een **afschermende constructie** lijkt ook goed, maar mag niet geïdealiseerd worden. Haar effect om auto's te beletten om de werf binnen te rijden, mag niet overschat worden. Hij maakte mee dat een auto over kop ging over zo'n constructie en zo de werf binnenreed.

Hij verwijst ook naar een ervaring met een werf die **door een doek afgeschermd** werd, zodat ze niet zichtbaar was voor de voorbijrijdende bestuurders. Dit lijkt geen oplossing te zijn. Zo'n doek biedt trouwens geen fysieke bescherming.

Andere totaal verschillende alternatieve beschermingswijzen voor wegenwerven, ziet hij niet direct.

Hij verwijst naar een collega die twee dagen voor zijn pensioen op een wegenwerf aangereden werd en daarbij omkwam. Hij vindt dat er in ons land te weinig gedaan wordt voor de veiligheid van de wegenwerkers. In de buurlanden worden altijd brede veiligheidszones gehanteerd.

De apart uitgevoerde bevestigingen leidden tot dezelfde resultaten. De wegenwerkers werken in groepsverband, zij ervaren allen dezelfde problemen.

10.2.2 E40

Op 26 augustus 2022 trokken we naar de werf op de E40 te Bertem voor de bevraging van de arbeiders. We De ploeg begon om 7:00 en was er al iets eerder. Dat gaf ons de mogelijkheid om enkele arbeiders te bevragen.

Een **53-jarige** man was daar aan de slag als **bekister**. Het was voor hem de eerste keer in de wegenbouw. Voorheen werkte hij enkel op bouwplaatsen van gebouwen.

Hij had dus geen referentie, maar hij vond de veiligheid in orde. Hij vond dat de bestuurders respectvol en niet te snel reden.

Het grootste potentiële risico achtte hij de situatie waarbij een voertuig de werfzone binnenreed, bijvoorbeeld om een ongeval of obstakel op de weg te ontwijken.

De activiteit met het hoogste risico achtte hij het verplaatsen van materiaal op de werf, meer bepaald met de kraan. Er zijn dan zoveel dingen om op te letten, zoals de lading die niet mag verschuiven, en de kraan kan boven andere delen van de werf hangen.

Hij kon geen specifieke maatregelen bedenken om de veiligheid op die werf te verbeteren.

Hij wist niet wat de veiligheidszone was, mogelijk door niet begrijpen van de terminologie. Toen ik het hem toonde, wist hij te zeggen dat het team de eerste dag er op gewezen werd die zone vrij te houden. Hij had niet de indruk dat er daarna nog sterk op werd aangedrongen of gecontroleerd. Het lukt om de veiligheidszone te respecteren omdat er plaats genoeg is. Hier vond hij een afschermdende constructie niet nodig, maar op werven waar er minder plaats is kan dat wel beter zijn.

Hij heeft op deze werf nog geen ongevallen meegemaakt of zien gebeuren.

Een **ploegbaas van BAM** werkt nu voor Stadsbader op deze werf voor geluidsschermen. Voor hem is dit werk op een wegenwerf nieuw, het werk loopt in de tweede week.

Hij heeft een goed gevoel met betrekking tot de veiligheid. Zij werden goed geïnformeerd over de vereisten van een veilige wegenwerf. Hij zorgt ervoor dat hij telkens goed uitkijkt.

Gevraagd naar zijn opvatting over een volledige autovrije rijbaan om een werf te beveiligen, vindt hij dat dit niet hoeft.

Terwijl we praten en het verkeer naast de werf vertraagd verloopt, rijdt er plots een auto de veiligheidszone in om het verkeer wat in te halen tussen de twee bakenrijen. Dit is natuurlijk onverantwoord verkeersgedrag, maar het is dus mogelijk.

Een poging om met een **Albanese wegenwerker** te spreken lukte niet echt bij gebrek aan een gemeenschappelijke taal. Hij heeft 3 jaar ervaring.

10.2.3 E314

De bevraging van de wegarbeiders op de werf van de E314 ter hoogte van Boorseme vond plaats op woensdag 7 september 2022 vanaf 6:45.

Bevraging van drie Portugese wegarbeiders in een werfkeet onder het viaduct. Het gaat om een ploegbaas en twee medewerkers; de ploegbaas spreekt Frans, de anderen alleen Portugees. Zij lijken eensgezind.

De ploegbaas heeft zowat 40 jaar ervaring, hun taak is het repareren van het beton in de constructie van het viaduct. Hij heeft al 9 jaar ervaring in België, voordien werkte hij in Frankrijk met kraanwagens. Hij maakte nog geen persoonsongevallen mee.

Hij vindt deze werf goed beveiligd, zij hebben er geen klachten over.

Hij richt zich in het gesprek meer op de veiligheid op de werf zelf, die hij ook goed vindt. Hij verwijst naar de veelvuldige controles – meermaals per week - die het AWV uitvoert. Hijzelf volgde ook al een opleiding rond veiligheid op de werf.

Zij voelen zich op de werf goed beschermd door de betonnen afscherming.

Hij heeft geen voorkeur voor een afschermende constructie of voor bakens. De keuze hangt volgens hem af van het soort werk dat moet uitgevoerd worden.

70 km/u als maximale passeersnelheid voor het verkeer naast de werf, wordt in orde bevonden.

Hij werkt met een Giraf en een Manitou verreiker. Hij vindt het daarbij belangrijk om van de bestuurderscabine de randen te kunnen zien van het vlak waarin hij met zijn toestel kan bewegen.

Zijn medewerker die timmerwerken uitvoert had al een paar jaar ervaring in de bouw in Portugal. Dit was de eerste keer dat hij op een wegenwerf werkte. Hij voelde zich op elk moment voldoende veilig, dankzij de verkeersmaatregelen en beschermingsmiddelen. Hij had geen verdere wensen of voorstellen en ook geen voorkeur tussen een afschermende constructie of bakens.

Bevraging van een werfarbeider op een werkplek onder het viaduct, zowat een km verder in de richting van Nederland. De man is 38 jaar en werkt al 20 jaar in de bouw. Hij is ploegbaas, spreekt volwaardig Nederlands en werkt samen met een andere man die geen ons bekende taal spreekt.

Hij vindt deze werf goed beveiligd. Ook hij verwijst naar regelmatige controles door het AWV.

Ter bescherming worden er new jerseyblokken gebruikt (afschermende constructie) en Heras werfhekken. Hij verwijst ook naar het verbod om goederen te plaatsen binnen een 1 m brede veiligheidszone, opdat bij een eventuele aanrijding de afschermende constructie voldoende kan bewegen.

De afscheiding van het passerende verkeer schat hij als veilig in en niet vatbaar voor verbetering.

Hij hecht veel belang aan een correct gebruik van al nodige persoonlijke beschermingsmiddelen, zoals een bril, helm, masker, oordopjes, stofafzuiger ... en een harnas wanneer bij een rand gewerkt wordt. Sedert hij ooit iets in zijn oog kreeg bij het slijpwerk, is hij zeer strikt op het gebruik van deze PBM.

In de directiekeet, volgde nog een gesprek met een **medewerker van Stadbader**, gespecialiseerd in het werken met en herstellen van beton. Hij had 20 jaar ervaring, maar werkte normaalgezien niet op autosnelwegen.

Hoe voelde zich veilig en zag geen specifieke problemen op deze werf m.b.t. tot de afscherming van het verkeer. De regels worden alsmaar strenger, maar dat verandert niet veel aan de veiligheidsbeleving, die doorgaans in orde is.

Hij waarschuwt voor een overdreven gebruik van signalisatie.

Hij ziet vooral een voordeel in het sterk versmallen van de tijdelijke oranjegeel gemarkeerde rijstroken, zodat het verkeer sterk moet vertragen. Enkel de rechterrijstrook zou daarbij (net) breed genoeg moeten zijn voor vrachtwagens.

De bakens vindt hij alleen nuttig om de werf zichtbaar te maken, maar wanneer deze aangereden worden kunnen zij weggekatapulteerd worden en wegenwerkers verwonden.

Een afschermende constructie vindt hij daarom ook beter dan bakens. De AC kan immers voertuigen tegenhouden of ten minste vertragen. Bakens doen dat niet, integendeel, deze kunnen weggekatapulteerd worden en overal terechtkomen.

Op deze werf heeft hij geen ongevallen gezien of meegemaakt, elders wel. Deze waren doorgaans te wijten aan gsm-gebruik, onoplettendheid en kijkfiles. De meeste ongevallen rond wegenwerken gebeuren in en door de files, en betreffen geen aanrijdingen van de signalisatie of afscherming.

10.3 Interview i.v.m. filestaartbeveiliging

Op aanraden van de Stuurgroep, vond op 12/10/2022 een interview plaats met Kristiaan Popelier, hoofdcommissaris van de Federale wegpolitie Oost-Vlaanderen. Eerder dit jaar had hij op het Belgisch wegencongres een interessante bijdrage geleverd over (de preventie van) filestaartongevallen bij wegenwerken.

Tijdens dit interview overliep hoofdcommissaris Popelier met de onderzoekers van Vias institute de op het Belgisch wegencongres getoonde presentatie (Popelier, 2022), en werd over de inzichten en ideeën verder gediscussieerd. De voornaamste elementen en conclusies die van belang zijn in het licht van voorliggend onderzoek, worden hieronder opgelijst.

- De vrachtwagenchauffeur vormt zich een beeld van de weg op basis van wat hij ziet. Wanneer er op de rechterrijstrook een file ontstaat terwijl de linker rijstro(o)k(en) vrij zijn ontstaat er een fout beeld van de situatie en is er een hoog risico op een kop-staartbotsing
- 'Chicanes' aan wegenwerken zijn moeilijker te nemen voor vrachtwagens. Daarom remmen zij hier vaak sterker af, waardoor de rechterrijstrook gevoeliger wordt voor filevorming dan de andere rijstroken
- Dit is problematischer als de minimale volgafstand niet wordt gerespecteerd (hetgeen vaak het geval is)
- Het onverwachte element is het probleem. Structurele files lijken minder problematisch op vlak van het risico op filestaartongevallen dan onverwachte files
- Overdreven snelheid was een groot issue. Bestuurders baseren zich meer op wat ze effectief zien ('de weg is nog vrij dus ik kan nog even doorrijden aan deze snelheid') dan op wat de borden vertellen.
- De precieze oorzaak is moeilijk te definiëren en niet eenduidig, maar naast het onverwachte wegbeeld is een ongepaste focus eveneens belangrijk
- Hoe een fout wegbeeld te voorkomen (=> d.m.v. aankleding van de weg, verkeerstechnisch wegontwerp en omgeving van de weg een beeld oproepen dat hoort bij wegwerkzaamheden en onverwachte file)
- Best practices om ongevallen in de filestaart te vermijden:
 - o Signalisatie is essentieel en vormt de basis, maar volstaat niet
 - o Aanvullen met bijkomende signalisatie, versmalde rijstroken, herhaling signalisatie aan linkerzijde van de weg, tekstkarren en/of dynamische signalisatie
 - o Positieve ervaring met borden die boven bruggen worden aangebracht; dat blijken eye-catcher
 - o Aan vrachtwagens vragen om zich voor de start van de werf te spreiden over twee rijstroken (in plaats van enkel de rechter) is een maatregel die oordeelkundig kan ingezet worden. Je creëert mogelijk iets meer file, maar je krijgt wel het juiste wegbeeld
 - o Hoewel zeer duur, zijn de ervaringen met mobiele portieken boven de weg zeer goed. Deze hangen zeer laag, waardoor ze een soort 'tunneleffect' creëren en het gevoel geven (zeker voor vrachtwagens) dat je er bijna tegenrijdt. Dit werkt zeer goed attentieverhogend
 - o Bij asverspringingen dient de gele lijn tussen rijstroken dubbel gemaakt te worden. Op deze manier gaan vrachtwagens minder vertragen ter hoogte van asverspringingen, waardoor de kans op het opbouwen van een file op de rechterrijstrook verminder
 - o Ribbelstroken zijn ook een goede attentieverhogende trigger en een goedkope maatregel, liefst met een duidelijk hoogteverschil zodat de tactiele prikkel sterk is.
 - Vandaag mogen die enkel in het wit uitgevoerd worden. Het zou mogelijk interessant kunnen zijn als deze (tijdelijke) ribbelstroken in het geel mogen worden uitgevoerd, zodat mensen meteen duidelijk de link zouden leggen met wegenwerken (waarmee men gele belijning automatisch associeert).
 - o Snelheidscontroles werken goed, maar zijn niet altijd evident of beschikbaar

Concluderend bevestigde het interview een aantal zaken met betrekking tot filestaartaanrijdingen en vulde deze verder aan (o.a. het vastgestelde patroon van de ongevallen op de rechterrijstrook waarbij de andere rijstroken vrij waren). Ook toonden hun ervaringen aan dat er diverse maatregelen zijn om een correct wegbeeld te scheppen en de attentie te verhogen om zo filestaartaanrijdingen te voorkomen.

10.4 Interview i.v.m. toepasbaarheid afwegingskader op werven van categorie 6

Op aanraden van de Stuurgroep, vond op 13/10/2022 een interview plaats met enkele personen van AWW die dagdagelijks zijn met werven van categorie 6 (soms 'onderhoudswerven' genoemd, hoewel die term niet blijkt te kloppen) om te bespreken in welke mate het voorgestelde afwegingskader, dat voornamelijk gebaseerd is op data van werven van categorie 1, ook toepasbaar kan zijn voor werven van categorie 6 autosnelwegen.

Aanwezigen:

- Namens Vias: Tim De Ceunynck, Marc Broeckaert
- Namens AWW: Wim Verheyen, Wim Willaert, Sofie van Deursen

Tim De Ceunynck licht bij wijze van inleiding de voornaamste conclusies en het afwegingskader toe aan de hand van de presentatie die ook op de Stuurgroepvergadering van 29/09/2022 was getoond.

Wat is het verschil precies tussen 'onderhoudswerven' en 'investeringswerken'? Dit heeft puur te maken met vanwaar de financiering van de werf komt. In de feiten is er een grijze zone tussen beide. Eigenlijk is enkel de categorisering van de werf (categorie 6) van tel.

Er moet opgemerkt worden dat de discussie enkel gaat over stilstaande werken van categorie 6, niet over mobiele werken (je kan geen bakens gaan plaatsen rond een bewegende werf).

Bij werken van categorie 6 wordt soms een rijstrookbrede veiligheidszone toegepast (bijvoorbeeld reiniging verholten goot middenberm Antwerpse ring). Sowieso mag dat enkel 's nachts. In Antwerpen moeten de meeste werken 's nachts gebeuren, zeker bij inname van een rijstrook.

Werken van categorie 6 worden voorzien van 3 botsabsorbeerders, die volgens welbepaalde voorschriften opgesteld dienen te staan. De uitvoeringskosten lopen zo al hoog op. Indien er een rijstrookbrede veiligheidsstrook zou voorzien worden, zou dat ook de noodzaak van nog een extra botsabsorbeerder impliceren. De ervaringen met het systeem van 3 botsabsorbeerders zijn positief. Men heeft het gevoel dat dit de wegwerkers een goede bescherming biedt.

Er wordt opgemerkt dat het volledig afsluiten van een rijrichting van de autosnelweg de veiligste optie is. In het buitenland gebeurt dit vaak, maar hier in Vlaanderen is dat vaak moeilijk haalbaar omwille van de afwezigheid van alternatieve routes. Dit is combineerbaar met de bestaande calamiteitenroutes. Een bijkomend voordeel van het afsluiten van een volledige rijrichting is dat de werken vaak beter kunnen worden uitgevoerd omdat men niet rijstrook per rijstrook moet gaan werken, maar de werken in één geheel kan uitvoeren. Maar een weg afsluiten gaat gepaard met een heel communicatietraject vooraf.

Er zijn ook werken die over meerdere weekends gespreid moeten worden. Overdag tijdens de werkweek wordt dan meestal naar een andere fase overgegaan om meer rijstroken vrij te laten om de doorstroming te verbeteren. Wanneer daarvoor elementen verplaatst moeten worden, gaat dit weliswaar van de effectief beschikbare werktijd af en veroorzaakt dit verplaatsen ook bijkomende hinder omdat dit vaak niet vanuit de kant van de werf kan worden gedaan.

Men haalt aan dat men zich vragen stelt of je de veiligheid wel echt aan het verbeteren bent als je bijkomende congestie veroorzaakt. Mogelijk gaan mensen rare/gevaarlijke manoeuvres uithalen uit frustratie wanneer ze veel tijd verliezen. Zeker wanneer ze het gevoel hebben dat een werf onnodig veel ruimte in lijkt te nemen.

Men geeft aan dat er meer criteria nodig zijn dan enkel de duurtijd van de werf, o.a. het aantal rijstroken, op welke rijstrook gewerkt wordt, is er een volwaardige pechstrook die breed genoeg is om (vracht)verkeer op te vangen... Op veel plaatsen acht men het gebruik van een rijstrookbrede veiligheidszone zeer moeilijk realiseerbaar. De veiligheid van de wegwerkers is belangrijk, maar in het totaalplaatje van de werken moeten ook de andere elementen worden meegenomen in de afweging.

Werken die plaatsvinden op de pechstrook, kunnen nu nog overdag plaatsvinden. Als een rijstrookbrede veiligheidszone verplicht zou zijn, zouden deze werken ook 's nachts moeten uitgevoerd worden. De meeste werken vinden nu al 's nachts plaats. 's Nachts werken brengt ook risico's met zich mee.

Er wordt geconcludeerd dat het wenselijk is om het afwegingskader niet toe te passen op de werken van categorie 6. Men is van mening dat een rijstrookbrede veiligheidszone zelden haalbaar is bij werken categorie 6 (en ook afschermende constructies zijn niet haalbaar). Het huidige systeem met drie botsabsorbeerders wordt als voldoende beschouwd. Eventueel kan in een apart vervolgonderzoek in detail bekeken worden hoe de veiligheid van arbeiders op werken van categorie 6 eventueel nog verbeterd kan worden.



Vias institute

Haachtsesteenweg 1405
1130 Brussel

+32 2 244 15 11

info@vias.be

www.vias.be