



Verkeerskundige analyse Laan van Malkenschoten

23 januari 2012

**Gemeente Apeldoorn
Dienst Openbare Werken
Afdeling Beleid en Programma's**

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Laan van Malkenschoten – Kayersdijk.....	5
2.1	Huidige situatie.....	5
2.2	Toekomstige situatie Laan van Malkenschoten – Kayersdijk	5
2.3	Oplossingsrichting Laan van Malkenschoten – Kayersdijk.....	5
3	Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg	7
3.1	Huidige situatie.....	7
3.2	Toekomstige situatie Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg	7
3.3	Oplossingsrichtingen Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg	8
4	Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg.....	10
4.1	Huidige situatie.....	10
4.2	Toekomstige situatie Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg	10
4.3	Oplossingsrichtingen Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg.....	11
5	Tussenliggende wegvakken.....	17
6	In- en uitritten op tussenliggende wegvakken.....	19
6.1	Wegvak tussen Arnhemseweg en Oude Apeldoornseweg	19
6.2	Wegvak tussen Oude Apeldoornseweg en Arnhemseweg	19
7	Conclusies	20

Bijlagen

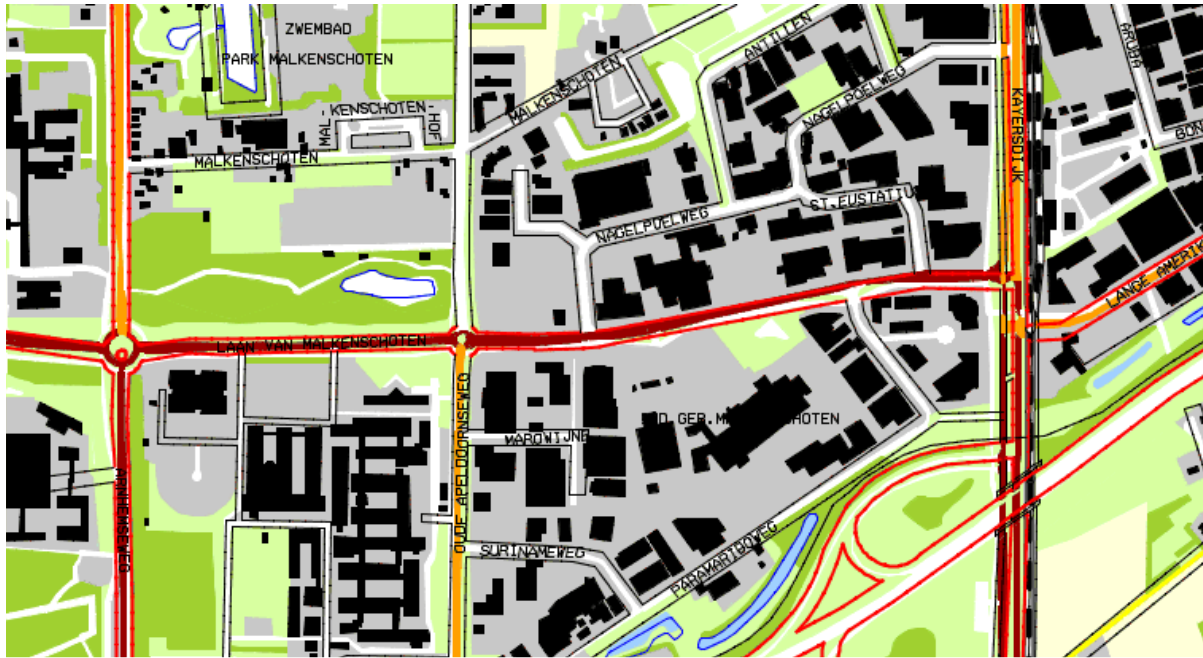
8	Werkwijze	22
8.1	Doel	22
8.2	Stap 1: verkeersmodel	22
8.3	Stap 2: bepalen aantal aankomsten en vertrekken	22
8.4	Stap 3: toedeling aankomsten en vertrekken	22
8.5	Uitwerking stap 1: verkeersmodel 2020	23
8.6	Uitwerking stap 2: bepalen aantal aankomsten en vertrekken	27
8.6.1	Uitgangspunten stap 2 (Achmea)	27
8.6.2	Uitgangspunten stap 2 (Visionpark)	29
8.7	Uitwerking stap 3: toedeling aankomsten en vertrekken	30
9	Analyse Arnhemseweg - Laan van Malkenschoten	36
9.1	Huidige situatie	36
9.2	Gegevens	36
9.3	Analyse huidige rotonde (tweestrooksrotonde, één strook per toerit)	36
9.4	Analyse aangepaste rotonde (tweestrooksrotonde, twee stroken per toerit)	37
9.5	Analyse partiële turborotonde	38
9.6	Analyse huidige rotonde met een V.R.I.	41
9.7	Analyse aangepaste rotonde met V.R.I.	41
9.8	Analyse aangepaste rotonde met V.R.I.	42
9.9	Analyse kruispunt met V.R.I.	43
10	Analyse Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg	45
10.1	Huidige situatie	45
10.2	Gegevens	45
10.3	Analyse huidige rotonde (eenstrooksrotonde, één strook per toerit)	45
10.4	Analyse kruispunt met V.R.I.	46
11	Analyse Laan van Malkenschoten – Kayersdijk	48
11.1	Huidige situatie	48
11.2	Gegevens	48
11.3	Analyse aangepast kruispunt met V.R.I.	48
12	Analyse lengte opstelstroken	50
12.1	Berekening	50
12.2	Kruispunt Laan van Malkenschoten - Arnhemseweg	50
12.3	Kruispunt Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg	51
12.4	Kruispunt Laan van Malkenschoten – Kayersdijk	51
13	Analyse aansluitingen op de tussenliggende wegvakken	52
13.1	Wegvak tussen Arnhemseweg en Oude Apeldoornseweg	52
13.2	Wegvak tussen Oude Apeldoornseweg en Kayersdijk	52
14	Analyse tussenliggende wegvakken	53

1 Inleiding

De analyse betreft de verkeersdoorstroming op de Laan van Malkenschoten en de daarop gelegen rotondes en kruispunten. Concreet gaat het om:

- het met verkeerslichten geregelde kruispunt Laan van Malkenschoten – Kayersdijk
- de rotonde Laan van Malkenschoten – Oude Beekbergseweg
- de rotonde Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg – Laan van Westenenk

en de daartussen gelegen wegvakken.



Afbeelding: overzichtskartaal

Volgens de Verkeersvisie 2010 - 2020 maken de Kayersdijk, Laan van Malkenschoten, Arnhemseweg en Laan van Westenenk deel uit van het hoofdwegennet. De Kayersdijk heeft een hogere prioriteit dan de andere genoemde hoofdwegen. De Arnhemseweg is één van de fietsdoorstroommassen.

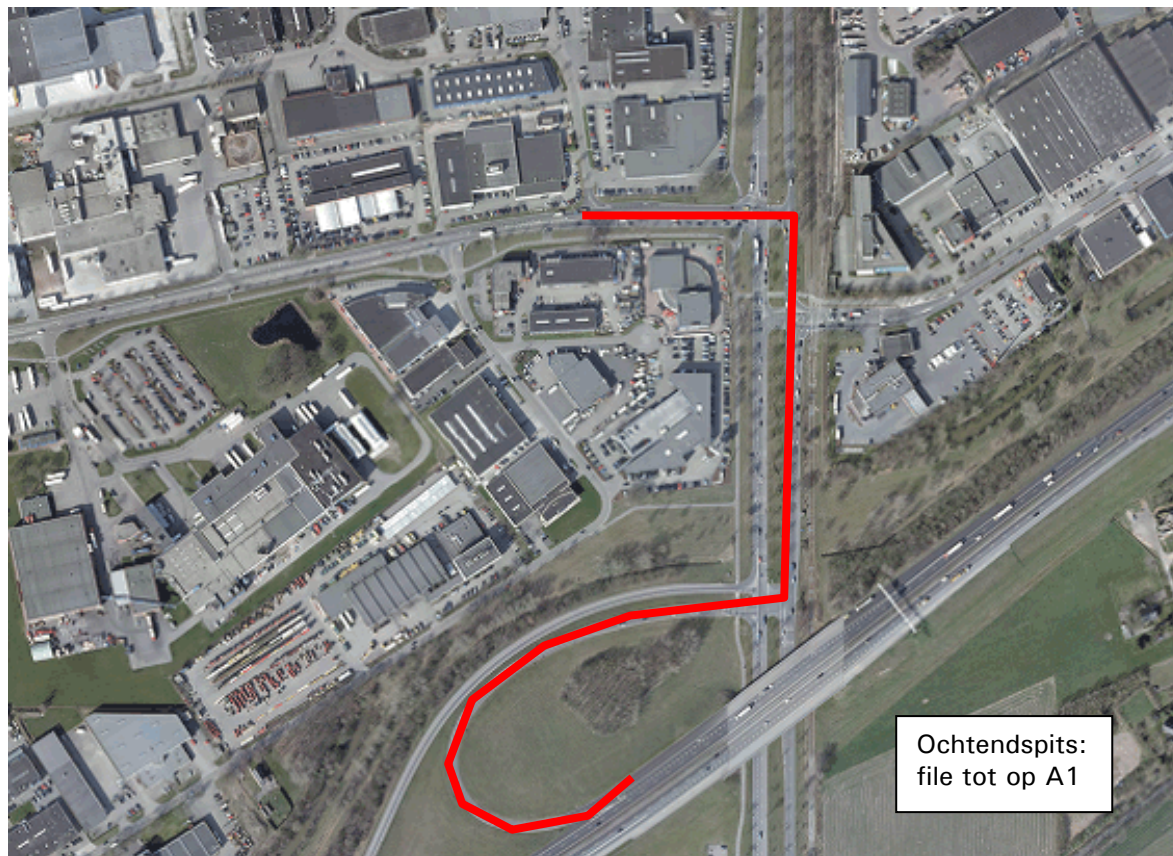
Achtereenvolgens worden beschreven:

- de huidige situatie (en eventuele problemen)
- de verwachte toekomstige situatie (en eventuele problemen)
- de mogelijke oplossingsrichtingen

2 Laan van Malkenschoten – Kayersdijk

2.1 Huidige situatie

Het landelijke Groene Golf Team van Rijkswaterstaat heeft in het voorjaar van 2007 de toenmalige verkeerslichtenregeling geëvalueerd. De reden was, dat de wachtrijen voor de verkeerslichten in de ochtendspits zo lang werden, dat het einde van de wachtrij op de A1 stond. De verkeerslichtenregeling is gewijzigd, waardoor deze problemen minder vaak voorkomen.



Afbeelding: file vanaf Laan van Malkenschoten tot op de A1

2.2 Toekomstige situatie Laan van Malkenschoten – Kayersdijk

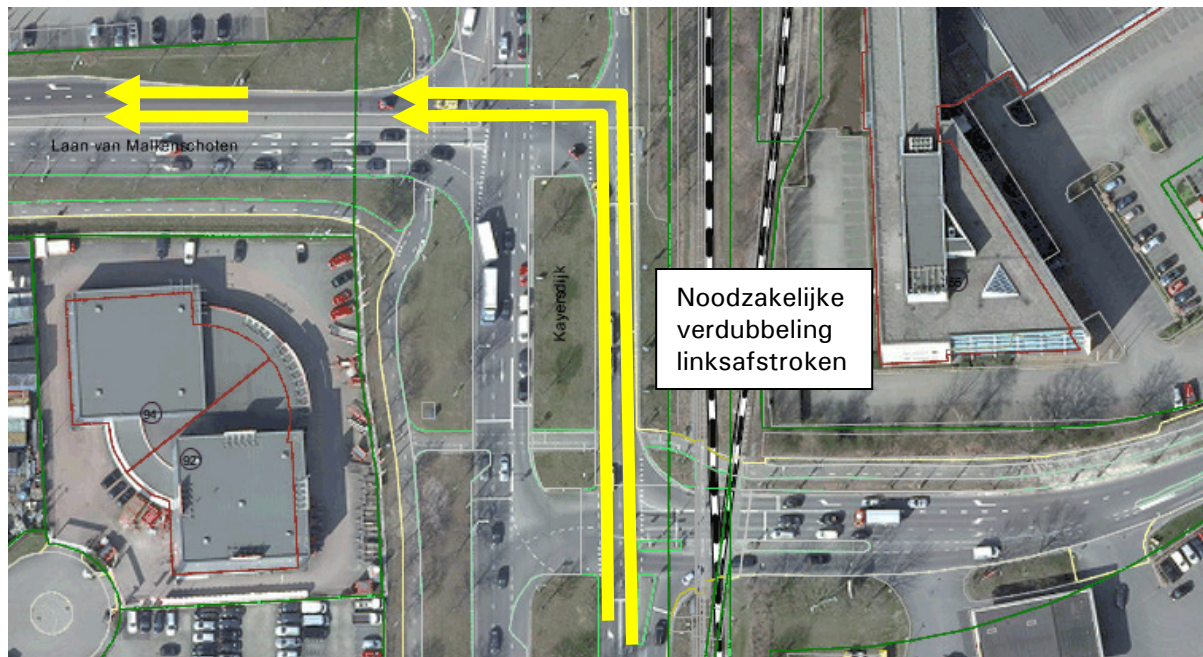
De uitbreiding van Achmea aan de Laan van Malkenschoten en de andere ontwikkelingen in het zuidelijk deel van Apeldoorn leiden uiteraard tot een toename van het verkeer op dit kruispunt. De Kayersdijk is namelijk de directe verbinding tussen de Laan van Malkenschoten en de op- en afritten van de autosnelweg A1, Amersfoort – Deventer (afrit Apeldoorn zuid)

2.3 Oplossingsrichting Laan van Malkenschoten – Kayersdijk

In 2007 was al bekend, dat er veel ontwikkelingen in het gebied rond de Laan van Malkenschoten zouden gaan plaatsvinden. Het Groene Golf Team adviseerde als volgt: "Met het oog op de langere termijn, waarin wellicht sprake is van uitbreiding van industriegebied bij de Laan van Malkenschoten, is een dubbele rijstrook aan te bevelen. Dit alternatief kan

namelijk het meeste verkeer afwikkelen, hetgeen vanwege de verwachte groei van de intensiteiten wenselijk is.”

De dubbele rijstrook betreft de linksafrichting vanaf de Kayersdijk naar de Laan van Malkenschoten. Uiteraard moeten ook na het kruispunt (op de Laan van Malkenschoten) twee rijstroken aanwezig zijn, zodat er twee stromen gelijktijdig linksaf kunnen slaan. Deze verkeersstromen zijn met gele pijlen in de luchtfoto weergegeven.



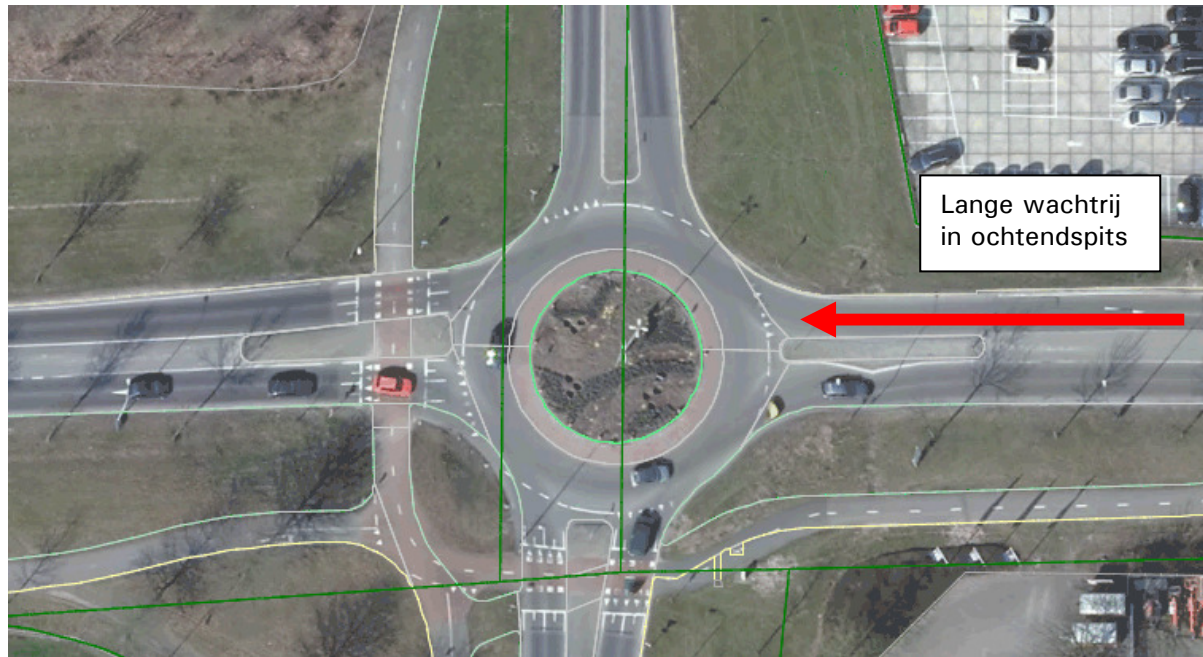
Abbeelding: kruispunt met verkeerslichten: Kayersdijk – Lange Amerikaweg – Laan van Malkenschoten

3 Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg

3.1 Huidige situatie

Op dit punt ligt een kleine rotonde. Op de rotonde is één rijstrook aanwezig. Er zijn geen voorsorteervakken op het wegvak naar de rotonde. Al het verkeer, of het nu rechtsaf, linksaf of rechtdoor wil, staat achter elkaar opgesteld.

Fietzers die de rotonde oversteken hebben voorrang op het autoverkeer.



Afbeelding: rotonde Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg

In de ochtendspits kan – vooral op de oostelijke tak - het autoverkeer niet altijd voldoende doorstromen. Vrachtauto's die moeten stoppen om voorrang te geven, hebben nogal wat tijd nodig om weer op snelheid te komen. De wachtrij wordt regelmatig zo lang, dat het verkeer dat vanaf de Kayersdijk naar de Laan van Malkenschoten wil, langzaam rijdend in de wachtrij moet aansluiten.

3.2 Toekomstige situatie Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg

De uitbreiding van Achmea aan de Laan van Malkenschoten en de andere ontwikkelingen in het zuidelijk deel van Apeldoorn leiden uiteraard tot een toename van het verkeer op deze rotonde. Als de verkeerslichtenregeling op het kruispunt Laan van Malkenschoten – Kayersdijk door de voorgestelde maatregel meer autoverkeer doorlaat dan nu het geval is, zullen de wachtrijen voor deze rotonde nog verder toenemen.

3.3 Oplossingsrichtingen Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg

De volgende oplossingsrichtingen zijn denkbaar:

- 1) geen maatregelen treffen
- 2) uitbreiden rotonde zodat er twee rijstroken op de rotonde zijn
- 3) ombouw van rotonde tot kruispunt met verkeerslichten

1)

Als er geen maatregelen getroffen worden, zal de doorstroming op de Laan van Malkenschoten nog verder verslechteren. Dit draagt ook niet bij aan de verkeersveiligheid op de rotonde. Verkeersdeelnemers die lang moeten wachten, zijn namelijk geneigd bepaalde risico's te nemen ("dat kan nog net").

2)

Een rotonde met twee rijstroken op de rotonde kan meer verkeer verwerken dan de huidige rotonde. Maar in 2020 zijn ook bij een tweestrooksrotonde problemen met de doorstroming te verwachten.

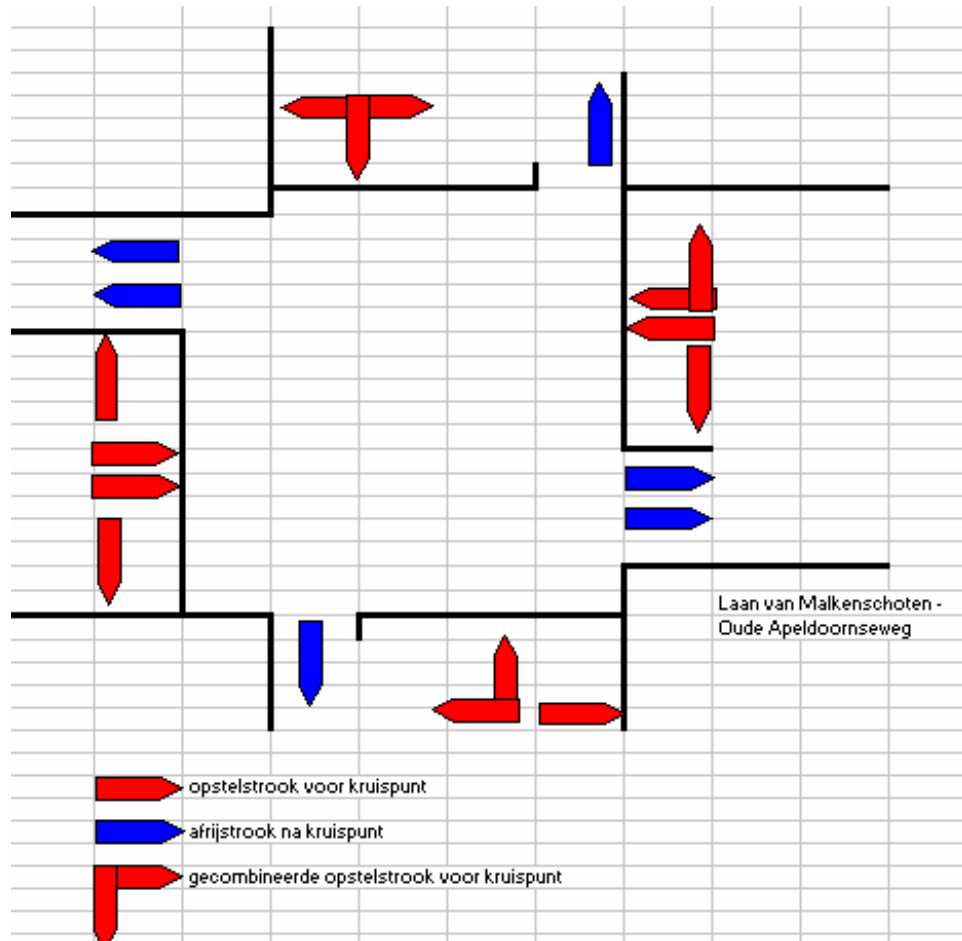
Uit ervaringen met de rotonde Laan van Osseveld- Veenhuizerweg blijkt bovendien, dat de meeste verkeersdeelnemers niet met dit type rotonde kunnen omgaan, omdat men op veel zaken gelijk moet letten. Er zijn veel bijna-aanrijdingen.

Een rotonde is niet de juiste maatregel om het in de Verkeersvisie vastgestelde beleid te realiseren. Op een rotonde zijn namelijk alle aanvoerwegen gelijkwaardig. Volgens de Verkeersvisie behoort de Laan van Malkenschoten tot het hoofdwegennet en de Oude Apeldoornseweg niet. Met een rotonde kan geen hogere prioriteit aan de doorstroming op de Laan van Malkenschoten of aan het openbaar vervoer of hulpdiensten worden gegeven.

3)

Met een kruispunt met verkeerslichten kan aan de doorstroming van het autoverkeer op de Laan van Malkenschoten meer prioriteit worden gegeven dan aan het autoverkeer op de Oude Apeldoornseweg.

Uit een rekenkundige analyse blijkt, dat het volgende aantal opstelstroken noodzakelijk is om het verkeer in 2020 goed te kunnen verwerken.



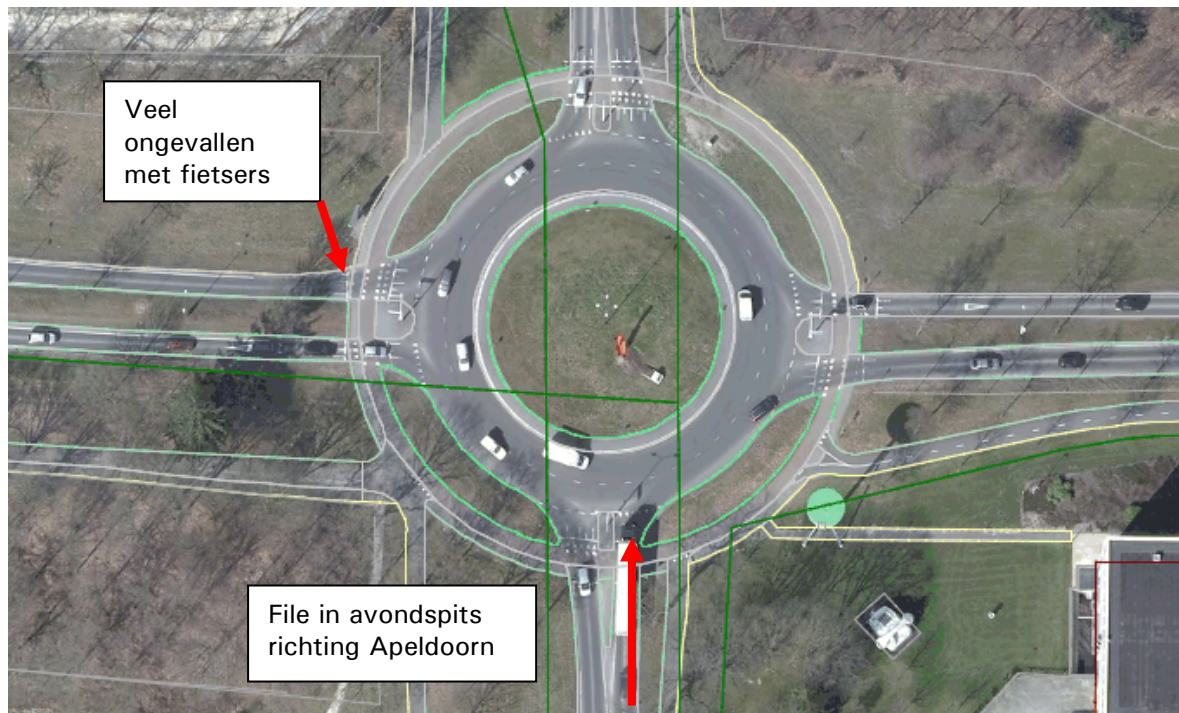
Op de Laan van Malkenschoten zijn twee rechtdoorgaande stroken nodig. Het profiel op de Oude Apeldoornseweg blijft beperkt. Aan de zuidzijde is wel een aparte opstelstrook voor het rechtsafslaand verkeer nodig. Deze richting wordt vooral in de avondspits gebruikt door het verkeer dat via de Kayersdijk naar de A1 gaat.

4 Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg

4.1 Huidige situatie

Op dit punt ligt een grote rotonde. Op de rotonde zijn twee rijstroken aanwezig. Er zijn geen voorsorteervakken op het wegvak naar de rotonde. Al het verkeer, of het nu rechtsaf, linksaf of rechtdoor wil, staat achter elkaar opgesteld.

Fietzers die de rotonde oversteken hebben voorrang op het autoverkeer.



Afbeelding: rotonde Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg

In de avondspits kan – vooral op de zuidelijke tak - het autoverkeer niet altijd voldoende doorstromen. Veel ongevallen zijn kop-staartbotsingen. Op de westelijke tak vinden veel ongevallen tussen auto's en fietsers plaats.

4.2 Toekomstige situatie Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg

De uitbreiding van Achmea aan de Laan van Malkenschoten en de andere ontwikkelingen in het zuidelijk deel van Apeldoorn leiden uiteraard tot een toename van het verkeer op deze rotonde.

4.3 Oplossingsrichtingen Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg

De volgende oplossingsrichtingen zijn denkbaar:

- 1) geen maatregelen treffen
- 2) wijzigen rotonde in partiële turborotonde
- 3) voorzien huidige rotonde van verkeerslichten
- 4) uitbreiden huidige rotonde en voorzien van verkeerslichten
- 5) ombouw van rotonde tot kruispunt met verkeerslichten

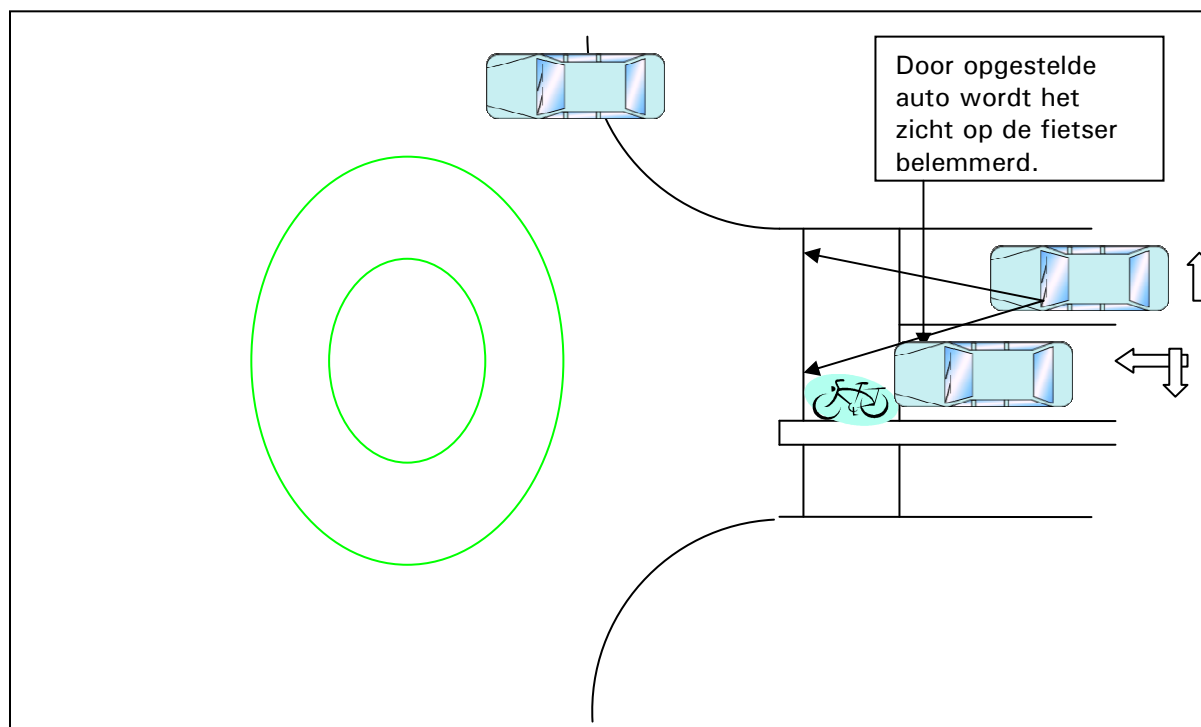
1)

Als er geen maatregelen getroffen worden, zal de doorstroming op de rotonde verslechteren. Dit draagt ook niet bij aan de verkeersveiligheid op de rotonde. Verkeersdeelnemers die lang moeten wachten, zijn namelijk geneigd bepaalde risico's te nemen ("dat kan nog net"). Niets doen is niet gunstig voor de fietsers op de doorstroomas Arnhemseweg en voor het snelnet openbaar vervoer (Apeldoorn - Arnhem v.v.). In de Samenwerkings Overeenkomst met Achmea is bovendien vastgelegd dat de gemeente zich zal inspannen de doorstroming te verbeteren.

2)

In een studie van december 2008 is voorgesteld de huidige rotonde om te bouwen tot een partiële turborotonde. De partiële turborotonde heeft als eigenschap dat weggebruikers voorsorteren voordat zij de rotonde oprijden. Hierdoor hoeven er op de rotonde geen rijstrookwisselingen meer plaats te vinden.

Een nadeel van deze rotondevorm is, dat een fietser bij het verlaten van de rotonde 2 rijstroken moet oversteken. Dit leidt tot een potentieel onveilige situatie, namelijk een verhoogde kans op zogenaamde afdekongevallen.



Afbeelding: partiële turborotonde

In de studie wordt voorgesteld voor de fietsers om die reden fietstunnels aan te leggen. De studie concludeert ook, dat deze rotondevorm het verkeer in 2020 niet kan verwerken. Dit blijkt ook uit een aanvullende analyse (zie bijlagen).

3)

Bij verkeerslichten op een rotonde van deze vorm en afmeting spelen twee belangrijke zaken een rol:

- a) het verkeerslicht voor de auto's en het verkeerslicht voor de fietsers/voetgangers op de parallelle oversteek mogen niet gelijktijdig groen zijn, omdat het autoverkeer op de rotonde al een flinke snelheid bereikt kan hebben, als het de oversteekplaats voor het langzaam verkeer bereikt.
- b) kan het linksafslaand verkeer zich zodanig opstellen op de rotonde dat het achteropkomend verkeer dat rechtdoor wil rijden niet geblokkeerd wordt?

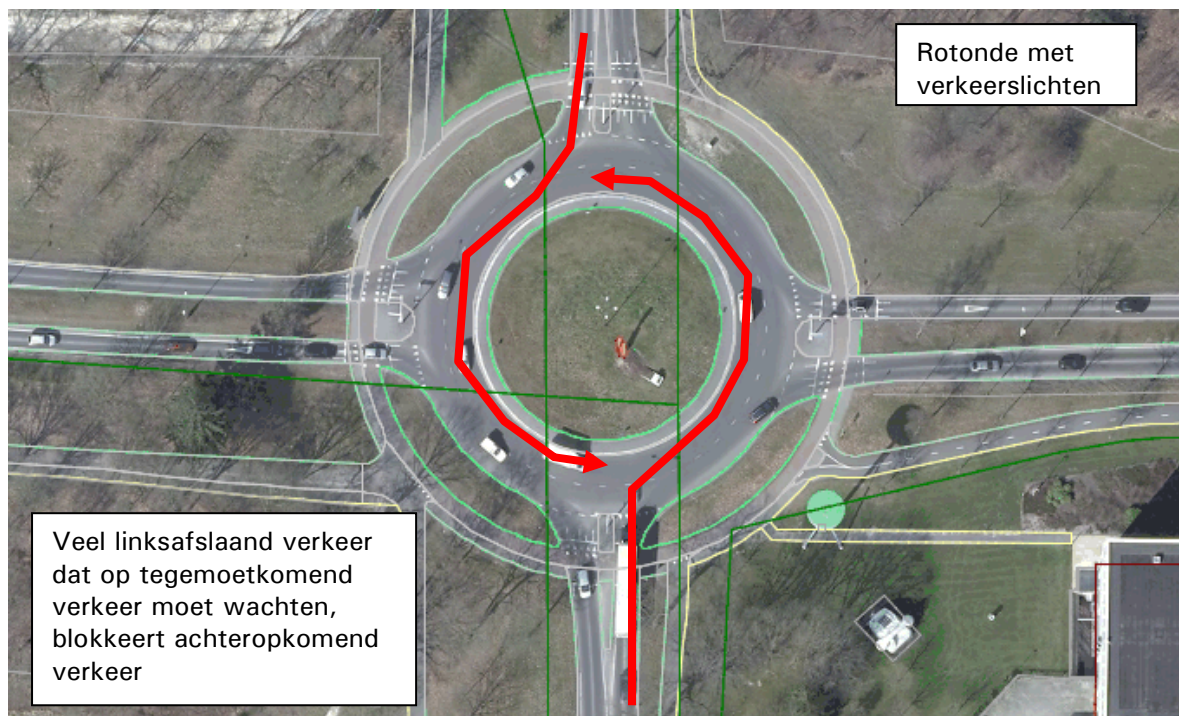
Voorwaarde a leidt tot een zogenaamde 3 fasenregeling. De volgorde is als volgt:

- Verkeerslichten voor fietsers/voetgangers in oost-west en west-oost en noord-zuid en zuid-noord richting krijgen groen licht
- Verkeerslichten voor het autoverkeer in oost-west en west-oost richting krijgen groen licht
- Verkeerslichten voor het autoverkeer in noord-zuid en zuid-noord richting krijgen groen licht

Berekeningen geven aan, dat dit in de ochtendspits 2020 leidt tot een cyclustijd van meer dan 4 minuten. De cyclustijd is de tijd die nodig is om alle richtingen één keer groen licht te geven. De maximale wachttijd voor een fietser is daarmee ook bijna 4 minuten en een gemiddelde wachttijd van 2 minuten. Ook voor het autoverkeer zijn de maximale en gemiddelde wachttijden veel hoger dan acceptabel is.

Bij deze lange cyclustijden, is het verkeersaanbod per cyclus ook hoog (in 4 minuten komen er nu eenmaal meer auto's aan dan in 1 minuut). Ter illustratie: in de ochtendspits 2020 slaan er ongeveer 400 auto's/uur linksaf vanaf de Arnhemseweg naar de Laan van Malkenschoten. Bij een cyclustijd van 4 minuten zijn dat er gemiddeld 26 per cyclus. Dit aantal kan zich niet opstellen op de rotonde, zonder het achteropkomend verkeer te blokkeren.

Dit is geen acceptabele oplossing.

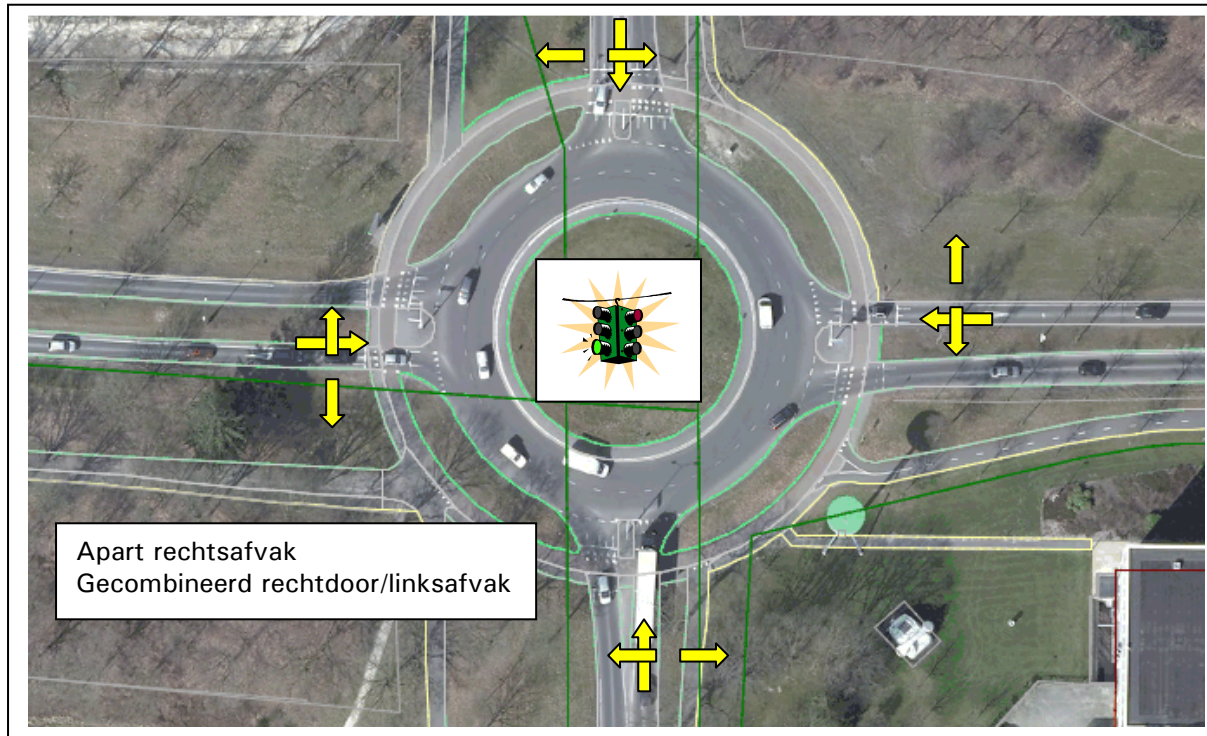


Afbeelding: linksafslaand verkeer moet op tegemoetkomend verkeer wachten, blokkeert daarmee het achteropkomend verkeer.

4)

a)

In deze variant zijn er op elke tak van de rotonde twee opstelvakken. Eén voor het rechtsafslaand verkeer en één voor het rechtdoorgaand en linksafslaand verkeer. Het voordeel ten opzichte van de vorige variant is, dat het verkeer op de aanvoertak van de rotonde met twee stromen gelijk kan rijden. Dit leidt tot een reductie van de benodigde groentijden.



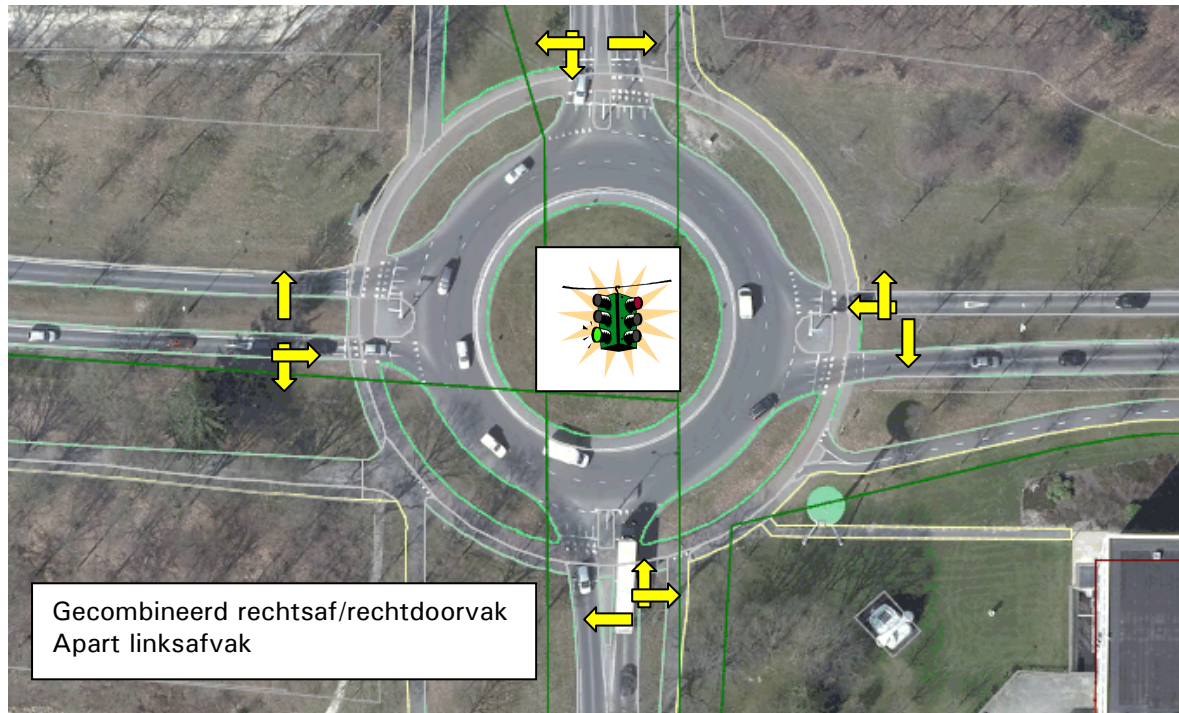
Ook deze vormgeving kan het verkeer niet verwerken. Deze rijstrookindeling is geen goede oplossing.

4

b)

De twee rijstroken kunnen ook als volgt worden ingedeeld:

- Rechter rijstrook: voor rechtdoorgaand en rechtsafslaand verkeer
- Linker rijstrook: voor linksafslaand verkeer



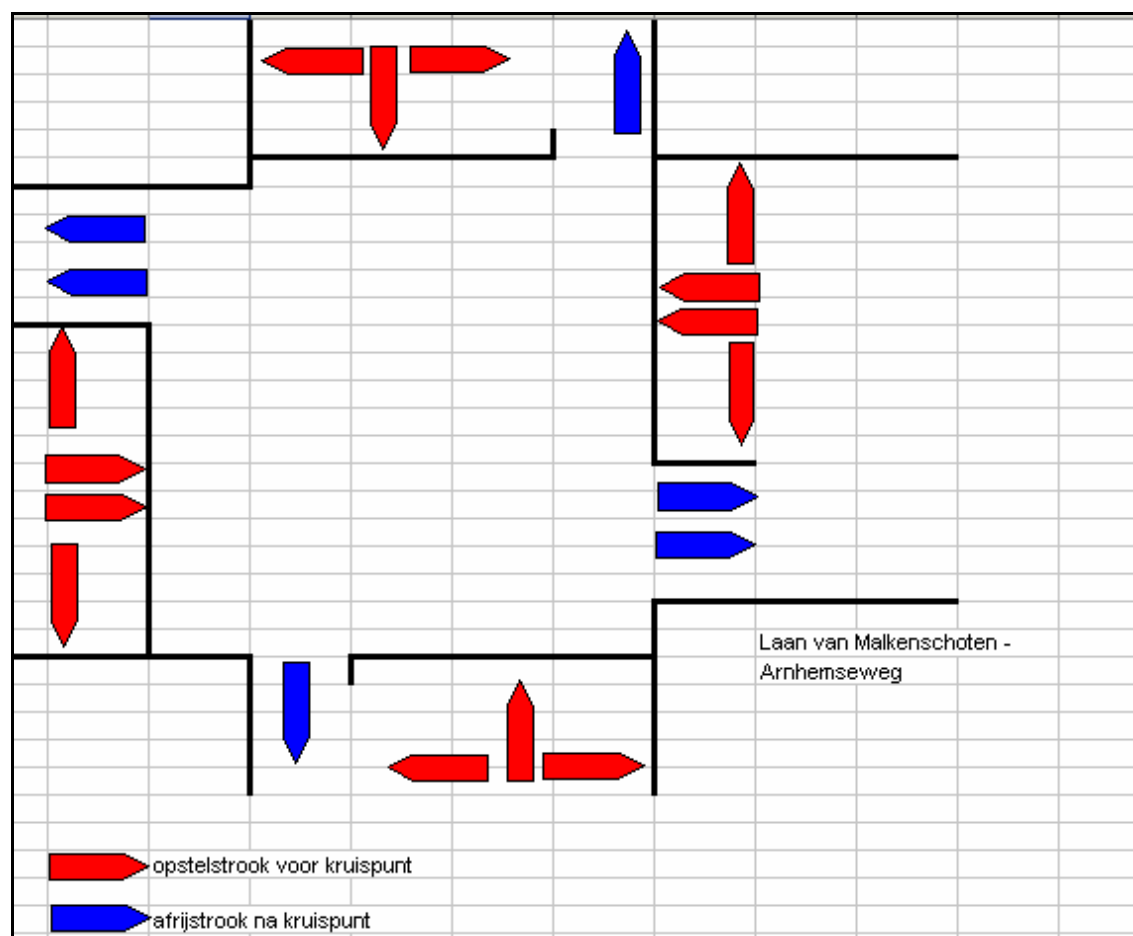
Voordeel van deze oplossing – ten opzichte van variant 4a - is, dat het linksafslaand verkeer NIET het achteropkomend verkeer blokkeert. Berekeningen geven aan, dat het verkeer niet verwerkt kan worden. Dit is geen goede oplossing.

5)

Bij de berekening van een kruispunt met V.R.I. is in eerste instantie uitgegaan van de volgende vormgeving:

- Arnhemseweg (noordzijde): 1 gecombineerde rijstrook (rechtsaf, rechtdoor, linksaf)
- Arnhemseweg (zuidzijde): 1 gecombineerde rijstrook (rechtsaf, rechtdoor, linksaf)
- Laan van Malkenschoten: 1 rijstrook rechtsaf, 1 rijstrook rechtdoor, 1 rijstrook linksaf
- Laan van Westenenk: 1 rijstrook rechtsaf, 1 rijstrook rechtdoor, 1 rijstrook linksaf

Deze vormgeving voldoet niet om het verkeer te kunnen verwerken. Hiervoor is de volgende vormgeving noodzakelijk:

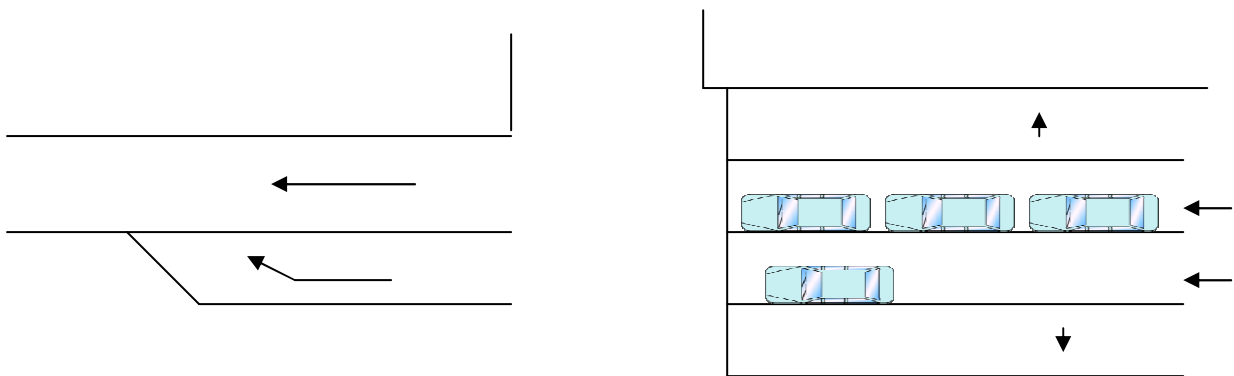


Afbeelding: benodigde rijstroken in 2020

5 Tussenliggende wegvakken

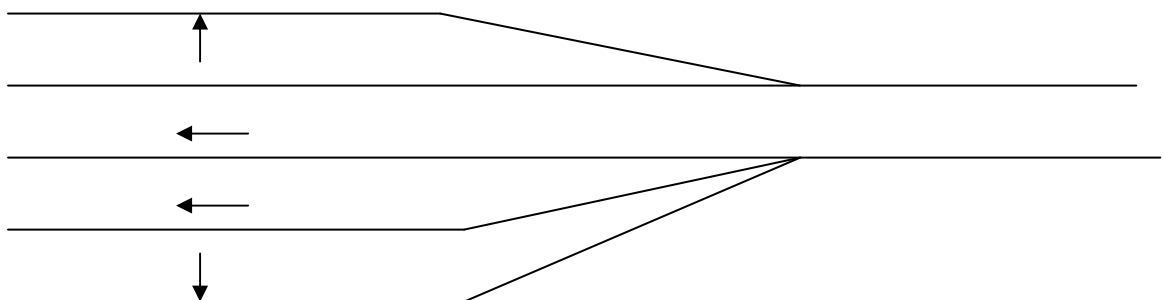
Op de drie kruispunten is het nodig een aantal richtingen van twee opstelvakken te voorzien. Dit betekent, dat er ook na het kruispunt over een bepaalde lengte twee rijstroken aanwezig moeten zijn. Als deze weer samenvoegen naar één rijstrook moet het autoverkeer na het kruispunt ritsen.

Uit analyses blijkt, dat als de lengte van het gebied waarin geritst moet worden beperkt is, het merendeel van de automobilisten zich voor het kruispunt in de meest rechtse rijstrook opstelt. Omdat aan de beide opstelvakken gelijktijdig het groene verkeerslicht wordt getoond, treedt er een moment op, waarop er op de meeste rechtse rijstrook nog verkeer over de stopstreep rijdt, terwijl er op de meest linkse rijstrook geen verkeer meer rijdt. Het groene verkeerslicht wordt niet efficiënt gebruikt. Dit betekent, dat de wachttijd voor andere verkeersdeelnemers op het kruispunt langer is dan noodzakelijk en dat is slecht voor de verkeersdoorstroming.



Verkeer moet na het kruispunt ritsen. Als het ritsvak kort is, stelt het merendeel van de automobilisten zich in de meest rechtse rechtdoorgaande rijstrook op. De groentijd voor de rechtdoorgaande richting wordt niet efficiënt benut. Dit is slecht voor de totale doorstroming.

Naarmate het ritsvak een grotere lengte heeft, zijn er steeds meer automobilisten bereid ook de meest linkse opstelstrook te gebruiken. Hierdoor daalt de groentijd die nodig is voor deze richting. Het bovenstaande betekent, dat na de kruispunten over grotere lengte twee rijstroken aanwezig moeten zijn, voordat ze samenvoegen tot één rijstrook. Bij het volgende kruispunt werkt het precies andersom. De ene rijstrook waaiert uit naar bijvoorbeeld 4 opstelstroken. Dat betekent dat ook op het volgende kruispunt de groentijd niet efficiënt kan worden gebruikt. In feite werkt het als een omgekeerde trechter: het smalle stroompje kan nooit een krachtige brede stroom worden.



Verder moet rekening gehouden worden met verstoringen, als er op het wegvak slechts één rijstrook aanwezig is. Bij alle ongeregelde aansluitingen, zal afslaand verkeer snelheid moeten minderen. Achteropkomend verkeer moet dit eveneens doen, waardoor dit de doorstroming op de Laan van Malkenschoten belemmert.

De verdubbeling is ook noodzakelijk om een groene golf tussen de kruispunten efficiënter te laten functioneren.

Conclusie: verdubbeling van de wegvakken tussen de kruispunten is noodzakelijk voor de doorstroming van het verkeer.

6 In- en uitritten op tussenliggende wegvakken

Gezien het grote aantal nieuwe verkeersbewegingen van en naar de terreinen van Achmea en Visionpark, heeft een nadere studie naar de in- en uitritten op dit wegvak plaatsgevonden.

6.1 Wegvak tussen Arnhemseweg en Oude Apeldoornseweg

Op het wegvak Laan van Malkenschoten tussen de Arnhemseweg en de Oude Apeldoornseweg bevinden zich op twee plaatsen in- en uitritten, namelijk bij het complex van Achmea en bij het toekomstige complex Visionpark.

Op basis van een simulatiestudie heeft een extern adviesbureau (Goudappel Coffeng 4 november 2011) het volgende geconcludeerd:

- In de situatie met twee voorrangskruispunten op de Laan van Malkenschoten ontstaan er geen structurele knelpunten. In de ochtendspits is het inrijden van de ingang van het Achmea-terrein vanuit de richting Kayersdijk enigszins moeizaam, maar veroorzaakt geen grote problemen. In de avondspits kunnen bij de uitgangen van de beide bedrijven korte wachtrijen ontstaan. De maximale wachttijden blijven beperkt tot 30-40 seconden.
- Bij het voorziene gebruik kan het ontwerp van beide ingangen als voldoende veilig worden beschouwd. Hierbij gelden echter twee randvoorwaarden:
- De VRI-kruispunten op de Laan van Malkenschoten moeten dusdanig ingesteld, dat
 - er voldoende hiaten in het verkeer ontstaan (dit is in het ontwerp opgenomen).
 - er moet voldoende ruimte zijn voor linksafslaande voertuigen vanaf de bedrijven om zich op de middenberm veilig te kunnen opstellen (dit is in het ontwerp opgenomen).
- De verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid zijn gegarandeerd bij een ongeregelde aansluiting van Achmea en Visionpark.

Conclusie: op basis van de voorspelde hoeveelheden verkeer, kunnen de beide in- en uitritten op de Laan van Malkenschoten tussen de kruispunten met de Arnhemseweg en de Oude Apeldoornseweg als normale T-kruispunten (zonder verkeerslichten) worden vormgegeven.

6.2 Wegvak tussen Oude Apeldoornseweg en Arnhemseweg

Een nadere verkenning van de vormgeving van de in- en uitritten en de zijstraten zal bij de uitwerking van de verdubbeling van dit wegvak plaatsvinden.

7 Conclusies

Gelet op de ontwikkelingen in en rond het gebied Malkenschoten, de daarbij horende verkeersstromen en het beleid zoals vastgelegd in de Verkeersvisie 2010 -2020 zijn de volgende maatregelen nodig:

- Aanpassing van het met verkeerslichten geregelde kruispunt Kayersdijk – Laan van Malkenschoten en de aanleg van een extra linksafstrook van de Kayersdijk naar de Laan van Malkenschoten.
- Ombouw van de rotonde Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg tot een kruispunt dat met verkeerslichten geregeld wordt.
- Ombouw van de rotonde Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg tot een kruispunt dat met verkeerslichten geregeld wordt.
- Aanpassing van de tussenliggende wegvakken tot een profiel met twee stroken in beide richtingen, in de nabijheid van de kruispunten aangevuld met een aantal opstelvakken.
- De bestaande in- en uitritten van Achmea en Visionpark aan de Laan van Malkenschoten kunnen als ongeregelde T-kruispunten aansluiten op het te verdubbelen wegvak tussen de Arnhemseweg en de Oude Apeldoornseweg.

De V.R.I.'s op de Laan van Malkenschoten – Kayersdijk en Laan van Malkenschoten - Oude Apeldoornseweg passen geheel binnen het vastgestelde beleid. Alleen met een V.R.I. kan invulling worden gegeven aan de verschillende functies (prioriteit) van de elkaar kruisende wegen. De V.R.I. Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg regelt weliswaar wegen van gelijke prioriteit, maar is uit capaciteitsoverwegingen noodzakelijk.

De verdubbeling van de tussenliggende wegvakken en de koppeling van V.R.I.'s zijn noodzakelijk voor de doorstroming en maken het mogelijk aan de doorstroming op het hoofdwegennet prioriteit te geven.

Bijlagen bij verkeerskundige analyse Laan van Malkenschoten

8 Werkwijze

8.1 Doel

Om te kunnen analyseren of de wegen, rotondes en kruispunten het verkeer kunnen verwerken, moet bepaald worden om welke hoeveelheden autoverkeer het gaat. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden naar de verkeersstromen rechtsaf, rechtdoor en rechtdoor. Ook in de toekomst moet het aanbod aan infrastructuur nog voldoende zijn. Daarom is er gekeken naar de situatie 2020, zoals die in het verkeersmodel Stedendriehoek voorspeld wordt. Omdat het verkeersaanbod op de Laan van Malkenschoten vooral in de spitssituaties toeneemt, is meer in detail bepaald hoeveel extra auto's er een herkomst of bestemming op de terreinen van Achmea en Visionpark hebben. Deze dragen namelijk substantieel bij aan het totale verkeersaanbod.

8.2 Stap 1: verkeersmodel

Uitgangspunt is het verkeersmodel 2020 voor de Stedendriehoek. Uit het verkeersmodel zijn alle arbeidsplaatsen verwijderd voor het gebied omsloten door de Laan van Malkenschoten, Oude Apeldoornseweg, snelweg A1 en Arnhemseweg.

Vervolgens zijn met het model de andere verkeersstromen opnieuw aan het netwerk toegedeeld. Omdat dit gedeelte van het bedrijventerrein Malkenschoten in het model geen verkeer aantrekt, zal er volgens het model ander verkeer van de Laan van Malkenschoten gebruik gaan maken, omdat de route relatief "rustig" is.

De afbeeldingen met de kruispuntstromen in het ochtendspitsuur en in het avondspitsuur zijn in de uitwerking van stap 1 opgenomen.

8.3 Stap 2: bepalen aantal aankomsten en vertrekken

Allereerst is het aantal aankomende en vertrekkende ritten voor het ochtendspitsuur en voor het avondspitsuur bepaald. De parkeerterreinen zijn via meerdere in- en uitritten te bereiken. Deze verdeling is bepaald. Ook zijn met het verkeersmodel de herkomsten en bestemmingen bepaald.

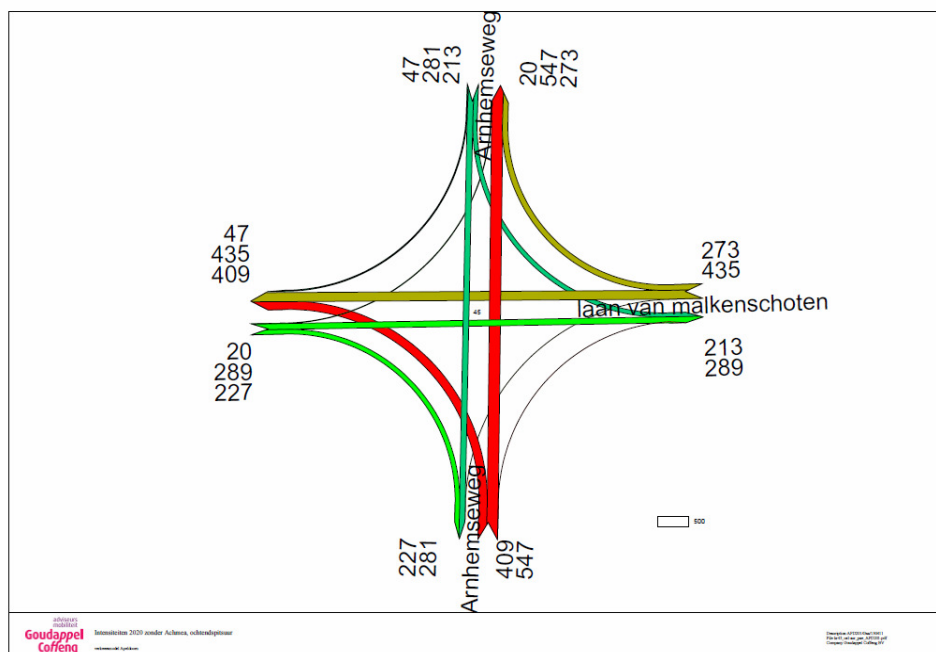
8.4 Stap 3: toedeling aankomsten en vertrekken

Vervolgens zijn de aankomende en vertrekkende ritten van de beide terreinen handmatig toegedeeld (bovenop de verkeersstromen die met het model berekend waren).

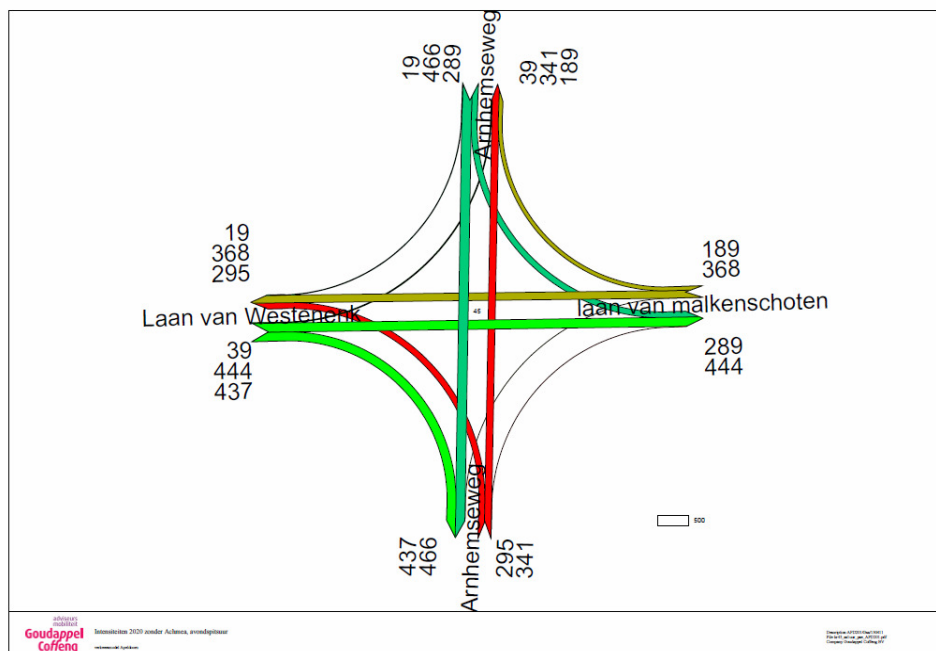
Dit heeft geresulteerd in nieuwe afbeeldingen met de kruispuntstromen in het ochtendspitsuur en in het avondspitsuur. Deze zijn in de uitwerking van stap 3 opgenomen.

Deze resulterende intensiteiten zijn de basis voor alle gemaakte berekeningen.

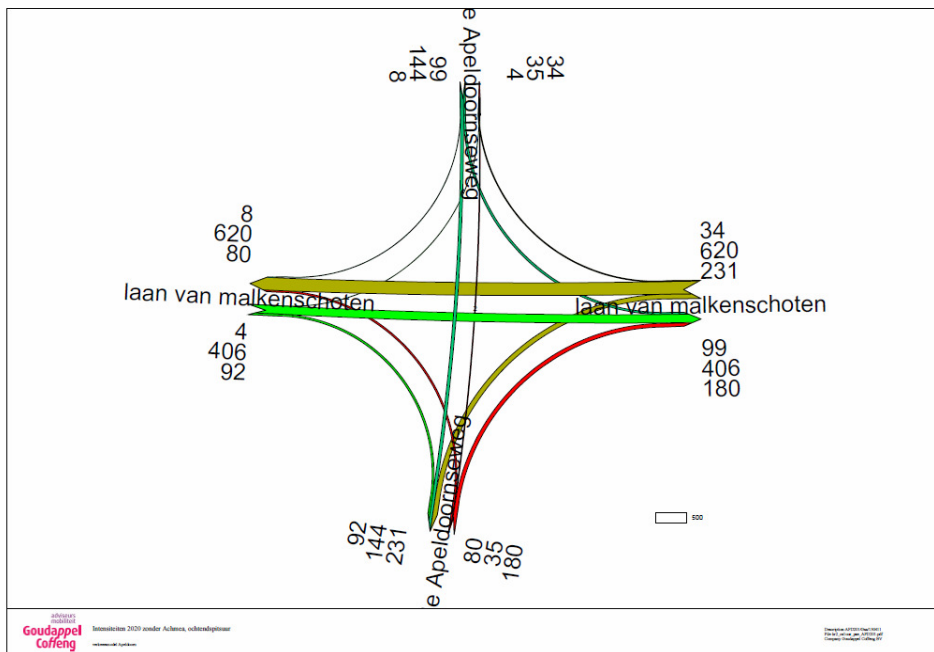
8.5 Uitwerking stap 1: verkeersmodel 2020



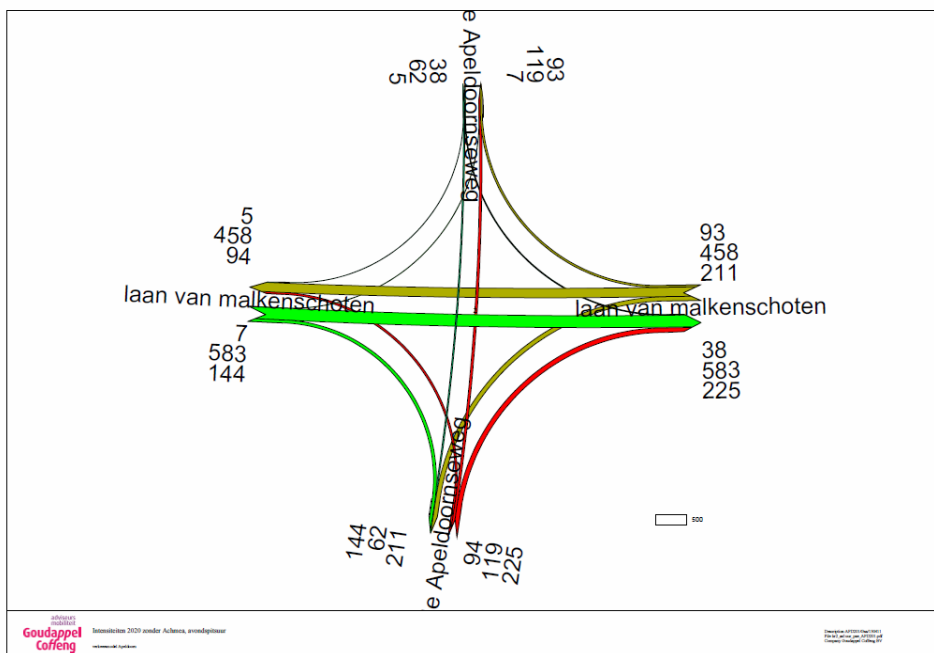
Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg
Ochtendspits 2020
Zonder Achmea en zonder Visionpark



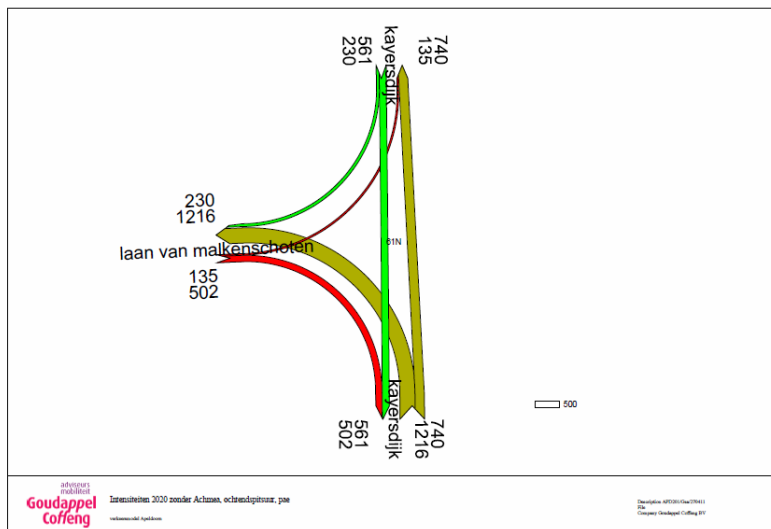
Laan van Malkenschoten – Arnhemseweg
Avondspits 2020
Zonder Achmea en zonder Visionpark



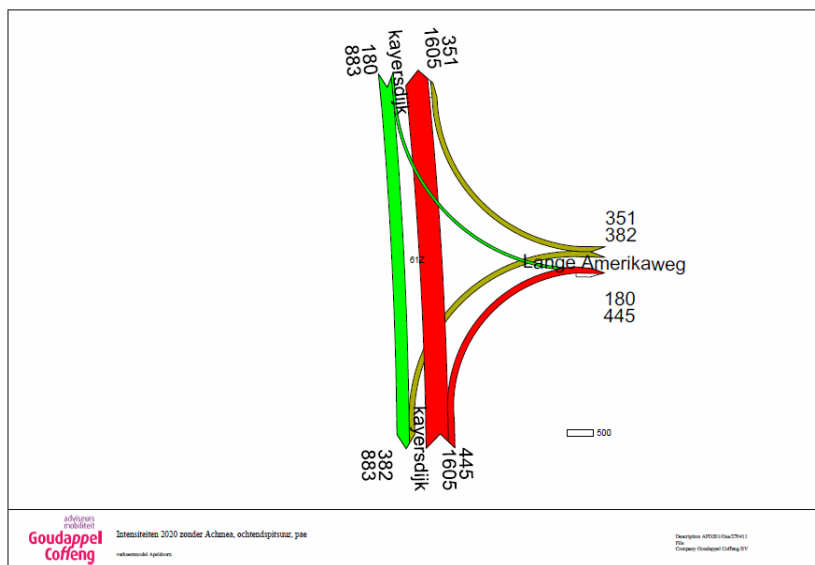
Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg
Ochtendspits 2020
Zonder Achmea en zonder Visionpark



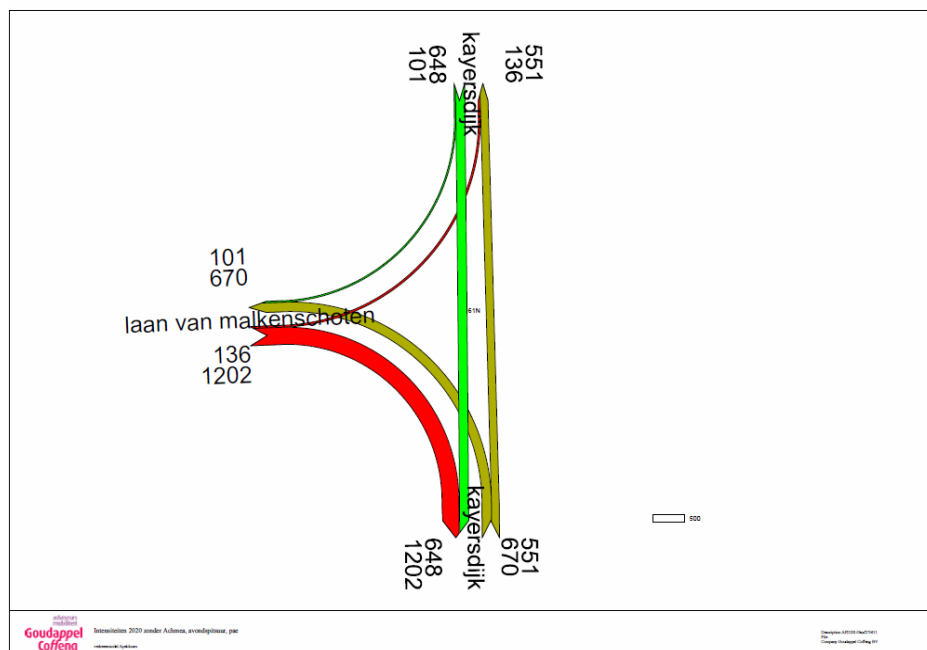
Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg
Avondspits 2020
Zonder Achmea en zonder Visionpark



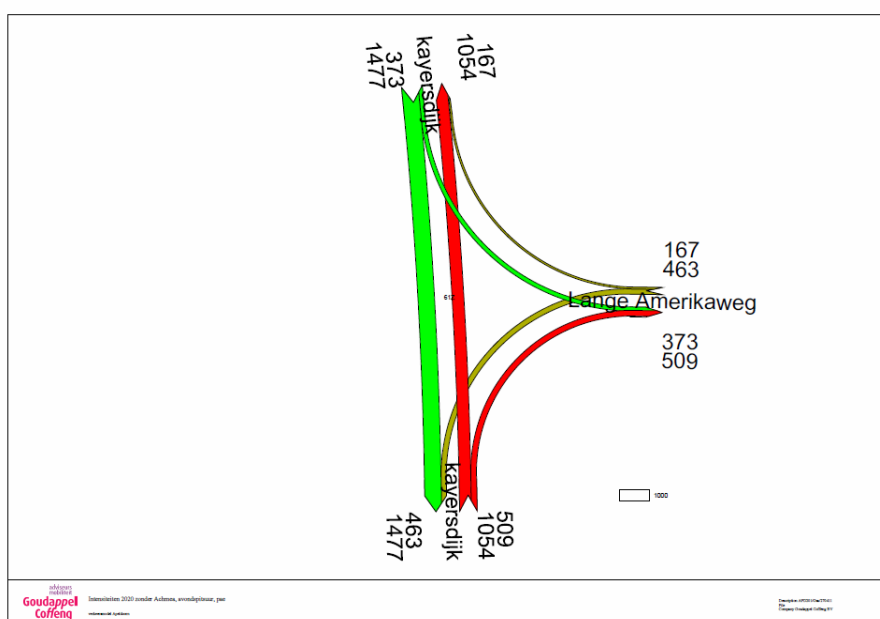
Laan van Malkenschoten – Kayersdijk
Ochtendspits 2020
Zonder Achmea en zonder Visionpark



Lange Amerikaweg – Kayersdijk
Ochtendspits 2020
Zonder Achmea en zonder Visionpark



Laan van Malkenschoten – Kayersdijk
 Avondspits 2020
 Zonder Achmea en zonder Visionpark



Lange Amerikaweg – Kayersdijk
 Avondspits 2020
 Zonder Achmea en zonder Visionpark

8.6 Uitwerking stap 2: bepalen aantal aankomsten en vertrekken

8.6.1 Uitgangspunten stap 2 (Achmea)

Volgens hoofdstuk 5.1. van het rapport “verkeersontsluiting Achmea” (Goudappel Coffeng, 20 juni 2007, APD160/Gth/1182) zijn er bij 4.800 arbeidsplaatsen bij Achmea in het ochtendspitsuur 1.310 ingaande voertuigen en in het avondspitsuur 990 uitgaande voertuigen. In de bijlagen wordt ook het aantal vertrekkende voertuigen in de ochtendspits genoemd, 130 stuks. In het avondspitsuur komen 170 voertuigen aan.

Het rapport “ontsluiting Achmea-terrein Apeldoorn, herziening n.a.v. gehouden verkeersonderzoek” (Knepper verkeersadviezen, 19 februari 2008) komt met uitzondering van de vertrekken in de avondspits tot iets lagere aantallen. Het rapport geeft bovendien aan hoe de aankomsten en vertrekken over de drie in- en uitgangen verdeeld zijn.

De ‘Notitie reconstructie Laan van Malkenschoten’ van Royal Haskoning van 5 juli 2011 (met kenmerk 9V9876.A1/N001/902220/Rott) becijfert het aantal aankomsten en vertrekken iets anders.

	Aankomsten ochtendspits	Vertrekken ochtendspits	Aankomsten avondspits	Vertrekken avondspits
Goudappel	1.310	130	170	990
Knepper	1.242	81	54	1.080
Royal Haskoning	1.274	126	113	1.147
Gebruikte cijfers	1.310	130	170	1.147

Volgens het onderzoek van Knepper is de verdeling over de inritten en uitritten als volgt:

- Oude Apeldoornseweg: 35%
- Laan van Malkenschoten: 50%
- Arnhemseweg: 15%

De Arnhemseweg kan echter niet als inrit gebruikt worden. Deze is alleen geschikt als uitrit voor rechtsafslaand verkeer. Het ligt voor de hand dat in plaats van de inrit Arnhemseweg de inrit Laan van Malkenschoten gebruikt wordt.

De verdeling over de inritten wordt dan als volgt:

- Oude Apeldoornseweg: 35%
- Laan van Malkenschoten: 65%

De verdeling over de uitritten blijft:

- Oude Apeldoornseweg: 35%
- Laan van Malkenschoten: 50%
- Arnhemseweg: 15%

De herkomst-bestemmingsmatrix van het verkeersmodel Stedendriehoek geeft de volgende herkomsten/bestemmingen aan:

Arnhemseweg (centrum)	11 %
Laan van Westen	11 %
Arnhemseweg (Beekbergen)	18 %
Oude Apeldoornseweg (noordzijde)	5 %
Oude Apeldoornseweg (zuidzijde)	8 %
Kayersdijk (noordzijde en zuidzijde)	47 %

Aangenomen is, dat de inrit aan de Laan van Malkenschoten wordt gebruikt door:

- 100% van de aankomende ritten vanaf de Arnhemseweg (centrumzijde)
- 100% van de aankomende ritten vanaf de Laan van Westen
- 100% van de aankomende ritten vanaf de Arnhemseweg (Beekbergenzijde)
- 100% van de aankomende ritten vanaf de Oude Apeldoornseweg (noordzijde)
- de resterende aankomende ritten zijn afkomstig van de Kayersdijk

Voor het verkeer vanaf de Arnhemseweg, Laan van Westen is de inrit aan de Laan van Malkenschoten namelijk het meest voor de hand liggend.

Aangenomen is, dat de inrit aan de Oude Apeldoornseweg wordt gebruikt door:

- 100% van de aankomende ritten vanaf de Oude Apeldoornseweg (zuidzijde)
- de resterende aankomende ritten zijn afkomstig van de Kayersdijk

8.6.2 Uitgangspunten stap 2 (Visionpark)

Volgens tabel 1 van de 'Notitie reconstructie Laan van Malkenschoten' van Royal Haskoning van 5 juli 2011 (met kenmerk 9V9876.A1/N001/902220/Rott) is de verkeersgeneratie van Visionpark als volgt (rekening houdend met 10.000 m² BVO Beursgebouw/congrescentrum i.p.v. kantoren):

De motorvoertuigen zijn hierbij al omgerekend naar personen-auto-eenheden (pae).

voertuigtype	pae/etm	ochtendspits (1 uur)		avondspits (1 uur)	
		vertrekkend	aankomend	vertrekkend	aankomend
Inclusief 10.000 m ² BVO Beursgebouw /congrescentrum i.p.v. kantoren. (*)	6.549	83	486	453	105

In tegenstelling tot het Achmea-terrein is er bij Visionpark geen verschillende verdeling voor de in- en uitritten. Voor de verdeling over de inritten en uitritten is van de volgende uitgangspunten uitgegaan:

- Oude Apeldoornseweg: 20%
- Laan van Malkenschoten: 80%

De herkomst-bestemmingsmatrix van het verkeersmodel Stedendriehoek geeft de volgende herkomsten/bestemmingen aan:

Arnhemseweg (centrum)	11 %
Laan van Westen	11 %
Arnhemseweg (Beekbergen)	18 %
Oude Apeldoornseweg (noordzijde)	5 %
Oude Apeldoornseweg (zuidzijde)	8 %
Kayersdijk (noordzijde en zuidzijde)	47 %

Aangenomen is, dat de inrit aan de Laan van Malkenschoten wordt gebruikt door:

- 100% van de aankomende ritten vanaf de Arnhemseweg (centrumzijde)
- 100% van de aankomende ritten vanaf de Laan van Westen
- 100% van de aankomende ritten vanaf de Arnhemseweg (Beekbergenzijde)
- 100% van de aankomende ritten vanaf de Oude Apeldoornseweg (noordzijde)
- de resterende aankomende ritten zijn afkomstig van de Kayersdijk

Voor het verkeer vanaf de Arnhemseweg, Laan van Westen is de inrit aan de Laan van Malkenschoten namelijk het meest voor de hand liggend.

Aangenomen is, dat de inritten aan de Oude Apeldoornseweg worden gebruikt door:

- 100% van de aankomende ritten vanaf de Oude Apeldoornseweg (zuidzijde)
- de resterende aankomende ritten zijn afkomstig van de Kayersdijk

8.7 Uitwerking stap 3: toedeling aankomsten en vertrekken

K045: Laan van Malkenschoten - Arnhemseweg Ochtendspits

K045: Laan van Malkenschoten - Arnhemseweg		Achmea en Visionpark					
Ochtendspits		APD188	aankomsten	aankomsten	vertrekken	vertrekken	
	FC	2020	Achmea	Visionpark	Achmea	Visionpark	Totaal
Arnhemseweg noordzijde	1	47	0	0	0	0	47
	2	281	0	0	0	0	281
	3	213	145	54	0	0	412
Laan van Malkenschoten	4	273	0	0	0	10	283
	5	435	0	0	0	10	445
	6	1	0	0	24	15	40
Arnhemseweg zuidzijde	7	1	236	88	0	0	325
	8	547	0	0	15	0	562
	9	409	0	0	15	0	424
Laan van Westenenk	10	227	0	0	0	0	227
	11	289	145	54	0	0	488
	12	20	0	0	0	0	20
totaal		2.743	526	196	54	35	3.554

K145: Laan van Malkenschoten - Oude Apeldoornseweg Ochtendspits

Oude Apeldoornseweg Ochtendspits	FC	APD188 2020	Achmea en Visionpark				Totaal
			aankomsten	aankomsten	vertrekken	vertrekken	
			Achmea	Visionpark	Achmea	Visionpark	
Oude Apeldoornseweg (noordzijde)	1	8	66	25	0	0	99
	2	243	0	0	0	0	243
Laan van Malkenschoten	5	654	262	171	0	0	1087
	6	231	355	59	0	0	645
Oude Apeldoornseweg (zuidzijde)	7	180	0	0	36	10	226
	8	115	0	0	0	0	115
Laan van Malkenschoten	10	92	0	0	0	0	92
	11	406	0	0	27	30	463
	12	4	0	0	7	5	16
totaal		1.933	683	255	70	45	

In- en uitritten Laan van Malkenschoten

Ochtendspits

	Achmea	
doorgaand	ri 05	744
inrit Achmea linksaf	ri 06	66 262 328
uitrit Achmea rechtsaf	ri 07	7 27 34
uitrit Achmea linksaf	ri 09	24 24
inrit Achmea rechtsaf	ri 10	145 145 236 526
doorgaand	ri 11	699

	Visionpark	
doorgaand	ri 05	1037
inrit Vision linksaf	ri 06	25 171 196
uitrit Vision rechtsaf	ri 07	5 30 35
uitrit Vision linksaf	ri 09	10 10 15 35
inrit Vision rechtsaf	ri 10	54 54 88 196
doorgaand	ri 11	536

In- en uitritten Oude Apeldoornseweg

Ochtendspits

	Achmea	
inrit Achmea rechtsaf	ri 01	355 355
doorgaand naar zuiden	ri 02	0
doorgaand naar noorden	ri 08	0
inrit Achmea linksaf	ri 09	105 105
uitrit Achmea rechtsaf	ri 10	11 11
uitrit Achmea linksaf	ri 12	36 36

	Visionpark	
inrit Visionpark rechtsaf	ri 01	59 59
doorgaand naar zuiden	ri 02	0
doorgaand naar noorden	ri 08	0
inrit Visionpark linksaf	ri 09	39 39

uitrit Visionpark rechtsaf
uitrit Visionpark linksaf

ri 10 7
ri 12 10

7
10

Uitrit Arnhemseweg

Ochtendspits

uitrit Achmea rechtsaf

Achmea
ri 04 15 15

30

**K045: Laan van Malkenschoten - Arnhemseweg
Avondspits**

		Achmea en Visionpark					Totaal
		APD188	aankomsten	aankomsten	vertrekken	vertrekken	
	FC	2020	Achmea	Visionpark	Achmea	Visionpark	
Arnhemseweg noordzijde	1	19	0	0	0	0	19
	2	466	0	0	0	0	466
	3	289	19	12	0	0	320
Laan van Malkenschoten	4	189	0	0	0	50	239
	5	368	0	0	0	50	418
	6	1	0	0	207	82	290
Arnhemseweg zuidzijde	7	1	31	19	0	0	51
	8	341	0	0	127	0	468
	9	295	0	0	127	0	422
Laan van Westenenk	10	437	0	0	0	0	437
	11	444	19	12	0	0	475
	12	39	0	0	0	0	39
totaal		2.889	69	43	461	182	3.644

**K145: Laan van Malkenschoten - Oude Apeldoornseweg
Avondspits**

		Achmea en Visionpark					Totaal
		APD188	aankomsten	aankomsten	vertrekken	vertrekken	
	FC	2020	Achmea	Visionpark	Achmea	Visionpark	
Oude Apeldoornseweg (noordzijde)	1	5	9	6	0	0	20
	2	100	0	0	0	0	100
Laan van Malkenschoten	5	551	34	38	0	0	623
	6	211	47	13	0	0	271
Oude Apeldoornseweg (zuidzijde)	7	225	0	0	311	54	590
	8	213	0	0	0	0	213
Laan van Malkenschoten	10	144	0	0	0	0	144
	11	583	0	0	230	160	973
	12	7	0	0	58	23	88
totaal		2.039	90	57	599	237	

In- en uitritten Laan van Malkenschoten

Avondspits

	Achmea			
doorgaand	ri 05			740
inrit Achmea linksaf	ri 06	9	34	43
uitrit Achmea rechtsaf	ri 07	58	230	288
uitrit Achmea linksaf	ri 09	207		207
inrit Achmea rechtsaf	ri 10	19	19	69
doorgaand	ri 11		31	777

	Visionpark			
doorgaand	ri 05			601
inrit Vision linksaf	ri 06	6	38	44
uitrit Vision rechtsaf	ri 07	23	160	183
uitrit Vision linksaf	ri 09	50	50	182
inrit Vision rechtsaf	ri 10	12	12	43
doorgaand	ri 11		19	1022

In- en uitritten Oude Apeldoornseweg

Avondspits

	Achmea			
inrit Achmea rechtsaf	ri 01	47		47
doorgaand naar zuiden	ri 02			0
doorgaand naar noorden	ri 08			0
inrit Achmea linksaf	ri 09	14		14
uitrit Achmea rechtsaf	ri 10	92		92
uitrit Achmea linksaf	ri 12	311		311

	Visionpark			
inrit Visionpark rechtsaf	ri 01	13		13
doorgaand naar zuiden	ri 02			0
doorgaand naar noorden	ri 08			0

inrit Visionpark linksaf	ri 09	9	9
uitrit Visionpark rechtsaf	ri 10	37	37
uitrit Visionpark linksaf	ri 12	54	54

Uitrit Arnhemseweg

Avondspits

uitrit Achmea rechtsaf	Achmea ri 04	127	127	254
------------------------	-----------------	-----	-----	-----

9 Analyse Arnhemseweg - Laan van Malkenschoten

9.1 Huidige situatie

De rotonde Arnhemseweg – Laan van Malkenschoten – Laan van Westenenk is een tweestrooksrotonde. De toeritten zijn enkelstrooks (gecombineerd rechtsaf-/rechtdoor-/linksafvak). De afritten zijn eveneens enkelstrooks. Conform de aanbevelingen van CROW hebben de fietsers voorrang (rotonde ligt binnen bebouwde kom)

9.2 Gegevens

Voor de intensiteiten van het autoverkeer zijn de gegevens uit stap 3 gebruikt. Voor de intensiteiten van het fietsverkeer is aangenomen, dat er 400 fietsers/uur van de oversteek in noord-zuidrichting en in zuid-noordrichting gebruik maken, omdat de Arnhemseweg een fietsdoorstroomas is. Voor de oost-westrichting is uitgegaan van 150 fietsers per uur, in de west-oostrichting eveneens.

9.3 Analyse huidige rotonde (tweestrooksrotonde, één strook per toerit)

Bij de analyse is gebruik gemaakt van de rekentool OMNI-X. Deze maakt gebruik van de methode, zoals beschreven is in de CROW-publicatie 126, eenheid in rotondes. De vier takken van de rotonde zijn genummerd van 1 t/m 4, te beginnen in het oosten en met de klok mee.

Omni-X (afwikkeling per periode)

Project: Laan van Malkenschoten

Rotonde: Ochtendspits 2020 - Arnhemseweg (huidig) Datum: 6-5-2011

Gemeente Apeldoorn

Tak	Intensiteit [pae/h]	Capaciteit [pae/h]	I/C ratio toerit	Reserve- capaciteit [pae/h]	Gem. wachtrij [pae]	Max. wachtrij 95% [pae]	Overst. pae's [%]	Gem. wachttijd [s]	I/C ratio afrit
Periode: 07:30 - 08:30 uur									
Laan van Arnhemseweg	768	890	0,86	122	5	10	0,8	25	0,73
Laan van Westenenk	1311	776	1,69	-535	269	297	40,9	739	0,37
Arnhemseweg	735	850	0,87	115	5	10	0,8	26	0,50
Arnhemseweg	740	907	0,82	167	4	8	0,6	19	0,42
Totaal gem.	889	843	1,16	-113	71	81	15,6	287	0,50

Een I/C verhouding met een waarde hoger dan 1,00 betekent dat er meer verkeer aankomt (Intensiteit), dan dat er verwerkt kan worden (Capaciteit). Dit is in de ochtendspits het geval op de Arnhemseweg ten zuiden van de Laan van Malkenschoten. Omdat de rotonde het verkeer in de ochtendspits niet kan verwerken, is het niet zinvol de berekening voor de avondspits uit te voeren.

9.4 Analyse aangepaste rotonde (tweestrooksrotonde, twee stroken per toerit)

Bij toepassing van twee rijstroken per naderingsrichting (en twee rijstroken op de rotonde), worden de resultaten als volgt:

Omni-X (afwikkeling per periode)

Project: Laan van Malkenschoten

Rotonde: Ochtendspits 2020 - Arnhemseweg (2 stroke Datum: 6-5-2011)

Gemeente Apeldoorn

Tak	Intensiteit [pae/h]	Capaciteit [pae/h]	I/C ratio toerit	Reserve- capaciteit [pae/h]	Gem. wachtrij [pae]	Max. wachtrij 95% [pae]	Overst. pae's [%]	Gem. wachttijd [s]	I/C ratio afrit
Periode: 07:30 - 08:30 uur									
Laan van	768	1188	0,65	420	2	4	0,2	8	0,82
Arnhemseweg	1311	1340	0,98	29	18	25	1,8	48	0,37
Laan van Westenenk	735	1518	0,48	783	1	3	0,1	5	0,61
Arnhemseweg	740	1419	0,52	679	1	3	0,1	5	0,58
Totaal gem.	889	1360	0,71	405	5	9	0,8	22	0,59

De IC verhouding van 0,96 geeft aan, dat de doorstroming op de zuidelijke tak bijzonder kritisch is. Het rekenmodel gaat bovendien uit van de aanname dat de beide rijstroken op de toerit even zwaar belast zijn. Dit komt niet overeen met de werkelijkheid, omdat het verkeer dat rechtsaf wil slaan alleen de rechterrijstrook zal gebruiken en het verkeer dat linksaf wil slaan alleen de linkerrijstrook zal gebruiken. De resultaten bij dit type rotonde zijn dus te rooskleurig.

Het veiligheidsprobleem met de fietsers blijft in beide varianten bestaan. De afstand tussen het oprijden van de rotonde (kruisen van de eerste fietsoversteek) en het verlaten van de rotonde (kruisen van de tweede fietsoversteek) is circa 48 meter. Bij een optrekversnelling van 2 m/s^2 wordt deze afstand afgelegd in circa 6,9 seconden. Het voertuig heeft dan een snelheid van 50 km/h bereikt.

9.5 Analyse partiële turborotonde

Op tweestrooksrotondes vinden veel (bijna)-aanrijdingen plaats, omdat er op de rotonde rijstrookwisselingen plaatsvinden.

Op turbo-rotondes is dit niet het geval. De turborotonde heeft als eigenschap dat weggebruikers voorsorteren voordat zij de rotonde oprijden. Op de rotonde zelf vinden daardoor geen rijstrookwisselingen meer plaats waarmee het aantal potentiële conflictsituaties wordt beperkt.

De toeritten van een turborotonde hebben twee rijstroken. Bij de normale turborotonde zijn er bij de afritten twee rijstroken. Voor een situatie met fietsoversteken over de rotonde en het voorangsregime waarbij fietsers voorrang hebben, zijn turbo-rotondes onveilig.

De zogenaamde partiële turborotonde heeft op de afritten slechts één rijstrook, is daardoor veiliger dan de turbo-rotonde, maar heeft uiteraard ook minder capaciteit.

Voor de beoordeling van de partiële turbo-rotonde is de rotonde-verkenner 1.2 gebruikt, die door de Provincie Zuid - Holland ontwikkeld is. Deze houdt echter geen rekening met "fietsers in de voorrang", waardoor de berekende resultaten positiever zullen zijn dan in werkelijkheid.

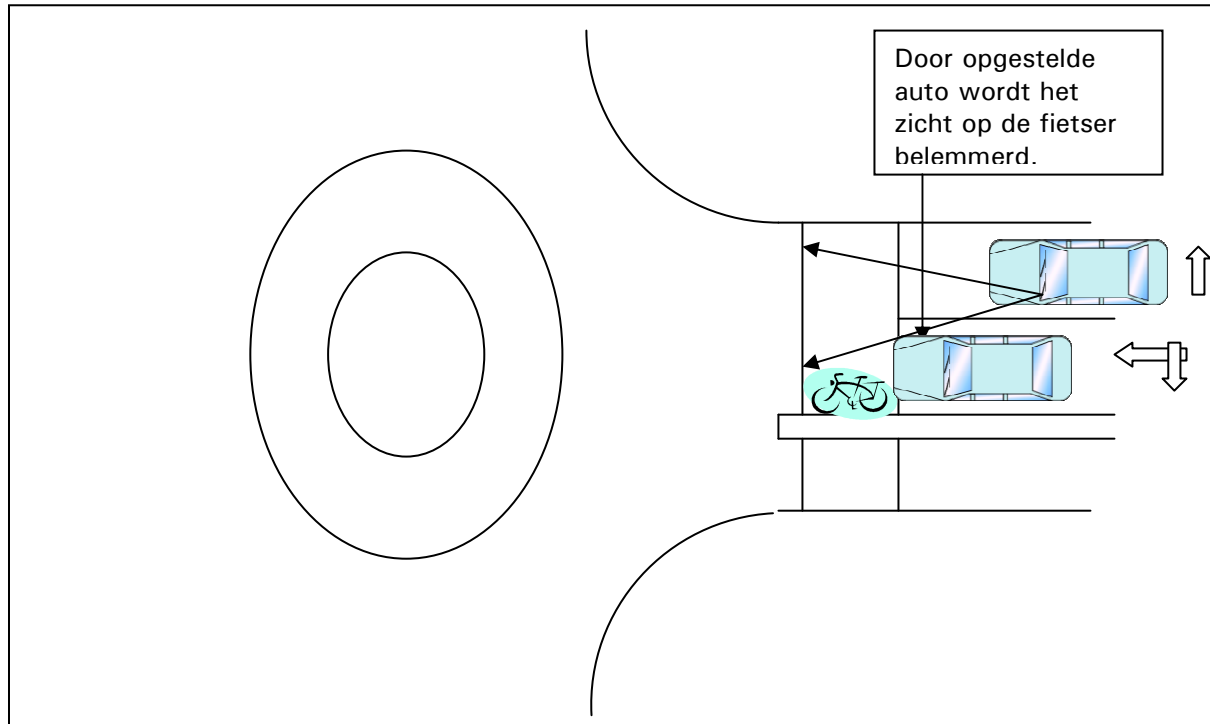
De rotonde-verkenner geeft de beoordeling OK aan, als de verzadigingsgraad kleiner of gelijk is aan 0,80 en bovendien de gemiddelde wachttijd (per auto) kleiner is dan 50 seconden.

Afhankelijk van de indeling van de rijstroken heeft de verzadigingsgraad in de ochtendspits 2020 een waarde van 1,1 of zelfs 1,54.

De partiële turbo-rotonde is niet in staat het verkeer te verwerken.

Naast de capaciteit van de rotonde speelt ook de verwachte veiligheid een rol. De afstand tussen het oprijden van de rotonde (kruisen van de eerste fietsoversteek) en het verlaten van de rotonde (kruisen van de tweede fietsoversteek) is circa 48 meter. Bij een optrekversnelling van 2 m/s^2 wordt deze afstand afgelegd in circa 6,9 seconden. Het voertuig heeft dan een snelheid van 50 km/h bereikt.

Bovendien moet de fietser op de partiële turborotonde in totaal 3 rijstroken oversteken, waarbij op de tweede helft van de oversteek de kans op zogenaamde afdekongevallen bestaat.



9.6 Analyse huidige rotonde met een V.R.I.

Een rotonde die voorzien is van een V.R.I. kan op twee manieren geregeld worden:

- als een tweefasenregeling: de noord- en de zuidtak hebben gelijktijdig groen, daarna hebben de west- en oosttak gelijktijdig groen. Linksafslaand verkeer moet op de rotonde wachten op het tegemoetkomend verkeer. Als dat teveel voertuigen zijn wordt de doorstroming van het achteropkomend rechtdoorgaand verkeer belemmerd.
- als een vierfasenregeling: de vier takken krijgen na elkaar groen (ook wel genoemd: poot-voor-pootregeling). Het linksafslaand verkeer kan ook op de rotonde gelijk doorrijden. Ten opzichte van de tweefasenregeling is de cyclustijd hoger.

Resultaten Twee-fasenregeling	Ochtendspits 2020	Avondspits 2020
Belastinggraad (bepalende richtingen)	$Y = 120\%$ (8,71)	Niet berekend
Minimale cyclustijd (bepalende richtingen)	Kan niet bepaald worden, wegens overbelasting	Niet berekend

In de ochtendspits is het intensiteit op de zuidelijke tak (Arnhemseweg) 1311 pae/uur. Deze richting is conflicterend met het verkeer dat vanaf de Arnhemseweg (noordzijde) linksafslaat (412 pae/uur) en met het verkeer dat vanaf de Laan van Westenenk rechtdoorgaat (488 pae/uur). Het verkeer kan niet verwerkt worden. Om die reden is de avondspitssituatie niet berekend.

9.7 Analyse aangepaste rotonde met V.R.I.

In dit geval worden alle aanvoertakken van een extra rijstrook voorzien. Het meest rechtse vak is bedoeld voor het rechtsafslaand verkeer, het meest linkse vak voor het rechtdoorgaande en linksafslaande verkeer.

Resultaten Twee-fasenregeling	Ochtendspits 2020	Avondspits 2020
Belastinggraad (bepalende richtingen)	$Y = 100\%$ (8,71)	Niet berekend
Minimale cyclustijd (bepalende richtingen)	Kan niet bepaald worden, wegens overbelasting	Niet berekend

In de ochtendspits is het intensiteit op de zuidelijke tak (Arnhemseweg) 986 pae/uur (de rechtsaffer heeft namelijk een eigen rijstrook en rijdt "in de schaduw" mee). Deze richting is conflicterend met het verkeer dat vanaf de Arnhemseweg (noordzijde) linksafslaat (412 pae/uur) en met het verkeer dat vanaf de Laan van Westenenk rechtdoorgaat (488 pae/uur). Het verkeer kan niet verwerkt worden. Om die reden is de avondspitssituatie niet berekend.

9.8 Analyse aangepaste rotonde met V.R.I.

In dit geval worden alle aanvoertakken van een extra rijstrook voorzien. Het meest rechtse vak is bedoeld voor het rechtsafslaand en rechtdoorgaand verkeer, het meest linkse vak alleen voor het linksafslaande verkeer.

Resultaten Twee-fasenregeling	Ochtendspits 2020	Avondspits 2020
Belastinggraad (bepalende richtingen)	$Y = 95\%$ (8,71)	Niet berekend
Minimale cyclustijd (bepalende richtingen)	Kan niet bepaald worden, wegens overbelasting	Niet berekend

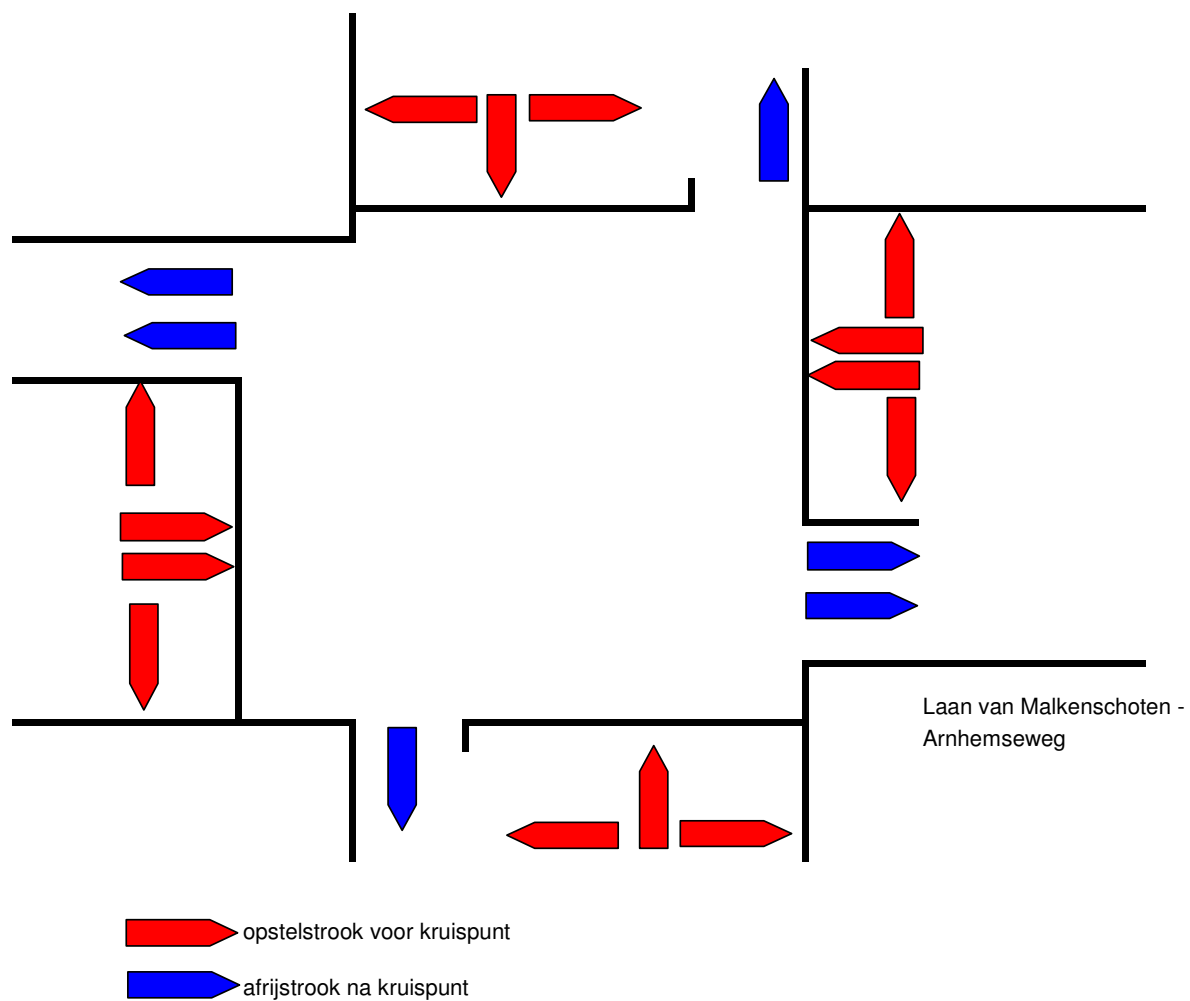
In de ochtendspits is het intensiteit op de zuidelijke tak (Arnhemseweg) 887 pae/uur (de linksaffer heeft namelijk een eigen rijstrook en rijdt "in de schaduw" mee). Deze richting is conflicterend met het verkeer dat vanaf de Arnhemseweg (noordzijde) linksafslaat (412 pae/uur) en met het verkeer dat vanaf de Laan van Westenenk rechtdoorgaat (488 pae/uur). Het verkeer kan niet verwerkt worden. Om die reden is de avondspitssituatie niet berekend.

9.9 Analyse kruispunt met V.R.I.

Voor de kruispuntberekeningen is gebruik gemaakt van het programmapakket COCON. COCON heeft een aantal parameters en invoervariabelen. Deze zijn als volgt ingesteld.

Parameter en variabelen	Instelling	Opmerkingen
Ontruimingstijden volgens CROW richtlijn (uitgaande van voorkennis)	Ja	Berekend met programma Q-hot
Intensiteiten	Gegevens uit Stap 3	
Capaciteit strook rechtsaf	1700 pae/u	
Capaciteit strook rechtdoor	1900 pae/u	
Capaciteit strook linksaf	1800 pae/u	
F1, F2, F3	1, 0, 0.90	Cyclustijdberekening met vastgroentijden
Geeltijd autorichtingen	3 seconden	
Geeltijd fietsrichtingen	2 seconden	
Groenknippertijd voetgangersrichtingen	2 seconden	
Benutte geeltijd	2 seconden	Effectieve groentijd is = groentijd + 1 seconde
Optrekverlies	1 seconde	
Garantiegroentijd autorichtingen	4 seconden	
Garantiegroentijd fietsrichtingen	4 seconden	
Garantiegroentijd voetgangersrichtingen	4 seconden	
Vastgroentijd autorichtingen	4 seconden	
Vastgroentijd fietsrichtingen	6 seconden	
Vastgroentijd voetgangersrichtingen	Minimaal 6 seconden	Ingestelde waarde afhankelijk van lengte oversteek
Koppeling voetgangersrichtingen	Ja	
Maximale belastinggraad Y	85%	
Maximale cyclustijd	120 seconden	

Resultaten	Ochtendspits 2020	Avondspits 2020
Belastinggraad (bepalende richtingen)	Y = 68% (3,6,8,11)	Y = 77% (2,6,9,11)
Minimale cyclustijd (bepalende richtingen)	C >= 70 seconden (3,11,7,34)	C >= 92 seconden (2,10,36,6)



Arnhemseweg – Laan van Malkenschoten: benodigde aantal opstelstroken

10 Analyse Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg

10.1 Huidige situatie

De rotonde Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg is een enkelstrooksrotonde. De toeritten zijn enkelstrooks (gecombineerd rechtsaf-/rechtdoor-/linksafvak). De afritten zijn eveneens enkelstrooks. Conform de aanbevelingen van CROW hebben de fietsers voorrang (rotonde ligt binnen bebouwde kom)

10.2 Gegevens

Voor de intensiteiten van het autoverkeer zijn de gegevens uit stap 3 gebruikt. Voor de intensiteiten van het fietsverkeer is aangenomen, dat er 100 fietsers/uur van de oversteek in noord-zuidrichting en in zuid-noordrichting gebruik maken. Voor de oost-westrichting is uitgegaan van 100 fietsers per uur, in de west-oostrichting eveneens.

10.3 Analyse huidige rotonde (eenstrooksrotonde, één strook per toerit)

Bij de analyse is gebruik gemaakt van de rekentool OMNI-X. Deze maakt gebruik van de methode, zoals beschreven is in de CROW-publicatie 126, eenheid in rotondes. De vier takken van de rotonde zijn genummerd van 1 t/m 4, te beginnen in het oosten en met de klok mee.

Omni-X (afwikkeling per periode)

Project: Laan van Malkenschoten

Rotonde: Ochtendspits 2020 - Oude Apeldoornseweg Datum: 6-5-2011

Gemeente Apeldoorn

Tak	Intensiteit [pae/h]	Capaciteit [pae/h]	I/C ratio toerit	Reserve- capaciteit [pae/h]	Gem. wachtrij [pae]	Max. wachtrij 95% [pae]	Overst. pae's [%]	Gem. wachttijd [s]	I/C ratio afrit
Periode: 07:30 - 08:30 uur									
Laan van	1732	1135	1,53	-597	300	329	34,6	624	0,52
Oude Apeldoornseweg	341	710	0,48	369	1	3	0,3	9	0,45
Laan van	571	588	0,97	17	12	18	2,9	75	0,54
Oude Apeldoornseweg	341	288	1,18	-53	31	40	16,9	322	0,05
Totaal gem.	746	885	1,26	-307	86	98	22,6	414	0,39

Een I/C verhouding met een waarde hoger dan 1,00 betekent dat er meer verkeer aankomt (Intensiteit), dan dat er verwerkt kan worden (Capaciteit). Dit is op twee takken van de rotonde het geval. Ook op de derde tak is het zeer kritisch. Omdat de rotonde het verkeer in de ochtendspits niet kan verwerken, is het niet zinvol de berekening voor de avondspits uit te voeren.

10.4 Analyse kruispunt met V.R.I.

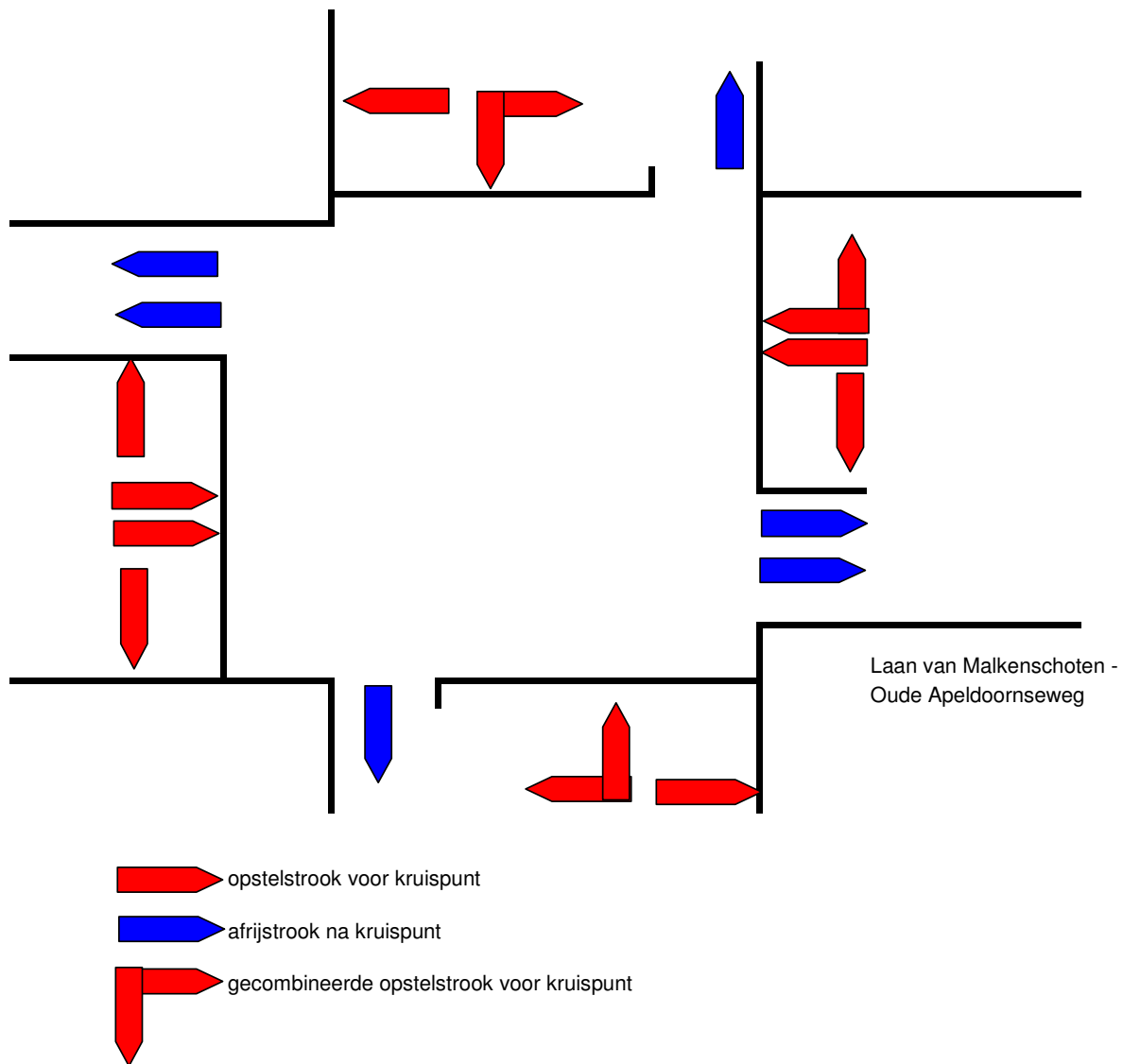
Voor de kruispuntberekeningen is gebruik gemaakt van het programmapakket COCON. COCON heeft een aantal parameters en invoervariabelen. Deze zijn als volgt ingesteld.

Parameter en variabelen	Instelling	Opmerkingen
Ontruimingstijden volgens CROW richtlijn (uitgaande van voorkennis)	Ja	Berekend met programma Q-hot
Intensiteiten	Gegevens uit Stap 3	
Capaciteit strook rechtsaf	1700 pae/u	
Capaciteit strook rechtdoor	1900 pae/u	
Capaciteit strook linksaf	1800 pae/u	
F1, F2, F3	1, 0, 0.90	Cyclustijdberekening met vastgroentijden
Geeltijd autorichtingen	3 seconden	
Geeltijd fietsrichtingen	2 seconden	
Groenknippertijd voetgangersrichtingen	2 seconden	
Benutte geeltijd	2 seconden	Effectieve groentijd is = groentijd + 1 seconde
Optrekverlies	1 seconde	
Garantiegroentijd autorichtingen	4 seconden	
Garantiegroentijd fietsrichtingen	4 seconden	
Garantiegroentijd voetgangersrichtingen	4 seconden	
Vastgroentijd autorichtingen	4 seconden	
Vastgroentijd fietsrichtingen	6 seconden	
Vastgroentijd voetgangersrichtingen	Minimaal 6 seconden	Ingestelde waarde afhankelijk van lengte oversteek
Koppeling voetgangersrichtingen	Ja	
Maximale belastinggraad Y	85%	
Maximale cyclustijd	120 seconden	

Aan het eind van elke rekenslag is bepaald of de grenswaarden voor de belastinggraad en voor de cyclustijd overschreden worden. Als het antwoord daarop bevestigend is, is de capaciteit voor een verkeersstroom vergroot (bij voorkeur van die richting die het meest bijdraagt aan de belastinggraad). De rekenslagen zijn voortgezet tot aan beide grenswaarden is voldaan.

Alle autorichtingen (linksaf, rechtsaf, rechtdoor) moeten over een eigen rijstrook beschikken. De beide rechtdoorgaande autorichtingen op de Laan van Malkenschoten moeten over twee rijstroken beschikken.

Resultaten	Ochtendspits 2020	Avondspits 2020
Belastinggraad (bepalende richtingen)	Y = 67% (2,6,8,11)	Y = 66% (2,7,11)
Minimale cyclustijd (bepalende richtingen)	C >= 59 seconden (2,10,36,6)	C >= 48 seconden (1,38,8,5)



Oude Apeldoornseweg – Laan van Malkenschoten: benodigde aantal opstelstroken

11 Analyse Laan van Malkenschoten – Kayersdijk

11.1 Huidige situatie

Op het kruispunt Laan van Malkenschoten – Kayersdijk is een V.R.I. aanwezig. Dit kruispunt wordt wegens de korte afstand tot het T-kruispunt Kayersdijk – Lange Amerikaweg als één kruispunt geregeld.

11.2 Gegevens

Voor de intensiteiten van het autoverkeer zijn de gegevens uit stap 3 gebruikt. Voor de intensiteiten van het fietsverkeer is aangenomen, dat er 100 fietsers/uur van de oversteek in noord-zuidrichting en in zuid-noordrichting gebruik maken. Voor de oost-westrichting is uitgegaan van 100 fietsers per uur, in de west-oostrichting eveneens.

11.3 Analyse aangepast kruispunt met V.R.I.

Uitgangspunt is het rapport van het Groene Golf Team, waarin aanbevolen wordt de linksafrichting vanaf de Kayersdijk naar de Laan van Malkenschoten te verdubbelen. Voor de kruispuntberekeningen is gebruik gemaakt van het programmapakket COCON. COCON heeft een aantal parameters en invoervariabelen. Deze zijn als volgt ingesteld.

Parameter en variabelen	Instelling	Opmerkingen
Ontruimingstijden volgens CROW richtlijn (uitgaande van voorkennis)	Ja	Berekend met programma Q-hot
Intensiteiten	Gegevens uit Stap 3	
Capaciteit strook rechtsaf	1700 pae/u	
Capaciteit strook rechtdoor	1900 pae/u	
Capaciteit strook linksaf	1800 pae/u	
F1, F2, F3	1, 0, 0.90	Cyclustijdberekening met vastgroentijden
Geeltijd autorichtingen	3 seconden	
Geeltijd fietsrichtingen	2 seconden	
Groenknippertijd voetgangersrichtingen	2 seconden	
Benutte geeltijd	2 seconden	Effectieve groentijd is = groentijd + 1 seconde
Optrekverlies	1 seconde	
Garantiegroentijd autorichtingen	4 seconden	
Garantiegroentijd fietsrichtingen	4 seconden	
Garantiegroentijd voetgangersrichtingen	4 seconden	
Vastgroentijd autorichtingen	4 seconden	
Vastgroentijd fietsrichtingen	6 seconden	
Vastgroentijd voetgangersrichtingen	Minimaal 6 seconden	Ingestelde waarde afhankelijk van lengte oversteek
Koppeling voetgangersrichtingen	Ja	
Maximale belastinggraad Y	85%	
Maximale cyclustijd	120 seconden	

Resultaten	Ochtendspits 2020	Avondspits 2020
Belastinggraad (bepalende richtingen)	Y = 80% (1,69)	Y = 68% (2,10)

12 Analyse lengte opstelstroken

12.1 Berekening

Voor de kruispunten Laan van Malkenschoten- Arnhemseweg en Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg zijn met COCON starre regelingen ontworpen met een cyclustijd van 90 seconden en is de lengte van de wachtrij met een overschrijdingskans van 5% bepaald. De benodigde opstellengte is afhankelijk van de intensiteit op een richting, de capaciteit, de cyclustijd en de groentijd. In werkelijkheid zijn de benodigde lengtes korter, omdat COCON uitgaat van zogenaamde starre verkeerslichten-regelingen waarin alle richtingen (dus ook de fiets- en voetgangersrichtingen) elke cyclus een keer groen licht zullen krijgen. In werkelijkheid zal het verkeersaanbod fluctueren en zullen er ook in de spitsen situaties optreden, dat zich geen fietsers of voetgangers hebben gemeld. Deze richtingen blijven dan rood, waardoor het autoverkeer ten opzichte van de berekende situatie meer groentijd krijgen en is de benodigde opstellengte korter.

In een aantal gevallen kunnen de berekende lengtes niet gerealiseerd worden. Uit de simulatiestudie van Goudappel blijkt echter, dat de kans dat een wachtrij langer is dan de beschikbare opstellengte minimaal is.

12.2 Kruispunt Laan van Malkenschoten - Arnhemseweg

Richting	Ochtend 2020	Avond 2020	Bepalend
01	24	18	24
02	54	108	108
03	90	66	90
04	54	42	54
05 (*)	48	45	48
06	24	90	90
07	78	24	78
08	96	108	108
09	102	96	102
10	54	120	120
11 (*)	54	51	51
12	18	18	18

(*) opstellengte per rijstrook (deze richtingen hebben twee opstelstroken): lengtes in meters

12.3 Kruispunt Laan van Malkenschoten – Oude Apeldoornseweg

Richting	Ochtend 2020	Avond 2020	Bepalend
01	30	18	30
02	66	36	66
05 (*)	90	45	90
06	114	60	114
07	48	78	78
08	48	66	66
10	36	42	42
11 (*)	45	87	87
12	12	30	30

(*) opstellengte per rijstrook (deze richtingen hebben twee opstelstroken): lengtes in meters

12.4 Kruispunt Laan van Malkenschoten – Kayersdijk

Richting	Ochtend 2020	Avond 2020	Bepalend
01	114	60	114
02 (*)	66	66	66
04	108	66	108
06 (*)	51	60	60
07	114	120	120
08	132	114	132
09 (*)	105	72	105
10 (*)	67	114	114
12	60	114	114

(*) opstellengte per rijstrook (deze richtingen hebben twee opstelstroken)
Lengtes in meters

De overige richtingen 62, 63, 68 en 69 zijn volgrichtingen, waarvan de maximale lengte bepaald wordt door de afstand tussen de Laan van Malkenschoten en de Lange Amerikaweg.

13 Analyse aansluitingen op de tussenliggende wegvakken

13.1 Wegvak tussen Arnhemseweg en Oude Apeldoornseweg

Zowel Achmea als Visionpark hebben een in- en uitrit aan de Laan van Malkenschoten. De in stap 3 berekende cijfers zijn gebruikt om te bepalen of de ongeregelde in- en uitritten het verkeer kunnen verwerken. Hiervoor is gebruik gemaakt van een simulatiemodel Vissim. De resultaten hiervan zijn weergegeven in het rapport “Dynamische modelstudie Laan van Malkenschoten”, vervaardigd in opdracht van de gemeente door het adviesbureau Goudappel (4 november 2011, APD209/Bsm).

Goudappel Coffeng heeft volgende geconcludeerd:

- In de situatie met twee voorrangskruispunten op de Laan van Malkenschoten ontstaan er geen structurele knelpunten. In de ochtendspits is het inrijden van de ingang van het Achmea-terrein vanuit de richting Kayersdijk enigszins moeizaam, maar veroorzaakt geen grote problemen. In de avondspits kunnen bij de uitgangen van de beide bedrijven korte wachtrijen ontstaan. De maximale wachttijden blijven beperkt tot 30-40 seconden.
- Bij het voorziene gebruik kan het ontwerp van beide ingangen als voldoende veilig worden beschouwd. Hierbij gelden echter twee randvoorwaarden:
- De VRI-kruispunten op de Laan van Malkenschoten moeten dusdanig ingesteld, dat
 - er voldoende hiaten in het verkeer ontstaan (dit is in het ontwerp opgenomen).
 - er moet voldoende ruimte zijn voor linksafslaan voertuigen vanaf de bedrijven om zich op de middenberm veilig te kunnen opstellen (dit is in het ontwerp opgenomen).
- De verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid zijn gegarandeerd bij een ongeregelde aansluiting van Achmea en Visionpark.

Conclusie: op basis van de voorspelde hoeveelheden verkeer, kunnen de beide in- en uitritten op de Laan van Malkenschoten tussen de kruispunten met de Arnhemseweg en de Oude Apeldoornseweg als normale T-kruispunten (zonder verkeerslichten) worden vormgegeven.

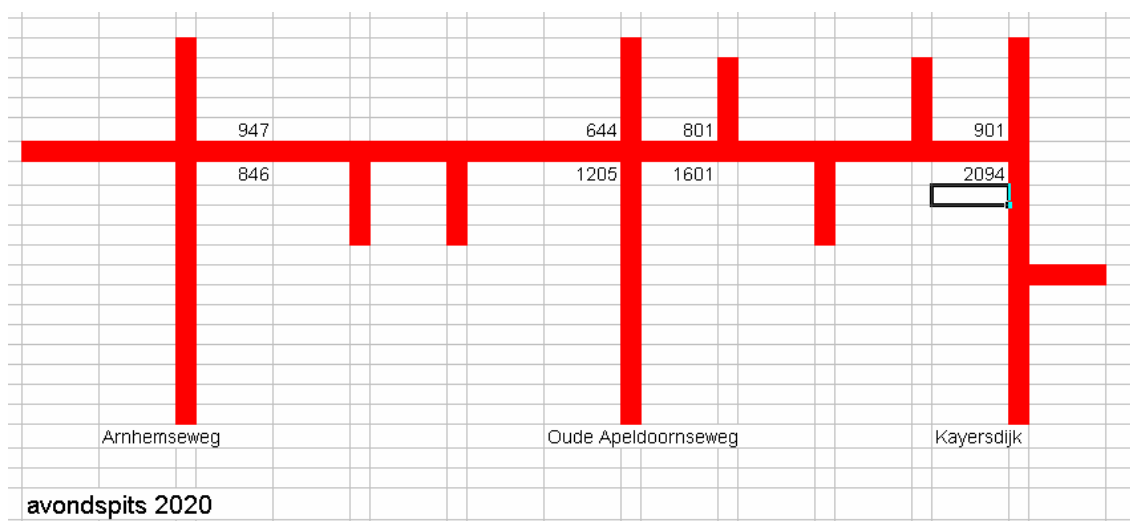
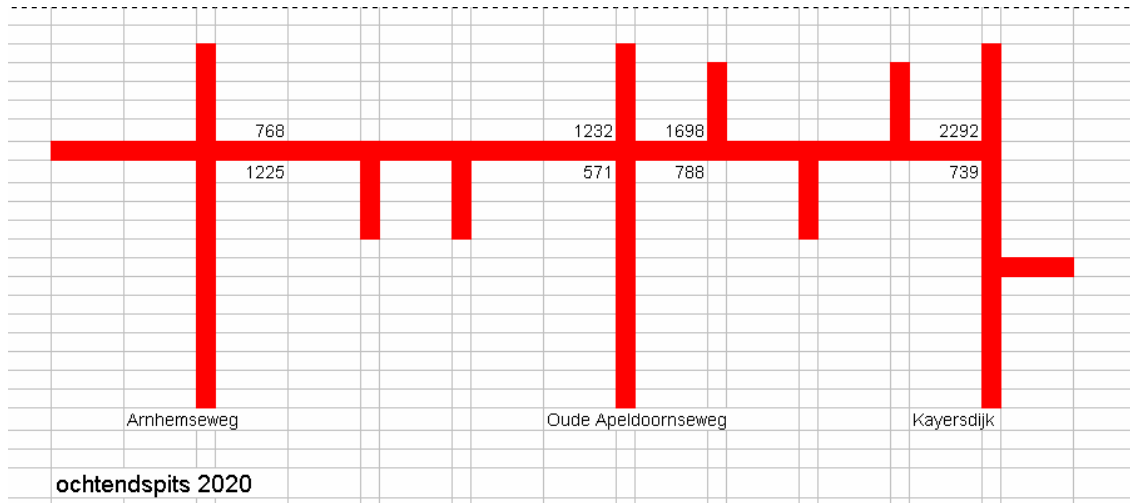
13.2 Wegvak tussen Oude Apeldoornseweg en Kayersdijk

De analyse van de in- en uitritten en de zijstraten zal in een later stadium plaatsvinden.

14 Analyse tussenliggende wegvakken

Bij de tussenliggende wegvakken zijn er een aantal zaken die meespelen. Ten eerste gaat het om de capaciteit van een rijstrook op een wegvak. In het algemeen wordt hiervoor met 80% van de maximale capaciteit van 1800 à 2000 auto's per uur gerekend (80% is dus 1440 tot 1660).

In de onderstaande afbeeldingen zijn de intensiteiten op de wegvakken weergegeven.



Dit betekent, dat – uit capaciteitsoogpunt van de wegvakken – de doorgaande rijstroken op het wegvak Laan van Malkenschoten tussen Oude Apeldoornseweg en Kayersdijk in beide richtingen (oost-> west en west-> oost) verdubbeld moeten worden.

Ten tweede gaat het om de interactie van de beide wegvakken met de kruispunten. Voor de kruispunten is berekend dat o.a. de rechtdoorgaande richtingen op de Laan van Malkenschoten over twee opstelvakken moeten beschikken. Dit betekent, dat ook – in rijrichting gezien na het kruispunt – twee rijstroken aanwezig moeten zijn. Als er snel na het kruispunt geritst worden, dan worden de beide opstelstroken niet gelijkmatig gebruikt. De lengte van het ritsvak is afhankelijk van de hoeveelheid verkeer die moet ritsen en daarmee afhankelijk van de groentijd

van de regeling voor die richting. In het algemeen wordt een minimumlengte van circa 100 -120 meter aangehouden. De afstand tussen de kruispunten Arnhemseweg en Oude Apeldoornseweg bedraagt circa 500 meter. Omdat de opstelvakken voor het volgende kruispunt ook circa 100 - 120 meter ruimte nodig hebben, zou een gedeelte van maximaal circa 300 meter overblijven, waarin het verkeer over één rijstrook beschikt. Er ontstaat dan bovendien een zeer onrustig wegbeeld.

Ten derde moeten de opstelvakken bij de kruispunten ook 'gevoed' kunnen worden door het verkeer uit de toevoerende rijstrook, om te voorkomen dat de groentijden niet efficiënt worden gebruikt. In feite werkt het als een omgekeerde trechter: het smalle stroompje kan nooit een krachtige brede stroom worden.

Ten vierde is het voor een koppeling van verkeerslichtenregelingen ("groene golf") noodzakelijk, dat de aankomstmomenten van het verkeer goed voorspeld kunnen worden en een eventueel langzamer rijdend voertuig (vrachtauto) niet de koppeling verstoort. Ook hiervoor is verdubbeling noodzakelijk.