

UNIVERSITEIT ANTWERPEN

COMPUTATIONELE BIOLOGIE

---

# Verkeersinfarct Antwerpen

---

*Auteur:*  
Anthony HERMANS

*Lesgever:*  
Charlie BEIRNAERT

9 juni 2017



Universiteit Antwerpen

# Inhoud

<b>Introductie</b>	<b>2</b>
<b>Werkwijze</b>	<b>3</b>
1 Vinden van data . . . . .	3
2 Dataverwerking . . . . .	4
2.1 Verdeling in compartimenten . . . . .	4
2.2 Berekenen capaciteiten . . . . .	5
2.3 Berekenen rates . . . . .	6
3 Opstellen van het compartimenteel model . . . . .	7
3.1 Veronderstellingen . . . . .	7
3.2 Bepalen van de passende exponent . . . . .	7
3.3 Pareto Principe . . . . .	8
4 Verschillende simulaties . . . . .	10
4.1 Daluren: 10u-15u . . . . .	10
4.2 Ochtendspits: 6u30-8u30 . . . . .	12
4.3 Avondspits: 15u30-17u30 . . . . .	14
5 Opstarten van de simulatie . . . . .	15
<b>Bibliografie</b>	<b>16</b>

# Introductie

Als verder onderzoek voor het vak Computatieve Biologie heb ik gekozen voor het onderwerp "Verkeersinfarct Antwerpen". Dit houdt grotendeels in dat ik de ring van Antwerpen heb verdeeld in verschillende compartimenten. Met de bekomen compartimenten heb ik dan simulaties gedaan afhankelijk van verschillende parameters zoals:

- Daluren (10u-15u, Liefkenshoektunnel betalend)
- Ochtendspits (6u30-8u30, Liefkenshoektunnel tolvrij in naperiode)
- Avondspits (15u30-17u30, Liefkenshoektunnel tolvrij in naperiode)

Het algemene verloop van het project zelf is onder te verdelen in de volgende stappen:

1. Vinden van data
2. Verwerking van de data
3. Opstellen van het compartimenteel model
4. Verschillende simulaties

# Werkwijze

## 1 Vinden van data

Deze stap houdt in om realistische verhoudingen te verkrijgen voor de verkeersdrukke op de Antwerpse ring en de verschillende knooppunten zoals E19, E313 enzovoort. De data heb ik kunnen vinden aan de hand van een studie op de site <http://www.verkeerscentrum.be/> [1]. Bij deze studie wordt het aantal voertuigen op de verschillende knooppunten van de Antwerpse ring nauwkeurig in kaart gebracht. Voor mijn onderzoek heb ik gebruik gemaakt van de gegevens met betrekking tot de PWE (personenwagen-equivalenten).



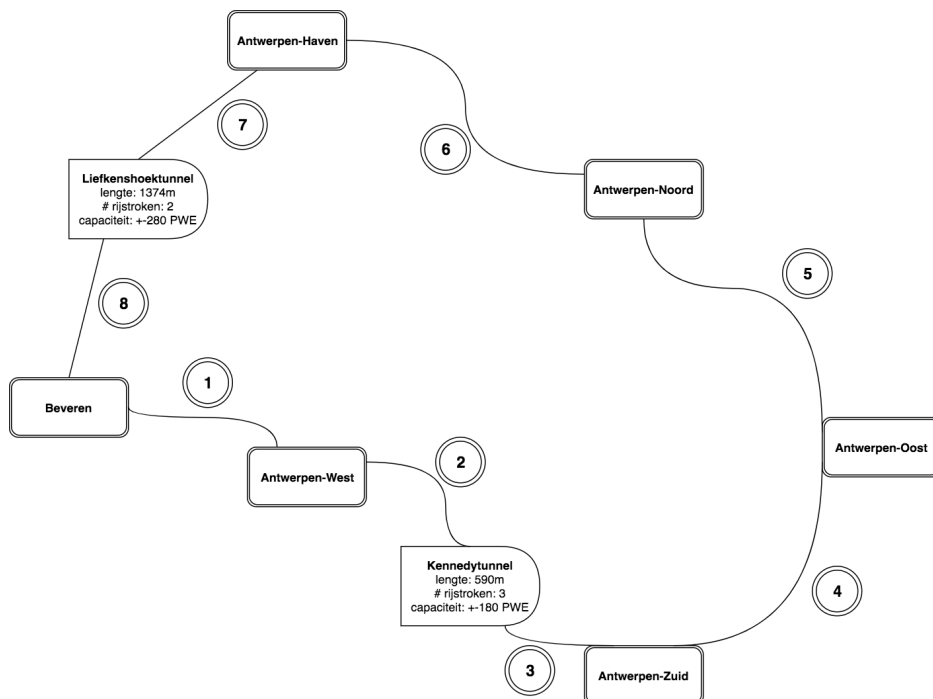
Figuur 1: Antwerpse ring [2]

## 2 Dataverwerking

### 2.1 Verdeling in compartimenten

Als eerste stap heb ik de Antwerpse ring verdeeld in een aantal compartimenten namelijk:

1. Beveren  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-West
2. Antwerpen-West  $\Leftrightarrow$  Kennedytunnel
3. Kennedytunnel  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Zuid
4. Antwerpen-Zuid  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Oost
5. Antwerpen-Oost  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Noord
6. Antwerpen-Noord  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Haven
7. Antwerpen-Haven  $\Leftrightarrow$  Liefkenshoektunnel
8. Liefkenshoektunnel  $\Leftrightarrow$  Beveren



Figuur 2: Compartimenten Antwerpse ring

## 2.2 Berekenen capaciteiten

Vervolgens was het noodzakelijk om de capaciteiten van elk compartiment te berekenen. Voor deze berekening had ik nog een extra gegeven nodig namelijk de gemiddelde lengte van een PWE. In de studie is te vinden dat een PWE bestaat uit 1 deel niet-vrachtverkeer en 2 delen vrachtverkeer. De gemiddelde lengte van niet-vrachtverkeer (auto's en soortgelijke) is +- 3,83 meter. Voor het vrachtverkeer heb ik een gemiddelde genomen van de minimum en maximum lengte. Dus voor de gemiddelde PWE-lengte heb ik de volgende formule opgesteld:

$$\frac{(1 \times 3.83) + (2 \times \frac{6.9 + 18.75}{2})}{3} = 9.8267 \quad (1)$$

Naast deze gemiddelde lengte had ik ook de lengte van het compartiment zelf nodig. Hiervoor heb ik gebruik gemaakt van Google Maps [2]. Bovendien moest er ook rekening gehouden worden met het aantal rijstroken per compartiment. Deze heb ik kunnen bepalen met behulp van StreetView [2]. Hieronder vind je de capaciteiten per compartiment:

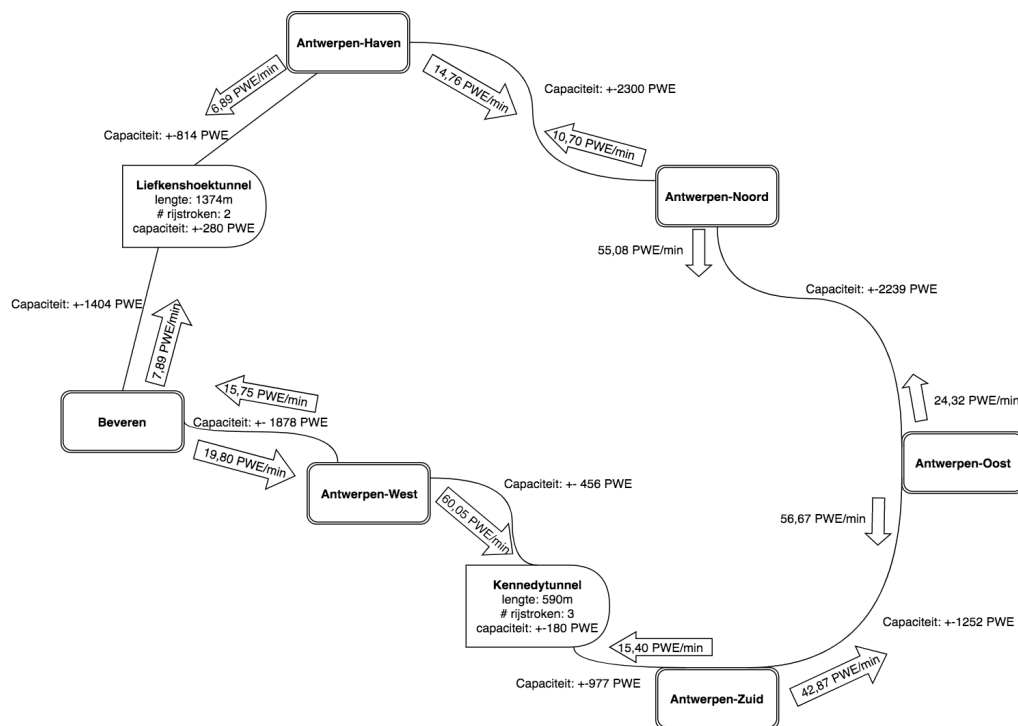
1. Beveren  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-West: 1878 PWE
2. Antwerpen-West  $\Leftrightarrow$  Kennedytunnel: 456 PWE
3. Kennedytunnel  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Zuid: 977 PWE
4. Antwerpen-Zuid  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Oost: 1252 PWE
5. Antwerpen-Oost  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Noord: 2239 PWE
6. Antwerpen-Noord  $\Leftrightarrow$  Antwerpen-Haven: 2300 PWE
7. Antwerpen-Haven  $\Leftrightarrow$  Liefkenshoektunnel: 814 PWE
8. Liefkenshoektunnel  $\Leftrightarrow$  Beveren: 1404 PWE
9. Liefkenshoektunnel: 280 PWE
10. Kennedytunnel: 180 PWE

## 2.3 Berekenen rates

Tenslotte moest ik nog de rates berekenen. In de studie staat duidelijk opge-  
lijst hoeveel PWE er in elke richting vertrekken vanuit een bepaald knoop-  
punt (Beveren, Antwerpen-Oost etc.). Deze tellingen gebeuren in een gespe-  
cificeerde tijdsperiode namelijk:

- Daluren (10u-15u)
- Ochtendspits (6u30-8u30)

Voor de rates heb ik eerst de daluren gebruikt om te zien of mijn simulatie  
zou kloppen. Dit was voornamelijk om te zien of er niet direct files zouden  
ontstaan ( $\rightarrow$  vollopen van de compartimenten). Na deze berekeningen kon  
ik het volgende model opstellen (zie figuur 3):



Figuur 3: Antwerpse ring met bijhorende data

### 3 Opstellen van het compartimenteel model

#### 3.1 Veronderstellingen

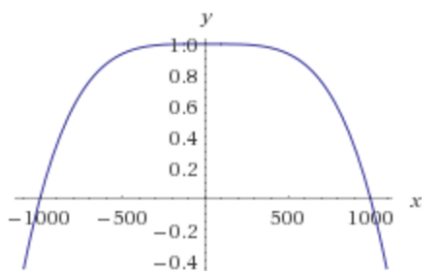
Voor het opstellen van het model heb ik een aantal veronderstellingen gemaakt:

- Verkeer verlaat de ring volgens het Paretoprincipe (zie subsectie 3.3)
- Elk voertuig heeft een snelheid van 100 km/h (tenzij in geval van file)
- Elk voertuig legt de afstand van het desbetreffende compartiment af alvorens naar het volgende te gaan (voertuig = individu)
- Flow naar een volgend compartiment gebeurt volgens de formule:

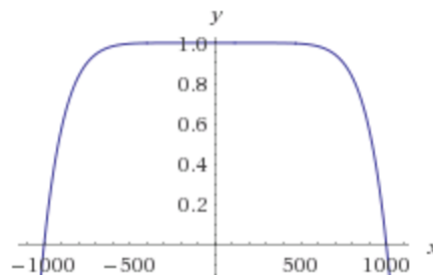
$$1 - \left[ \frac{\text{huidige capaciteit}_{\text{volgend compartiment}}}{\text{maximum capaciteit}_{\text{volgend compartiment}}} \right]^{\text{exponent (zie 3.2)}} \quad (2)$$

#### 3.2 Bepalen van de passende exponent

De flow naar het volgende compartiment hangt sterk af van de exponent in vergelijking 2. De flow/rate moet pas zo laat zo mogelijk klein worden om vlot verkeer te garanderen. Vanwege deze reden heb ik verder onderzoek gedaan naar de meeste geschikte exponent. Hierbij heb ik gebruik gemaakt van WolframAlpha [4].



Figuur 4: Exponent = 4



Figuur 5: Exponent = 8

Uit bovenstaande grafieken blijkt dat exponent 8 pas serieus daalt als het volgende compartiment 75% gevuld is. Dit is dus beter om flows te krijgen die pas laat dalen → vlotter verkeer.



### 3.3 Pareto Principe

Het Paretoprincipe [3] (ook de 80-20 regel genoemd) was oorspronkelijk een economische regel maar past ook goed in dit onderzoek. Deze regel houdt in dat 80% van de uitkomsten verklaard wordt door 20% van de oorzaken. Concreet heb ik dit principe gebruikt om de rates te bepalen van de voertuigen die de ring verlaten. Zo heb ik verondersteld dat 80% van het totaal verkeer gaat naar de volgende drie richtingen:

- Brussel
- Gent
- Nederland

De overige 20% wordt verdeeld tussen de andere richtingen zoals:

- Wommelgem
- Haven
- Beveren

De verdeling van de 80% gebeurt als volgt (rekening houdende met de inkomende rates van de studie [1]):

- Totaal inkomende rates (Brussel - Gent - Nederland): 199,85 PWE/min
- Brussel(Antwerpen-Zuid): 58,27 PWE/min

$$\frac{58.27}{199.85} = 0.292 \times 0.80 = 0.234 \quad (3)$$

- Gent(Antwerpen-West): 75,8 PWE/min

$$\frac{75.8}{199.85} = 0.379 \times 0.80 = 0.303 \quad (4)$$

- Nederland(Antwerpen-Noord): 65,78 PWE/min

$$\frac{65.78}{199.85} = 0.329 \times 0.80 = 0.263 \quad (5)$$

De verdeling van de 20% gebeurt analoog aan die van 80%:

- Totaal inkomende rates (Beveren - Wommelgem - Haven): 130,33 PWE/min
- Beveren: 27,69 PWE/min

$$\frac{27.69}{130.33} = 0.213 \times 0.20 = 0.043 \quad (6)$$

- Wommelgem(Antwerpen-Oost): 80,99 PWE/min

$$\frac{80.99}{130.33} = 0.621 \times 0.20 = 0.124 \quad (7)$$

- Haven(Antwerpen-Haven): 21,65 PWE/min

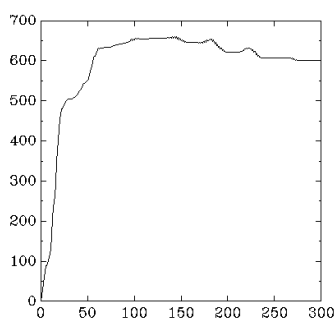
$$\frac{21.65}{130.33} = 0.166 \times 0.20 = 0.033 \quad (8)$$

## 4 Verschillende simulaties

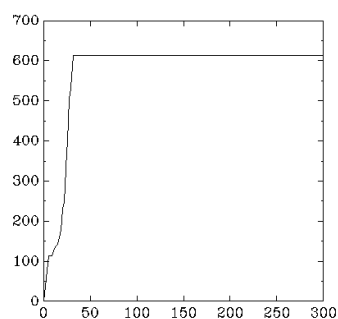
Deze sectie bevat een opsomming van de verschillende simulaties.

### 4.1 Daluren: 10u-15u

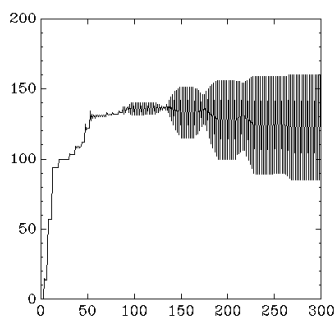
Deze sectie bevat de grafiek voor de bezetting van compartiment 1 en de Kennedytunnel tijdens de daluren. De y-as geeft het aantal PWE weer en de x-as geeft de minuten weer (0 = 10 uur s'morgens, 300 = 15 uur s'middags).



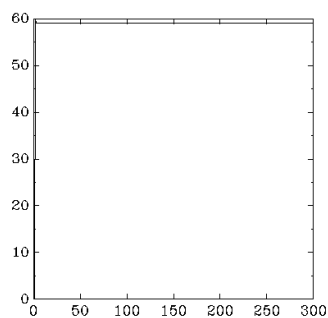
(a) Antwerpen West  $\rightarrow$  Beveren



(b) Beveren  $\rightarrow$  Antwerpen West



(c) Kennedytunnel ( $\rightarrow$  Antwerpen-West)



(d) Kennedytunnel ( $\rightarrow$  Antwerpen-Zuid)

Figuur 6: Bezetting van compartiment 1 en de Kennedytunnel tijdens daluren

Ik heb de overige grafieken bewust uit het verslag gelaten aangezien het dan nogal onoverzichtelijk werd. Bovendien is figuur 6 een goede weergave van de andere compartimenten. We zien bij de Kennedytunnel een soort van puls beweging (zie figuur 6(c)). Dit komt door de invloed van de formule 2 (voorkomen dat files te snel ontstaan). Daarnaast zien we bij de Kennedytunnel in de richting van Antwerpen-Zuid een meer constante bezetting (+- 59 PWE).

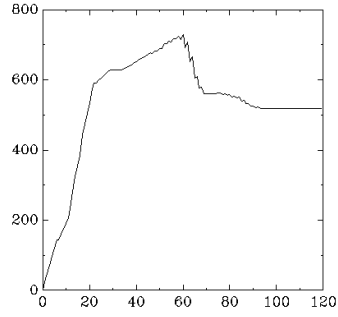
Het is overigens logisch dat bij daluren het verkeer vlot verloopt (normale omstandigheden) en dus bij geen enkel compartiment files ontstaan / de maximum capaciteit bereikt wordt.

## 4.2 Ochtendspits: 6u30-8u30

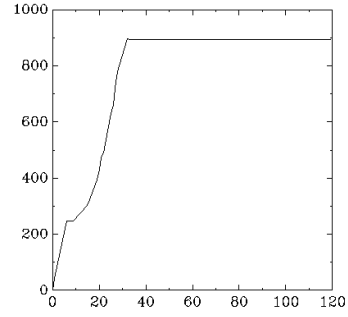
Zoals verwacht zullen er bij de ochtendspits wel files ontstaan. De simulatie van de daluren gaf al een vermoeden waar deze files hoofdzakelijk zouden ontstaan namelijk compartiment 3 (Antwerpen-Zuid  $\rightarrow$  Kennedytunnel).

We zien dus aan de hand van figuur 7 dat de Kennedytunnel zijn maximum capaciteit bereikt rond tijdstap 84-85 (rond 8 uur s'morgens). Hierdoor zal de formule 2 de waarde 0 krijgen waardoor er tijdelijk geen PWE worden toegelaten. Bij de volgende tijdstap is deze rate terug hoger (bezetting in tunnel is terug lager  $\rightarrow$  doorstromend verkeer). Als logisch gevolg zal compartiment 3 richting de Kennedytunnel ook beginnen vollopen (zie figuur 7(e)).

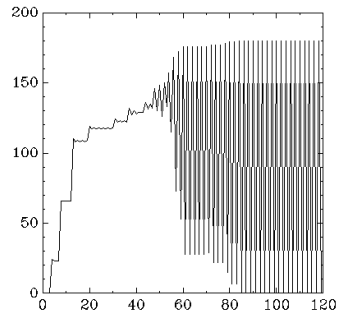
Daarnaast zien we ook dat bij compartiment 1 de bezetting is toegenomen maar er overigens geen file ontstaat.



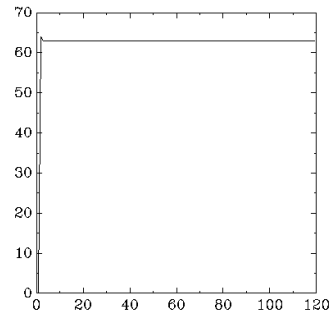
(a) Antwerpen West  $\rightarrow$  Beveren



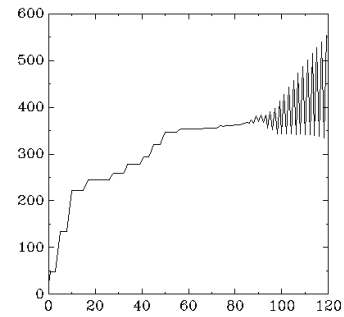
(b) Beveren  $\rightarrow$  Antwerpen West



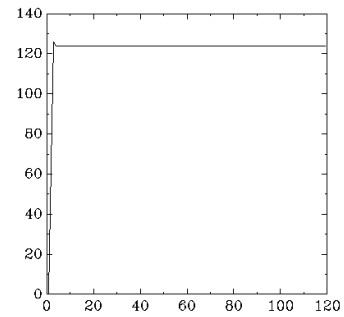
(c) Kennedytunnel ( $\rightarrow$  Antwerpen-West)



(d) Kennedytunnel ( $\rightarrow$  Antwerpen-Zuid)



(e) Antwerpen-Zuid ( $\rightarrow$  Kennedytunnel)



(f) Kennedytunnel ( $\rightarrow$  Antwerpen-Zuid)

### **4.3 Avondspits: 15u30-17u30**

Bij de avondspits zou men logisch ook verwachten dat er files zijn. De simulatie toont echter aan dat er nergens file is. Dit kan liggen aan een aantal factoren (incorrecte data, weinig verkeer ten tijde van de studie ...). Indien je deze grafieken toch zelf zou willen bestuderen, kan je ze bekijken in de bijgeleverde map of de simulatie zelf runnen (zie 5).

## 5 Opstarten van de simulatie

Om de simulatie op te starten, voer je het volgende commando uit in de Terminal:

- `./runSimulation.sh`<sup>1</sup>

Dit script zal dan de simulatie runnen en de data map omzetten naar de desbetreffende grafieken in de graphs map. Bij het begin zal de simulatie vragen welke tijdsperiode gebruikt moet worden:

1. Daluren
2. Ochtendspits
3. Avondspits

Het kan overigens zijn dat je plotutils moet downloaden om de grafieken te genereren (zie <https://www.gnu.org/software/plotutils/>).

---

<sup>1</sup>het kan zijn dat je het script nog permissie moet geven via het commando `chmod +x ./runSimulation.sh`



# Bibliografie

- [1] Verkeerscentrum België. Verdeling verkeer in knooppunten en tunnels van ring antwerpen in voorjaar 2014. <http://www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/studies/verdeling-verkeer-ring-Antwerpen-140620>.
- [2] Google Maps. <https://www.google.be/maps>.
- [3] Wikipedia: Pareto Principe. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Pareto-principe>.
- [4] WolframAlpha. <https://www.wolframalpha.com/>.