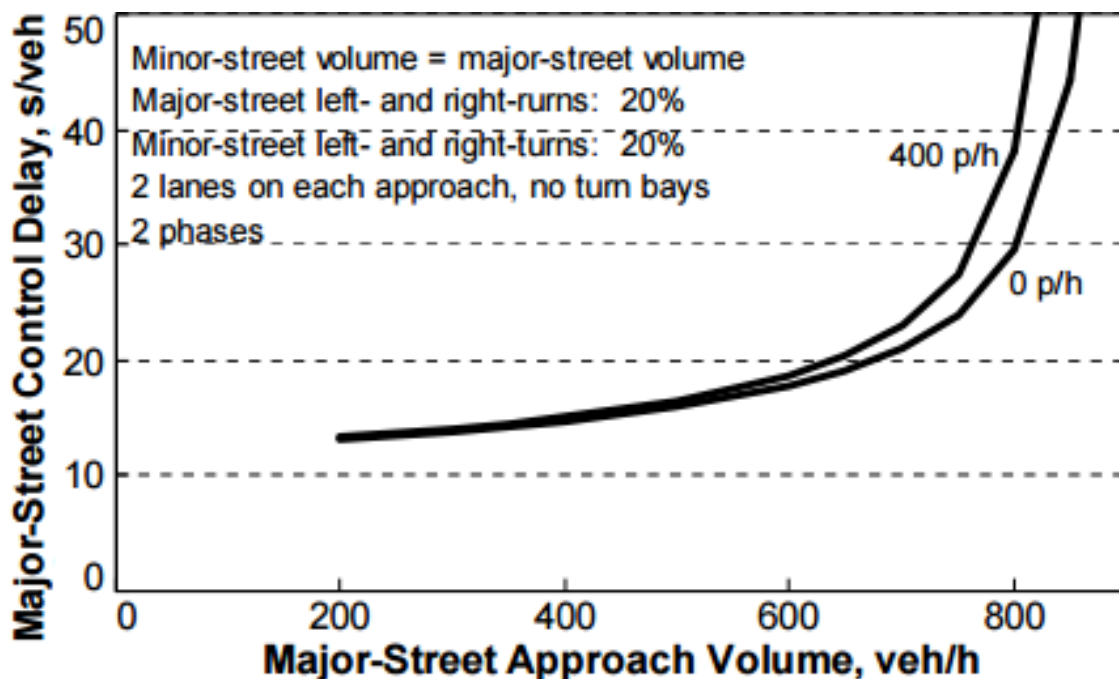


# Voetgangersdetectie voor dynamische verkeerslichtenregeling: Een analyse van voertuig doorstromingsefficiëntie en voetgangersveiligheid

Dries Bourgeois

Deze thesis onderzoekt wat de mogelijkheden zijn van het detecteren van voetgangers in regelstrategieën voor de verkeerslichtenregeling op kruispunten. Zo probeert het een oplossing te geven voor de groeiende trend van aantal voertuig kilometers. Kruispunten krijgen steeds meer voertuigen te verwerken, waardoor ze vaker gesatureerd zijn. Hoe meer een kruispunt richting saturatie gaat, hoe groter de verliestijden van de voertuigen wordt toont figuur 1 aan. Die figuur toont ook dat de invloed van voetgangers die verliestijd nog meer laat stijgen. Hoe meer gesatureerd het kruispunt is, hoe groter de verliestijd wordt door aanwezigheid van voetgangers. Ook de verliestijd van de voetgangers mag niet te veel stijgen, omdat de kans dat ze oversteken als het nog rood is anders stijgt. Dit is niet bevorderlijk voor de veiligheid van de voetgangers.



Figuur 1: Verliestijd van voertuigen, in functie van de hoeveelheid voertuigen met invloed van voetgangers

Zo wordt de doelstelling bekomen om aan de hand van verschillende regelstrategieën waar detecties van voetgangers in rekening worden gebracht, de verliestijd van voetgangers en

voertuigen en de veiligheid in termen van aantal conflicten op een kruispunt te beperken. Dit wordt gedaan aan de hand van microsimulaties in VISSIM om zo de verliestijden te bekomen gevolgd door aan analyse in SSAM om het aantal conflicten te bekomen. In vergelijkende studies werd geen enkele studie gevonden die én voetganger detecties gebruikte én testte aan de hand van microsimulaties én zowel aantal conflicten als verliestijden van voertuigen en voetgangers trachtte te minimaliseren.

Er wordt beslist om een kruispunt met 2 fases te testen, om het zo eenvoudig mogelijk te houden en geen andere effecten van het gebruik van een exclusieve linksafslaande fase te zien bijvoorbeeld. Ook wordt er beslist om te simuleren aan de hand van 9 verschillende scenario's van verschillende hoeveelheden voertuigen en voetgangers voor de verschillende regelstrategieën. Er wordt gesimuleerd in ongesatureerde, bijna gesatureerde en gesatureerde toestand en dit voor 3 verschillende hoeveelheden van voetgangers.

Er zijn 5 verschillende regelstrategieën die uitgetoetst worden. Daarvan zijn er 2 bestaande, de vaste tijden en de voertuig afhankelijke strategie, afgekort door VT en VA. De andere 3 zijn voetganger afhankelijke strategieën en noemen Licht Variabel, Compleet Variabel en Enkel Pedestrian, respectievelijk afgekort door LV, CV en EP. Het hoofdprincipe van de 3 is dat de groentijd van voetgangers vroeger kan afgebroken worden gedurende een fase. CV en LV werken daarnaast met detecties van voertuigen om te bepalen of de groentijd verlengd wordt, met als beperking een maximale groentijd. EP werkt met vaste groentijden voor de fases. Wat EP en CV dan weer gelijk hebben is het feit dat ze een volledig variabele interfase hebben om van de ene fase naar de andere fase over te gaan. De normale interfase gebruikt voor het testkruispunt bestaat uit de ontruimingstijd van de voetgangers, waarbij de eerste 3 seconden de voertuigen nog groen hebben. Bij CV en EP kan dit groen van de voertuigen vroeger worden afgebroken indien er geen voetgangers meer oversteken. Omgekeerd kan de interfase ook verlengd worden indien op het eind van de interfase nog steeds voetgangers oversteken, wat verzekert dat trage voetgangers tijdig aan de overkant geraken voor de start van de volgende fase. Verder gebruiken alle 3 de voetganger afhankelijke strategieën detectie van wachtende voetgangers om te bepalen of een oversteekplaats al dan niet groen moet gegeven worden in een volgende fase. LV beslist dit aan het begin van de interfase, CV en EP beslissen dit op het eind van de interfase. Om dit visueel voor te stellen wordt er, gelijkaardig als de IVER signaalgroepafwikkeling, aangetoond wat de verschillende stappen van de signaalgroepafwikkeling in welke strategie gebruikt wordt:

	VG	$A_{vtgnr}G_{vtgnr}$	$A_{vtg}G$	$\frac{A_{vtg}G}{A_{vtgnr}G} +$	VKVF	$KVF_{vtgnrA}$	$A_{vtgnr}G2$	VO	$A_{vtgnr}R$	$KVF2_{vtgnrA}$
VT	x				x			x		
VA	x		x		x			x		
LV	x	x		x		x		x		
CV	x	x		x			x	x	x	x
EP	x	x					x	x	x	x

"x" duidt telkens aan of een bepaalde stap van de signaalgroepafwikkeling gebruikt wordt binnen een regelstrategie

Tabel 1: De signaalgroepafwikkeling van de verschillende strategieën

Waarbij:

**VG: Vast groen,**

de minimum groentijd die een fase heeft;

**AvtgnrGvtgnr: Voetganger afhankelijk groen voor de voetganger,**

kan bij gebrek aan detectie van voetgangers op een zebrapad het groen van de voetgangers afbreken, het is beperkt door de maximale groentijd van een fase;

**AvtgG: Voertuig afhankelijk groen,**

kan de groentijd van een fase verlengen afhankelijk van de voertuig detecties van die fase, het is beperkt door de maximale groentijd van een fase;

**AvtgnrG: Voetganger afhankelijk groen,**

kan de groentijd van een fase verlengen afhankelijk van de voetgangerdetecties van die fase, het is beperkt door de maximale groentijd van een fase;

**VKVF: Vaste keuze van fase,**

de fases volgen elkaar in een vaste volgorde op;

**KVFvtgnrA /KVF2vtgnrA: Keuze van fase die voetgangerafhankelijk is,**

wanneer detecties van wachtende voetgangers van een volgende fase bekeken worden om een keuze te maken welke fase er zal voorkomen als volgende fase;

**AvtgnrG2: Voetganger afhankelijk groen,**

de resterende groentijd van een interfase kan ingekort worden afhankelijk van het gebrek aan voetgangerdetecties op zebrapaden, het is beperkt door de maximale groentijd van een interfase;

**VO: Vast oranje,**

de tijd dat oranje gegeven wordt in de interfase, dit is vooraf vast ingesteld;

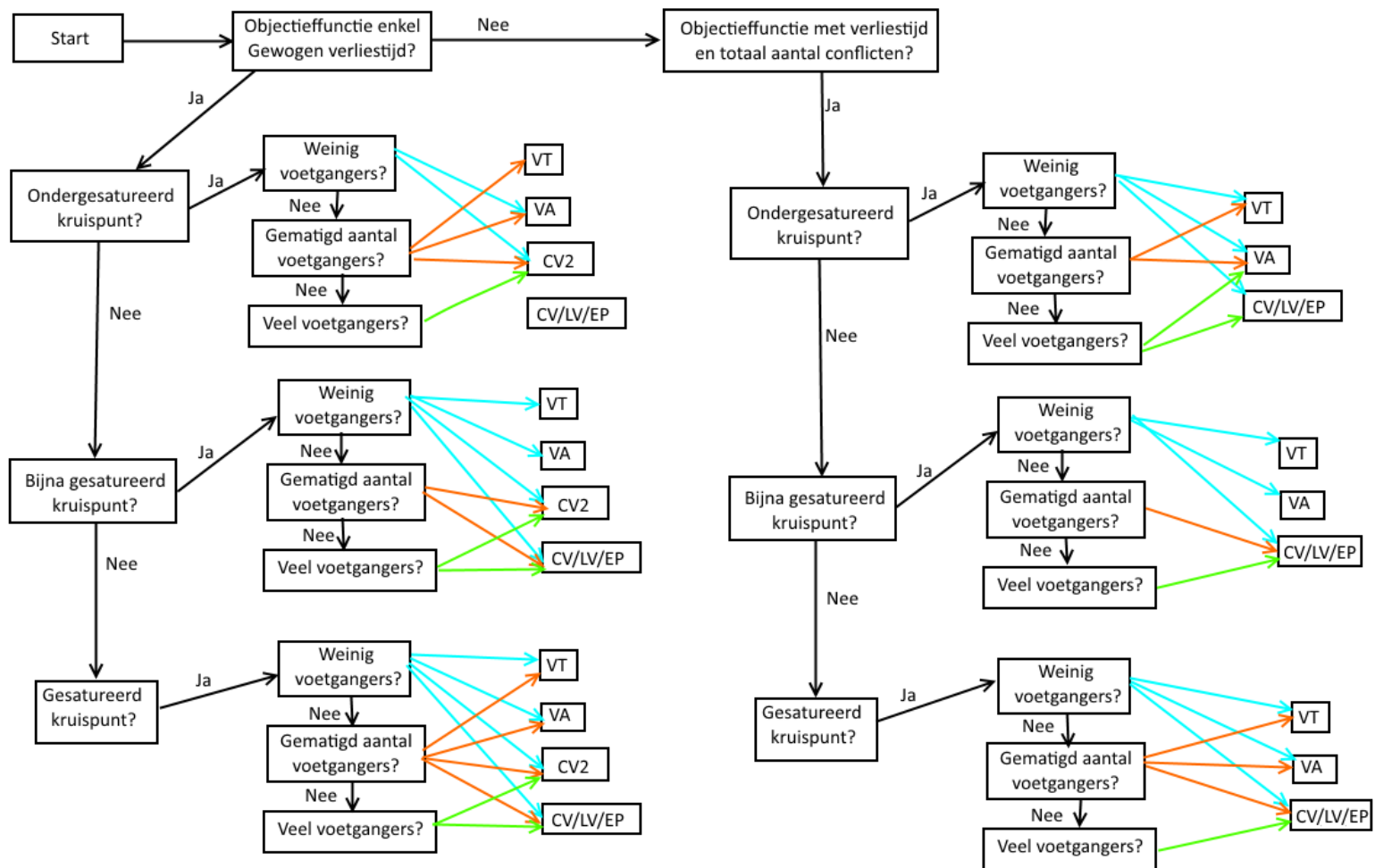
**AvtgnrR: Voetganger afhankelijk rood,**

de interfase kan verlengd worden om een veilige doortocht van voetgangers te verzekeren, is beperkt door een vooraf bepaalde maximale ontruimingstijd.

Uit de resultaten wordt gemerkt dat de verliestijd voor voetgangers telkens lager is voor VA en VT ten opzichte van de 3 voetganger afhankelijke strategieën. Dit komt omdat die laatste 3 het groen van de voetgangers vroeger kunnen afbreken. Dit verschil in verlies-

tijd van voetgangers in ongesatureerde toestand valt mee, omdat VA daar gebruik maakt van een grotere cyclus. Hierdoor heeft VA daar echter ook een betere verliestijd voor voertuigen dan de 3 voetganger afhankelijke strategieën. Uit t-testen blijkt dat VA vaak significant beter is in ongesatureerde toestand dan die 3. Dit komt omdat de doorstroming vrij vlot gaat. Daardoor wordt er geen groot voordeel gehaald uit het afbreken van het groen om de doorstroming van rechtsafslaand verkeer te verbeteren. Dit gaat in ongesatureerde toestand immers vrij vlot. In bijna gesatureerde toestand wordt echter gemerkt dat de 3 voetganger afhankelijke strategieën het wél goed doen. Vooral bij de 2 scenario's met hoogste aantal voetgangers kan een significante verbetering gevonden worden. Dit omdat het afbreken van groen nu zorgt dat het rechtsafslaand verkeer vlot door kan gaan en geen file begint te vormen. Bij VA moeten die voertuigen immers voortdurend wachten op overstekende voetgangers. Ook in gesatureerde toestand scoren CV, EP en LV beter dan VT en VA, maar is het deze keer maar in 1 scenario significant beter. Dit omdat het verkeer al in file zit, het verkeer kan dus sowieso moeilijk doorstromen. Enkel bij de hoogste hoeveelheid voetgangers kan die betere doorstroming van rechtsafslaand verkeer toch zorgen voor een significante verbetering.

Als laatste stap wordt een oplossing gezocht voor de slechte werking van de voetganger afhankelijke strategieën in ongesatureerde toestand. Omwille daarvan wordt een strategie gemaakt gebaseerd op CV. De belangrijkste aanpassing is het toevoegen van een techniek gelijkaardig aan de bus prioriteitstechniek re-taken green, afgekort door CV2. Daarnaast wordt ook de mogelijkheid tot verlenging van de interfase weggedaan. Nu kan de groentijd van de voetgangers wanneer die reeds is afgebroken, hervat worden indien er voetgangers staan te wachten en er een hiaat wordt gedetecteerd in rechtsafslaand verkeer. Dit duidt immers aan dat er geen grote nood meer is aan een goede doorstroming van rechtsafslaand verkeer, waardoor de voetgangers terug groen krijgen. Zo wordt de lage voertuig verliestijd van de voetganger afhankelijke strategieën gecombineerd met een iets lagere voetganger verliestijd. Wegens het lange simuleren in SSAM kon het aantal conflicten hiervan niet meer bekeken worden. Voor de gewogen verliestijd objectieffunctie is deze regelstrategie echter een dominante strategie. Het is immers geen enkele keer significant slechter dan een andere strategie, maar is zelf wel minstens 3 maal significant beter dan alle strategieën. Aan de hand van deze resultaten kan uiteindelijk een beslissingsboom gemaakt worden. Afhankelijk van de objectieffunctie en het scenario waarin gewerkt wordt, worden zo de mogelijke regelstrategieën bekomen, die in dat geval goed werken.



Figuur 2: De beslissingsboom welke strategieën het beste werken in een bepaalde situatie