

Eindverslag Bachelor Eindopdracht

Een onderzoek naar de gevolgen van werkzaamheden op het netwerk van autosnelwegen in de regio Utrecht



22 januari 2010

Universiteit Twente

Tim van de Kruijs

Uitgevoerd bij: Rijkswaterstaat Utrecht

Voorwoord

Minister Eurlings is vastbesloten om met behulp van de Wet Versnelling Besluitvorming Wegprojecten dertig landelijke fileknelpunten aan te gaan pakken. Van deze dertig punten liggen er elf in de regio Utrecht. Het doel van de minister is om in 2011 van de elf er tien af te hebben.

Deze opgave plaats Rijkswaterstaat Utrecht voor het grote probleem om veel projecten in korte tijd op het overbelaste netwerk uit te voeren. Hierdoor ontstond er de behoefte voor een gerichte aanpak van dit probleem op netwerkniveau. Hiermee is gestart aan het begin van 2009. In dit kader ben ik ook aan de slag gegaan bij Rijkswaterstaat en mocht mijn steentje bijdragen aan de netwerkaanpak van de regio Utrecht.

Ik wil graag de volgende mensen bedanken die dit onderzoek mogelijk hebben gemaakt:

- Dorry van Megen, voor haar intensieve begeleiding en beantwoording van al mijn vragen
- Ruud Cuperus, voor zijn inzet om mij als stagiair bij Rijkswaterstaat Utrecht aan de slag te krijgen en de organisatorische begeleiding
- Natascha Kijk in de Vegte, voor haar ondersteuning bij het gebruik van Flowsim
- Alle collega's van de afdeling WVPK Rijkswaterstaat Utrecht
- De werknemers van Transpute te Amersfoort
- Mijn ouders voor het bieden van onderdak tijdens de periode dat ik deze opdracht uitvoerde

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
Inleiding	4
Doelstelling van het onderzoek	4
Onderzoeksvragen	5
Stappenplan	6
Stap 1: Informatie verzamelen	7
Stap 2: Overzicht van conflicten	8
Stap 3: Conflicten vermijden	14
Stap 4: Opstellen van randvoorwaarden	14
Stap 5: Planning optimaliseren	15
Stap 6: Uitrekenen van voertuigverliesuren voor haalbare alternatieven	15
Rekenvoorbeeld Verkeershinder op netwerkniveau	16
Uitgangssituatie	16
Indexcijfers	19
Modelruns met werkzaamheden	20
Conclusie	23
Aanbevelingen	23
Bijlage 1: Formulier projectinformatie planning wegwerkzaamheden	24

Inleiding

In Nederland worden er de komende jaren dertig verschillende knelpunten op het Rijkswegennet aangepakt om de doorstroming te verbeteren. Van deze dertig knelpunten liggen er elf in de regio Utrecht. Het Rijkswegennet in de regio Utrecht heeft een lengte van ongeveer 200 kilometer. Dit is 6% van het landelijke Rijkswegennet (3250 kilometer). Echter is de regio Utrecht wel verantwoordelijk voor 14% van het aantal voertuigkilometers. Door de hoge dichtheid van voertuigen is het essentieel om de werkzaamheden aan de elf knelpunten goed te plannen. Zonder een goede planning zal het aantal files in de regio Utrecht drastisch toenemen.

Bij Rijkswaterstaat Utrecht is men begin 2009 aan de slag gegaan met een nieuwe netwerkaanpak. Deze aanpak heeft het minimaliseren van de overlast als gevolg van de werkzaamheden tot doel. Het doel van dit onderzoek is om een bijdrage te leveren aan de netwerkaanpak, door te onderzoeken op welke manieren projecten op elkaar af zijn te stemmen, zodat de gevolgen voor het netwerk van Utrecht minimaal blijven. Deze bijdrage wordt geleverd in de vorm een stappenplan, waarin duidelijk wordt weergegeven in welke volgorde verkeershinder op netwerkniveau benaderd moet worden.

Eerst wordt de doelstelling van het onderzoek omschreven en worden onderzoeksvragen opgesteld. Na een toelichting hierop gaat het stappenplan gelijk van start, de kern van het rapport. Het stappenplan bestaat uit zes stappen die uitgebreid beschreven worden. Aan het einde van het stappenplan is nog een klein praktijkvoorbeeld opgenomen. Vervolgens sluit het rapport af met de conclusie en aanbevelingen.

Doelstelling van het onderzoek

Maak een stappenplan wat de afhankelijkheden van de verschillende projecten analyseert en afweegt, zodat projecten aan de autosnelwegen in Utrecht mogelijk optimaal te plannen zijn.

Toelichting op de doelstelling

Onder een optimale planning wordt verstaan: Een planning waarin het aantal voertuigverliesuren (VVU) als gevolg van werkzaamheden aan het Rijkswegennet in de regio Utrecht in de komende vier jaar minimaal is. Rijkswaterstaat heeft voor VVU gekozen omdat deze rechtstreeks de gevolgen voor de weggebruiker weergeeft. Daarnaast is het ook een maat voor de werking van het netwerk.

Wanneer het aantal VVU laag is, zal het netwerk beter functioneren. De planning dient ook nog aan randvoorwaarden te voldoen. Hier krijgt ieder project mee te maken, echter heeft een project geen invloed op de randvoorwaarden. Deze worden opgesteld voor het hele netwerk. Een voorbeeld van een randvoorwaarde is: Eén bepaalde weggebruiker mag niet overdadig veel overlast ondervinden.

Onderzoeksvragen

De doelstelling roept twee hoofdvragen op. Deze zijn:

- Welke factoren bepalen of projecten van elkaar afhankelijk zijn en in welke mate?
- Welke mogelijkheden zijn er om projecten op elkaar af te stemmen?

Toelichting onderzoeksvragen

Welke factoren bepalen of projecten van elkaar afhankelijk zijn en in welke mate?

Er zijn verschillende factoren die een rol spelen bij verkeershinder als gevolg van wegwerkzaamheden op netwerkniveau. Sommige zijn (deels) van invloed op de planning, andere niet. Alleen de voor de planning relevante factoren worden hieronder genoemd:

Tijd:	Projecten worden op verschillende tijdstippen uitgevoerd, met eventuele overlapping. Ook als twee projecten maanden na elkaar uitgevoerd worden, kunnen zij nog afhankelijk zijn. Bijvoorbeeld doordat er meer capaciteit op een wegvak is gekomen, waardoor ergens anders meer of minder file staat.
Plaats:	Projecten kunnen ver van elkaar uitgevoerd worden, maar ook op hetzelfde stuk snelweg. Dit heeft gevolgen voor de mate van afhankelijkheid en ook voor de planning die rekening moet houden met beide projecten.
Uitvoeringsvorm:	De manier waarop het project uitgevoerd wordt heeft gevolgen voor de looptijd, de capaciteit op het wegvak, de gebruikte machines en nog veel meer. Deze afhankelijkheid is zeer belangrijk voor de planning.
Kosten:	De meeste kosten zijn voor de planning niet belangrijk. Het enige wat telt is het moment waarop de kosten gemaakt worden. Als een bepaalde planning tot gevolg heeft dat alle projecten in hetzelfde kwartaal betaald moeten worden, dan is dit waarschijnlijk niet mogelijk.

Welke mogelijkheden zijn er om projecten zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen?

De genoemde factoren bij de eerste deelvraag staan in de meeste gevallen niet vast. Dit biedt mogelijkheden om projecten op elkaar te gaan afstemmen. Op de volgende wijzen zijn projecten op elkaar af te stemmen:

- Afstemmen op de tijd: aanpassen van het tijdsvak waarin de werkzaamheden uitgevoerd worden.
- Afstemmen op de plaats: Tegelijkertijd uitvoeren van projecten of strategische keuzes maken ter bevordering van de doorstroming op het netwerk. Sommige projecten zijn voordelig om eerder uit te voeren, omdat ze capaciteits- en bufferwinst geven op het netwerk
- Afstemmen van uitvoeringsvormen: Te denken valt aan stroomop- of stroomafwaarts werken, het creëren van bufferstroken, omleiden van verkeer en het eerder scheiden van rijstroken.
- Verkeersmanagement
- Mobiliteitsmanagement
- Route- en verkeersinformatie

Stappenplan

Dit stappenplan leidt tot een globale planning van de werkzaamheden gedurende een periode van een aantal jaar op een gegeven netwerk. De uiteindelijke planning zal inzicht geven in de grootschalige gevolgen op netwerkniveau. Het is niet de bedoeling om met dit stappenplan werkzaamheden van één specifieke nacht op elkaar af te stemmen.

Het stappenplan is samengesteld op basis van de onderzoeksvragen, ervaringen tijdens de stage, gesprekken met medewerkers en observatie van het beslissingsproces. De situatie zoals die was op het moment dat de stage werd uitgevoerd bij Rijkswaterstaat is als basis genomen voor het stappenplan. Het bestaat uit de volgende zes stappen:

- Stap 1: Informatie verzamelen
- Stap 2: Overzicht maken van de conflicten
- Stap 3: Conflicten vermijden
- Stap 4: Opstellen van randvoorwaarden
- Stap 5: Planning optimaliseren
- Stap 6: Uitrekenen voertuigverliesuren

Stap 1: Informatie verzamelen

De eerste stap is het verzamelen van informatie over de projecten. Er is slechts een beperkt aantal eigenschappen van een project nodig om tot een goede planning te komen. Voor het verzamelen van informatie is een formulier bijgevoegd. Deze zal zo volledig mogelijk ingevuld moeten worden door de projecten. Hierbij is het van belang om mee te wegen dat projecten die een uitvoeringsperiode hebben die verder in de toekomst ligt, waarschijnlijk minder informatie beschikbaar zullen hebben.

Elk project zal dus informatie moeten geven over welke werkzaamheden er worden uitgevoerd, specifiek naar plaats, tijd, zwaarte en uitvoeringsvorm. Het maakt niet uit hoe specifiek deze informatie is, zolang het maar de meest recente informatie is die een project tot zijn beschikking heeft.

De informatie moet niet te gedetailleerd zijn. Dan wordt het maken van een globale planning namelijk een stuk lastiger. Als van een project exact bekend is welke fasering zij gebruikt, dan kan er een gemiddelde van deze fasering op het formulier ingevoerd worden. Voorbeeld: Eerst een 2-1 systeem, dan 4-0 en weer terug naar 2-1 kan ingevuld worden als een 4-0 systeem.

In de bijlage is een formulier opgenomen wat kan dienen als richtlijn voor het verzamelen van informatie van projecten. Dit formulier is al ingevuld om een idee te geven welke gegevens nodig zijn en in welke vorm.

Met de informatie die vergaard is kan de speelruimte van het project vastgesteld worden. De speelruimte houdt de vrijheidsgraden en verplichtingen van het project in.

Vrijheidsgraden

Dit betreft de ruimte die de planner heeft bij het maken van de planning. Niet alleen de factor tijd heeft vrijheidsgraden, ook de maatregelen die genomen worden, de manier van uitvoering, het moment waarop het project betaald moet worden, etc. De informatie over De Boogbrug in de bijlage geeft veel ruimte om te plannen in de tijd, omdat het hele jaar gespecificeerd is als periode. In de uitvoering heeft het project echter minder ruimte. Er staat al vast volgens welke fasering er gewerkt gaat worden en ook wat het eindresultaat wordt.

Verplichtingen

Hoe meer aspecten van een project al vaststaan, hoe minder vrijheid er bestaat in het plannen van de werkzaamheden. Bij de informatie van het project 'Boogbrug' zijn er een aantal verplichtingen gegeven. Die verplichtingen zijn lastig voor de planning, omdat zij de speelruimte inperken. Zij staan hieronder nog genoemd:

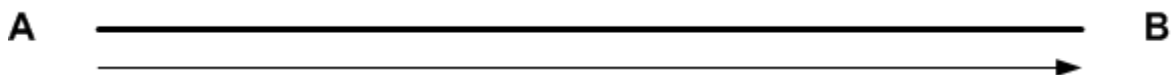
- Het project moet af voor 31-12-2012
- Het project mag maximaal 60 dB aan geluid produceren door een aanliggende woonwijk. Dit geldt voor geluid afkomstig van het verkeer en de bouw.
- Tijdens het project mag er nooit meer dan 5 kilometer file staan aan beide kanten van de brug.

Stap 2: Overzicht van conflicten

Conflicten tussen projecten kunnen op meerdere vlakken optreden. Tijd, ruimte (plaats), uitvoeringsvorm, communicatie, kosten of politiek, alles is mogelijk. De tijd en de ruimte zijn echter vaak maatgevend voor conflicten, terwijl uitvoeringsvormen gebruikt kunnen worden om conflicten te vermijden. Eerst wordt een overzicht gegeven van conflicten in de ruimte, daarna van de tijd. Vervolgens wordt nog kort ingegaan op de overige factoren.

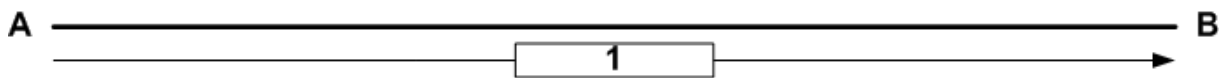
Conflicten in de ruimte

Simpel wegvak



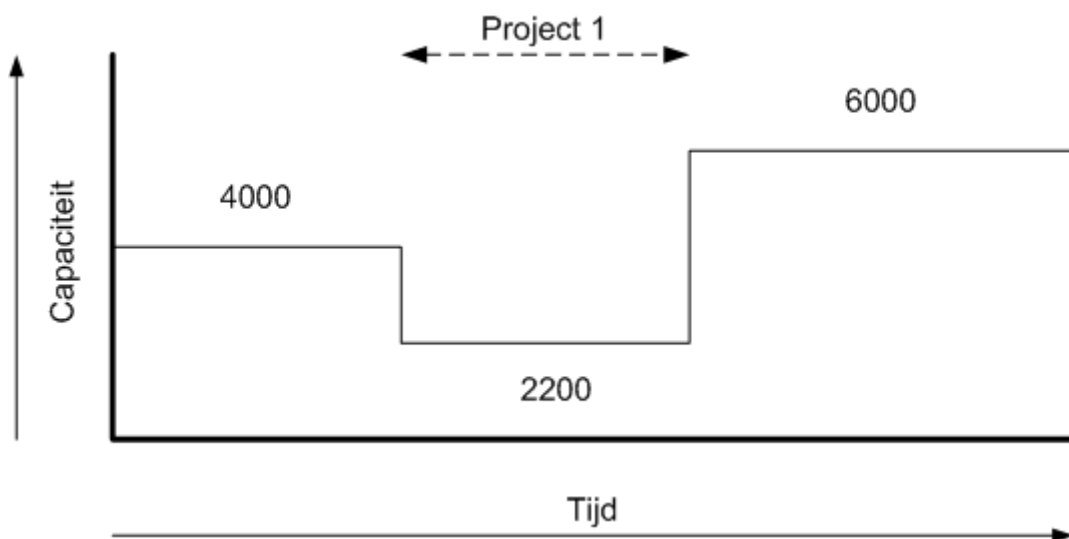
Figuur 1: Wegvak zonder werkzaamheden

In de normale situatie kunnen de gebruikers van dit wegvak hun reis maken zoals gewoonlijk. Er wordt alleen gekeken naar de richting met herkomst A en bestemming B. Een wegvak is zo sterk als zijn zwakste schakel. Als ergens de capaciteit van de weg vermindert door een ongeluk of werkzaamheden, dan heeft al het verkeer stroomopwaarts daar last van.



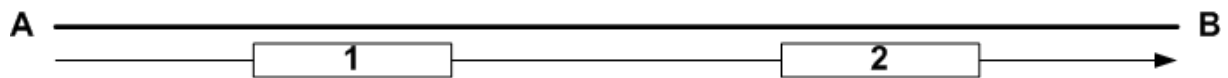
Figuur 2: Wegvak met wegwerkzaamheden bij 1

In figuur 2 is een obstructie geplaatst in de vorm van een geplande afzetting. Deze afzetting reduceert de capaciteit van 4400 naar 2000 pae/uur. Na de werkzaamheden zal er echter een extra rijstrook liggen vanaf plek 1. Dit resulteert in een extra capaciteit. De capaciteitsgrafiek van de doorsnede bij 1 in de tijd ziet er dan als volgt uit:



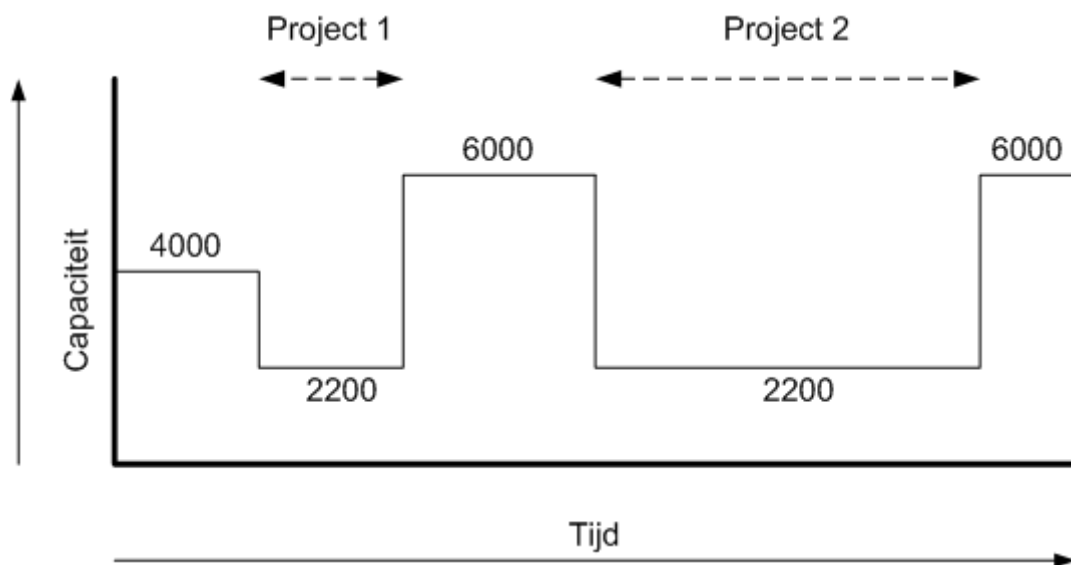
Figuur 3: Capaciteitsgrafiek voor wegvak bij project 1

In het tijdsvak waarin er slecht een capaciteit van 2200 PAE/uur is, zal er waarschijnlijk file optreden. Dit is op zichzelf geen groot probleem. Echter zullen er in een netwerk meer wegwerkzaamheden uitgevoerd worden die in elkaars vaarwater zitten. In de volgende figuur is hetzelfde wegvak met twee projecten weergegeven.

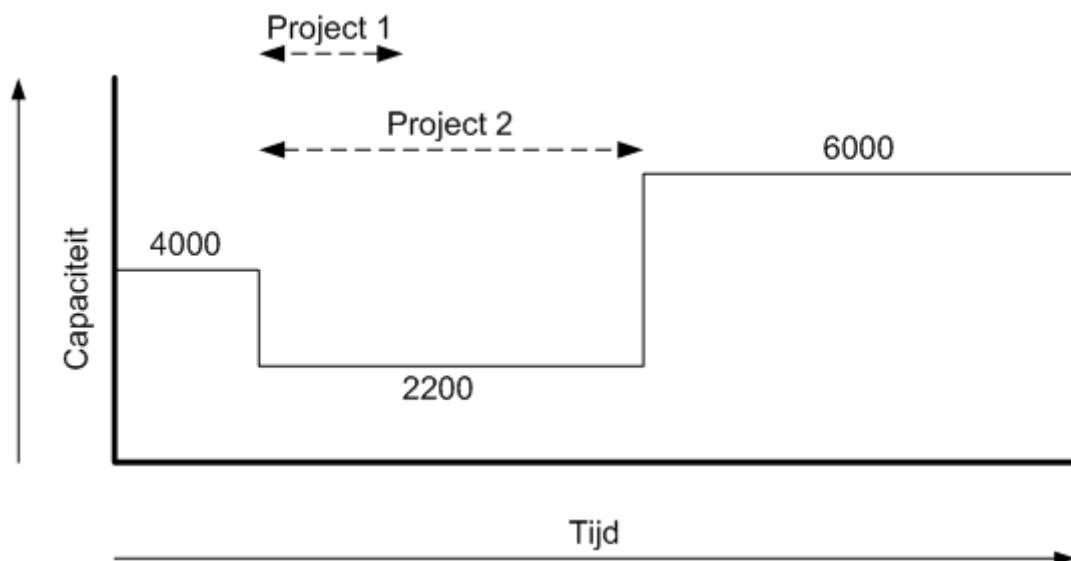


Figuur 4: Wegvak met wegwerkzaamheden bij 1 & 2

Met behulp van de capaciteitsgrafiek zal nu aangetoond worden dat het loont om in dit geval de werkzaamheden tegelijkertijd uit te voeren. In de eerste grafiek is een uitvoeringsperiode na elkaar te zien. Project 2 duurt langer dan project 1. In de tweede grafiek staat de capaciteit van het wegvak als beide projecten tegelijkertijd uitgevoerd worden.



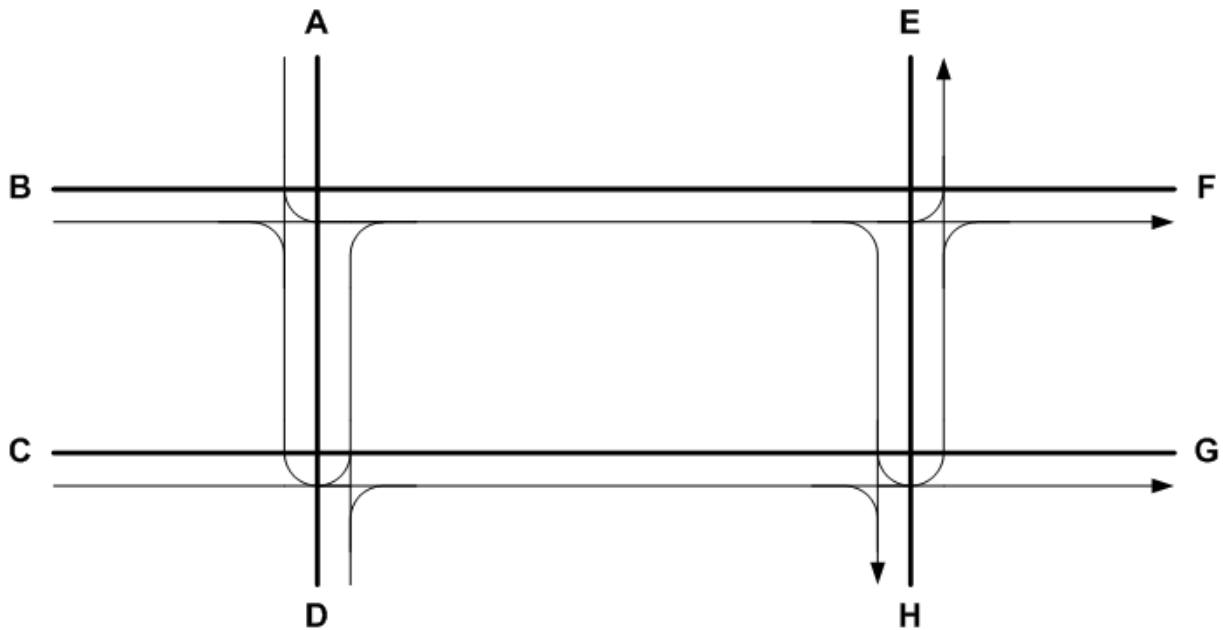
Figuur 5: Capaciteitsgrafiek voor het wegvak bij werkzaamheden 1 & 2



Figuur 6: Capaciteitsgrafiek voor het wegvak bij gelijktijdige werkzaamheden bij 1 & 2

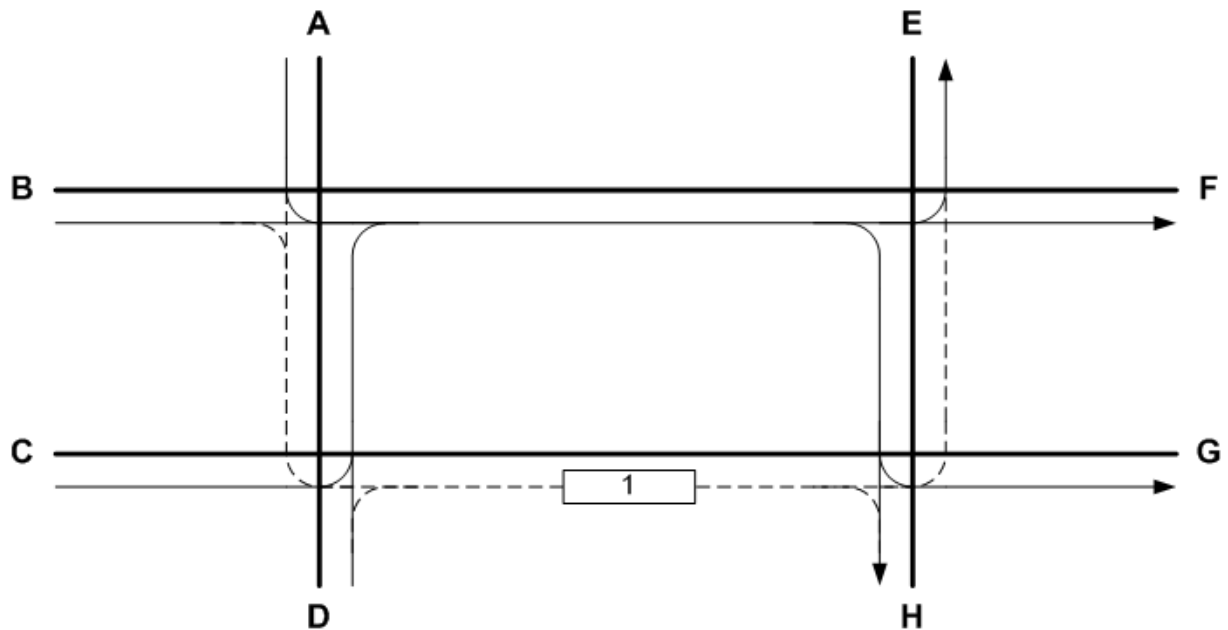
Als er twee wegwerkzaamheden op het wegvak uitgevoerd worden dan bestaat er een relatie tussen beide projecten. De hinder voor de weggebruiker hangt sterk af van de samenwerking en samenhang tussen de projecten. Hier komt de afstemming van de verschillende factoren om de hoek kijken. Het is waarschijnlijk verstandig om werkzaamheden op hetzelfde wegvak tegelijk uit te voeren, omdat project 1 een bottleneck vormt voor project 2. Bij dit wegvak is duidelijk te concluderen dat project 1 een conflict heeft met project 2.

Netwerk



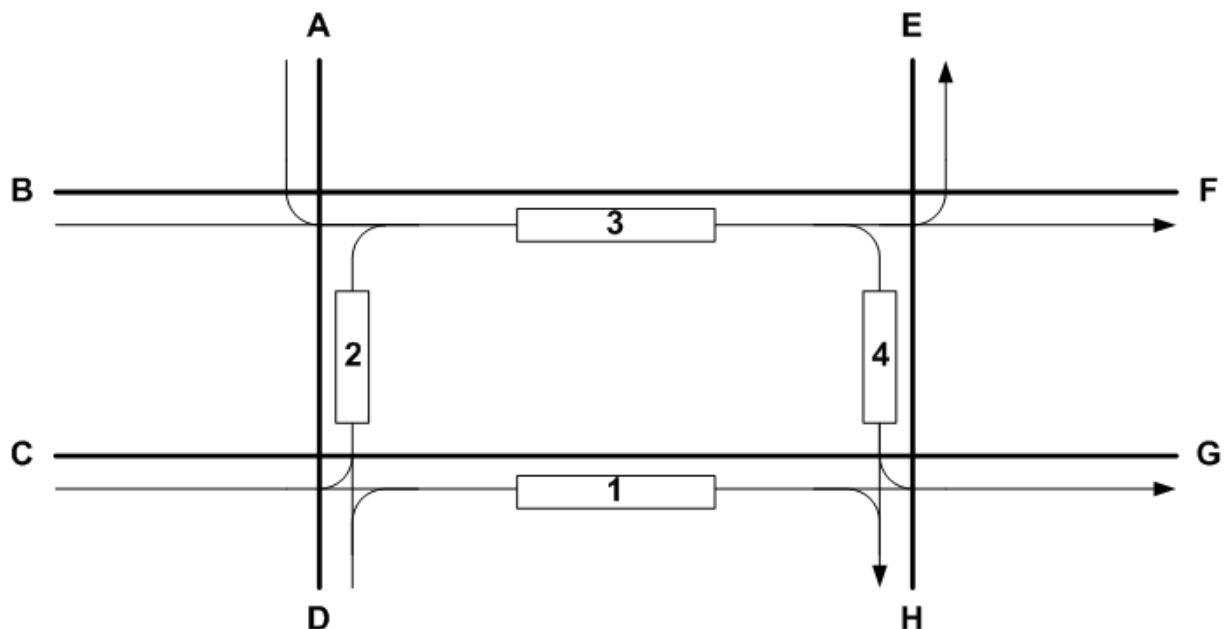
Figuur 7: Netwerk zonder werkzaamheden

In het netwerk wordt een voorbeeld gegeven van een netwerk met herkomst A,B,C en D en bestemming E,F,G en H. Weggebruikers hebben in deze situatie de vrije keuze welke route zij rijden. Als men van D naar E wil, zijn er twee opties mogelijk: de bovenste en onderste route. In dit netwerk wordt voor de overzichtelijkheid slechts één richting weergegeven (van links naar rechts).



Figuur 8: Netwerk met wegwerkzaamheden bij 1

Als er werkzaamheden bij project 1 uitgevoerd worden dan wordt op het netwerk de routekeuze van de weggebruikers beperkt. Afhankelijk van de eigenschappen van project 1 zal de verkeershinder licht of weinig zijn. Een aantal weggebruikers die normaal de onderste route zouden nemen, zullen nu kiezen voor de bovenste route. In deze situatie zal er een nieuw evenwicht gevormd worden. De reis via boven of onder zal uiteindelijk (ongeveer) evenveel tijd in beslag nemen.

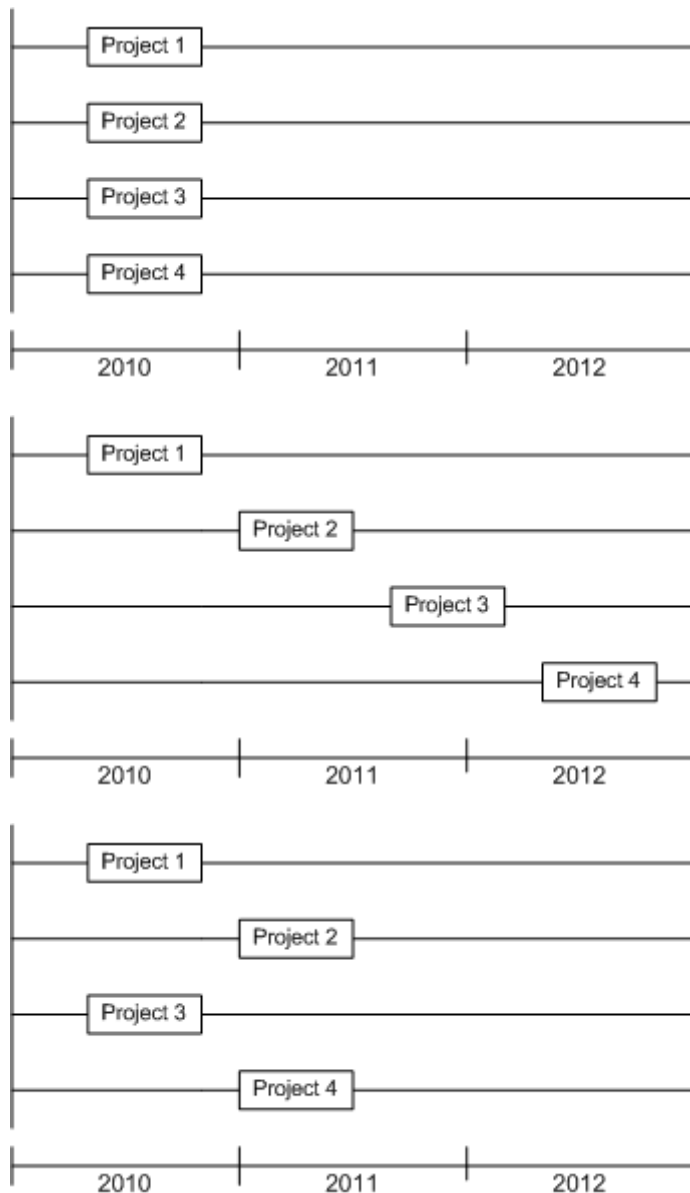


Figuur 9: Netwerk met wegwerkzaamheden bij 1 ,2, 3 & 4

De overdreven situatie is hierboven weergegeven. Bij alle vier de projecten wordt gewerkt. De factoren die de projecten van elkaar afhankelijk maken zijn dus belangrijk. Op dit netwerk zijn er heel veel verschillende scenario's (permutaties) te bedenken voor de manier waarop de werkzaamheden uitgevoerd worden. Verder is ook duidelijk dat alle vier de projecten een conflict met elkaar hebben.

Conflicten in de tijd

Naast conflicten in de ruimte bestaan er tussen projecten ook conflicten in de tijd. Als voorbeeld wordt het netwerk zoals getoond in figuur 9 gebruikt. Er zijn werkzaamheden bij 1,2,3 en 4. Voor deze werkzaamheden zijn verschillende planningen mogelijk. In onderstaande figuren zijn er een aantal gegeven.



Figuur 10: Overzicht Projecten 1,2,3 en 4 in de tijd

In de eerste planning is er overduidelijk een conflict. Projecten worden tegelijkertijd uitgevoerd en dat leidt waarschijnlijk tot grote chaos op het netwerk. Bij de tweede planning worden alle projecten na elkaar uitgevoerd. Dit geeft minder chaos, maar is misschien niet wenselijk omdat de uitvoering dan te lang duurt. De laatste planning is een compromis. Voor elke situatie op het netwerk is een compromis te bedenken in de planning, welke zo goed mogelijk aan de eisen van alle actoren voldoet.

Overige conflicten

Bij overige conflicten tussen projecten kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het moment waarop betaald moet worden. Dit is geïllustreerd in onderstaande tabel. Hier wordt als uitgangspunt de laatste planning van de vorige pagina genomen: respectievelijk 1 en 3, 2 en 4 tegelijkertijd. Voor het rekenvoorbeeld wordt dat Rijkswaterstaat ieder jaar een budget van 5 heeft.

		2009	2010	2011	2012	
	Kosten	5	5	5	5	Budget
Project 1	8	-8				
Project 2	2		-2			
Project 3	4	-4				
Project 4	6		-6			
Eindejaar balans		-7	-10	-5	0	

Tabel 1: Betaalmomenten 1&3 / 2&4

In de tabel is te zien dat Rijkswaterstaat in dat geval al een tekort van 7 heeft in het eerste jaar, wat in het tweede jaar oploopt naar 10. Door hier rekening mee te houden bij de planning kunnen de uitgaven beter over de jaren verdeeld worden. Als voorbeeld wordt hier de eerste planning van de vorige pagina gegeven: alle projecten na elkaar uitvoeren.

		2009	2010	2011	2012	
	Kosten	5	5	5	5	Budget
Project 1	8	-8				
Project 2	2		-2			
Project 3	4			-4		
Project 4	6				-6	
Eindejaar balans		-3	0	1	0	

Tabel 2: Betaalmomenten 1 - 4 afzonderlijk

Er is een evenwichtiger verdeling van de kosten over de jaren te zien. Deze planning verdient vanuit budgettair oogpunt dan ook de voorkeur.

Naast de drie bovengenoemde conflictpunten kunnen er ook conflicten ontstaan tussen uitvoeringsvormen. Echter zijn deze ook een deel van de oplossing. Door conflicten tussen projecten op het gebied van uitvoeringsvormen aan te pakken kunnen er al veel vermeden worden.

Stap 3: Conflicten vermijden

Een deel van de bij stap 2 genoemde conflicten kan gemakkelijk vermeden worden. Door een iteratieproces te doorlopen kunnen onlogische scenario's afvallen. Een voorbeeld van een onlogisch scenario is bijvoorbeeld de vier projecten uit stap 2 tegelijkertijd uitvoeren. Dit is niet alleen ongunstig voor de verkeerssituatie op het netwerk, maar ook nadelig voor het moment van betaling en de beschikbaarheid van materiaal en arbeid.

Als hulp bij het wegstrepen van verschillende alternatieven is hieronder een lijstje gegeven van mogelijke opties. Deze opties zijn voor elk netwerk en elke regio anders.

- Bij het uitvoeren van werkzaamheden aan een netwerk van snelwegen moet er altijd een omleiding mogelijk zijn.
- Eén weggebruiker mag niet overdadig veel overlast ondervinden. (Hij komt op zijn weg 3 werkzaamheden tegen)
- Werkzaamheden moeten binnen de Werkbare Uren (WBU) uitgevoerd worden, om files zoveel mogelijk te voorkomen.
- Werkzaamheden mogen nooit tijdens de spits uitgevoerd worden.

Stap 4: Opstellen van randvoorwaarden

Naast het vermijden van conflicten moeten projecten ook nog aan een aantal randvoorwaarden voldoen. Deze randvoorwaarden zijn voor ieder project anders en zullen altijd opgesteld moeten worden. Bij het invullen van het formulier voor de informatieverzameling staat ook het kopje verplichtingen. Deze kunnen gebruikt worden als opzet voor de randvoorwaarden.

De randvoorwaarden zijn project eigen of geldig op het hele netwerk. Voor het hele netwerk zal een brainstormsessie gehouden kunnen worden om alle randvoorwaarden op tafel te krijgen. Een voorbeeldlijst van randvoorwaarden staat hieronder weergegeven:

- Gedurende de werkzaamheden dient het wegvak te allen tijde veilig te zijn voor weggebruikers en uitvoerende mensen.
- Tijdens de werkzaamheden moet altijd minimaal 1 rijstrook beschikbaar blijven.
- Werkzaamheden over een zeer lange periode dienen te worden vermeden.
- Er moeten genoeg machines en mankracht aanwezig zijn om projecten tegelijkertijd uit te voeren.
- Een project mag maximaal 60 dB aan geluid produceren door een aanliggende woonwijk. Dit geldt voor geluid afkomstig van het verkeer en de bouw.
- Alle projecten dienen gelijk behandeld te worden bij de planning
- Eén bepaalde weggebruiker mag niet overdadig veel overlast voelen. (Dat hij drie grote werkzaamheden op zijn weg tegenkomt)
- De eisen van de politiek moeten worden ingewilligd en aan de wensen zoveel mogelijk worden voldaan.

Na het opstellen van de randvoorwaarden kan de planning zo goed mogelijk gemaakt worden. Het kan zijn dat sommige planningen al aan alle eisen voldoen, omdat in een eerder stadium al rekening is gehouden met mogelijke randvoorwaarden.

Stap 5: Planning optimaliseren

Na het vermijden van conflicten zal de samenhang van de projecten op het netwerk al een stuk beter zijn. Als de planning ook nog aan de randvoorwaarden getoetst wordt dan blijven er weinig scenario's over. De bedoeling van het optimaliseren is om uiteindelijk in theorie zo min mogelijk VVU over te houden.

Bij het optimaliseren zijn vooral extra maatregelen die genomen kunnen worden om overlast te beperken van belang. Voorbeelden hiervan zijn: het slim omleiden via bepaalde omleidingsroutes, het stroomopwaarts of stroomafwaarts werken, het eerder scheiden van rijstroken, het leggen van extra rijstroken. Door het toepassen van deze maatregelen kan het aantal VVU flink verlaagd worden. Als een na laatste stap is het de bedoeling dat er nog maar een paar alternatieve plannings over zijn, waar de maatregelen op toegepast kunnen worden. Er is ook een zekere samenwerking met stap 6 te zien, omdat het uitrekenen van de VVU daar pas gebeurt. Dan is ook pas de toegevoegde waarde van de maatregelen duidelijk.

Stap 6: Uitrekenen van voertuigverliesuren voor haalbare alternatieven

Na het optimaliseren van de planning kan van de haalbare alternatieven uitgerekend wat het precieze aantal voertuigverliesuren wordt. Deze berekening kan gedaan worden met verschillende modellen. Op basis van deze uitkomst, en eerder genoemde randvoorwaarden kan dan een weloverwogen beslissing worden genomen.

Voor het berekenen gelden ook bepaalde randvoorwaarden. Verschillende modellen werken ook op een verschillende manier. Hierdoor kunnen de uitkomsten niet meteen naast elkaar gelegd worden. De input van de modellen en de manier waarop ermee gewerkt kan worden zal ook verschillen. Voor het vergelijken van alternatieven zou het gebruik van 1 model optimaal zijn. Als er echter maar 1 model gebruikt wordt, dan geeft dit ook ruimte voor fouten.

Voor dit verslag is gewerkt met het model Flowsim van het bedrijf Transpute. "Flowsimulator is een dynamisch, macroscopisch verkeerssimulatiemodel voor het hoofdwegennet. Het simuleert de verkeersafwikkeling over de loop van de dag (24 uur). In het model zijn netwerkwijzigingen, intensiteitwijzigingen en verkeersmaatregelen, zowel statisch als dynamisch, toe te passen."*¹

Het doorrekenen van scenario's met behulp van dit model wordt in het volgende hoofdstuk uitgebreid besproken.

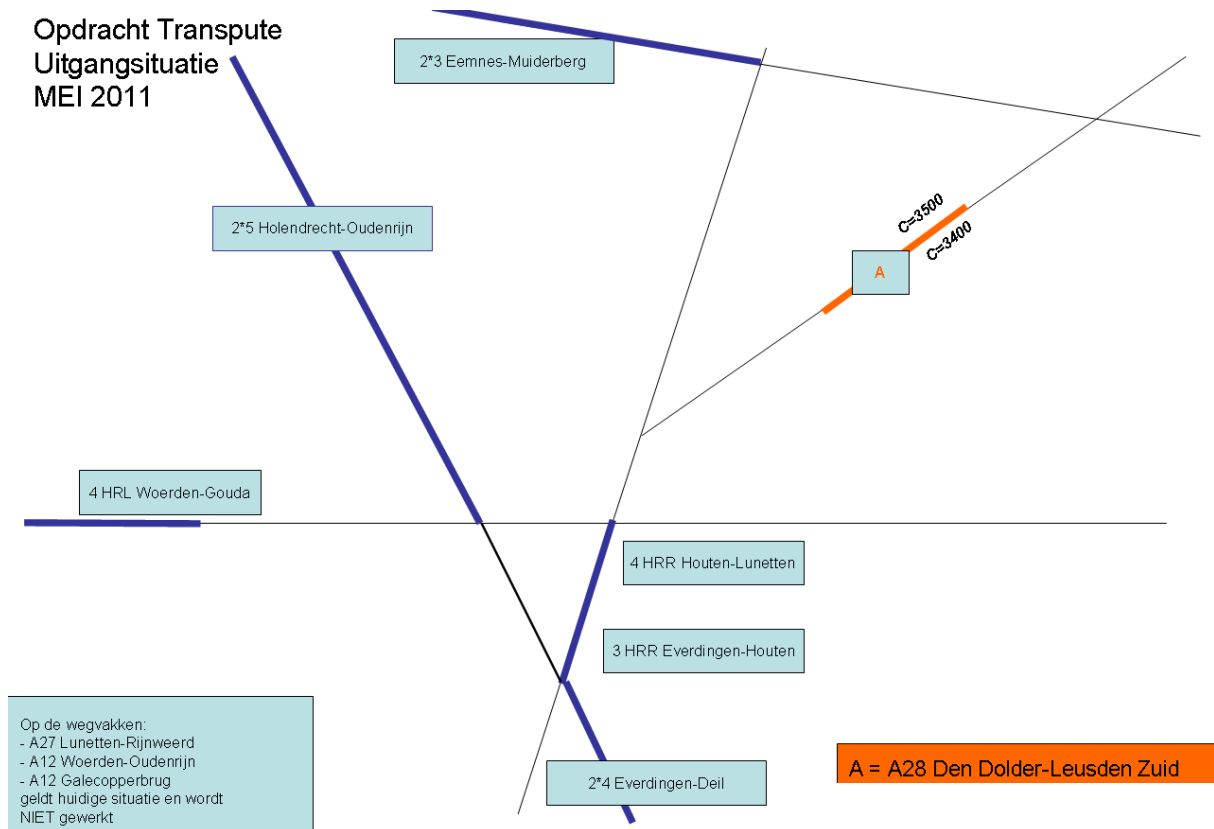
¹ www.transpute.nl/applicaties/flowsim

Rekenvoorbeeld verkeershinder op netwerkniveau

Voor Rijkswaterstaat is gedurende de looptijd van de stage gekeken naar de werkzaamheden aan de A28 en de maatregelen om de veroorzaakte hinder te verminderen. In dit hoofdstuk wordt de werkwijze toegelicht en wordt naar een vergelijking op basis van VVU toegewerkt.

Uitgangssituatie

Voordat er een simulatie in Flowsim gedraaid kan worden dient eerst een uitgangssituatie bepaald te worden. Aangezien de werkzaamheden aan de A28 rond 2011 plaats zouden vinden, is er een netwerk in Flowsim geladen zoals dat er waarschijnlijk rond die tijd uitziend. Dit netwerk ziet er als volgt uit:

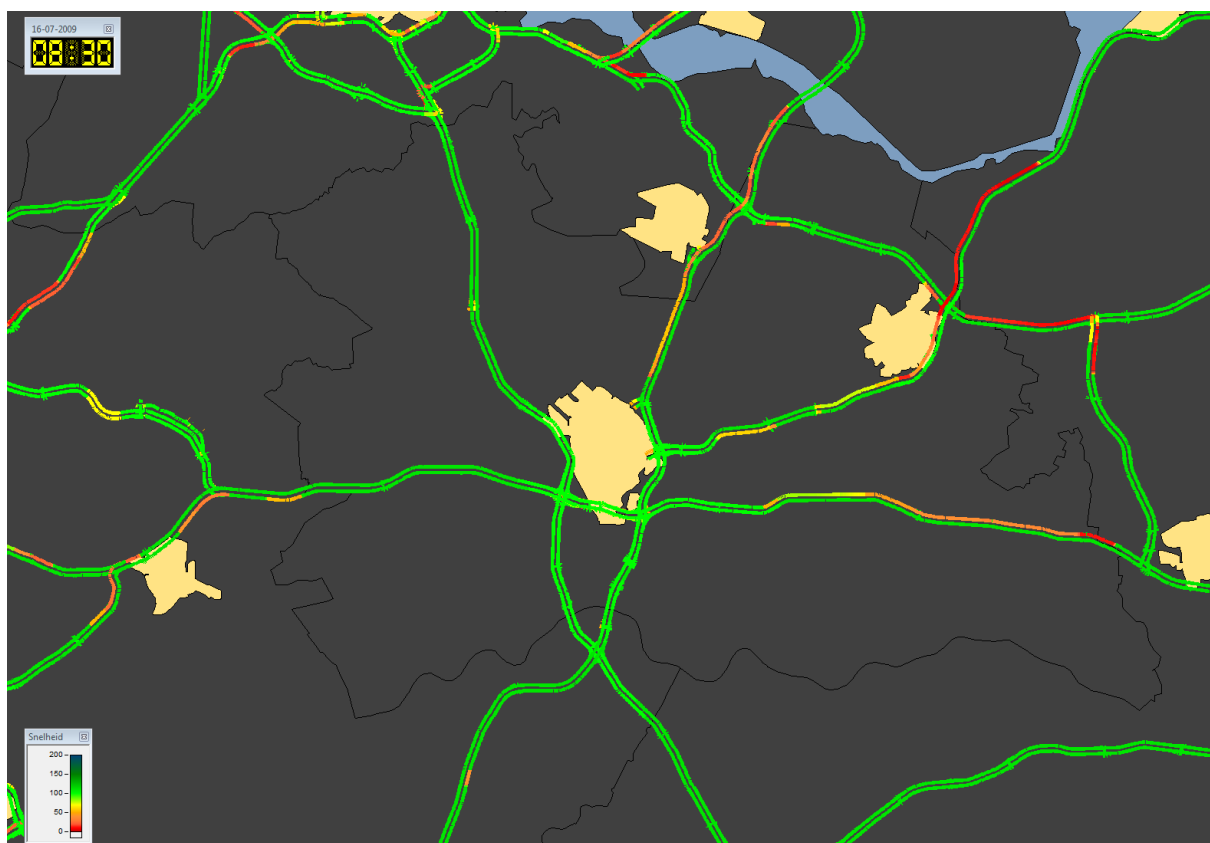


Figuur 11: Netwerk regio Utrecht in 2011

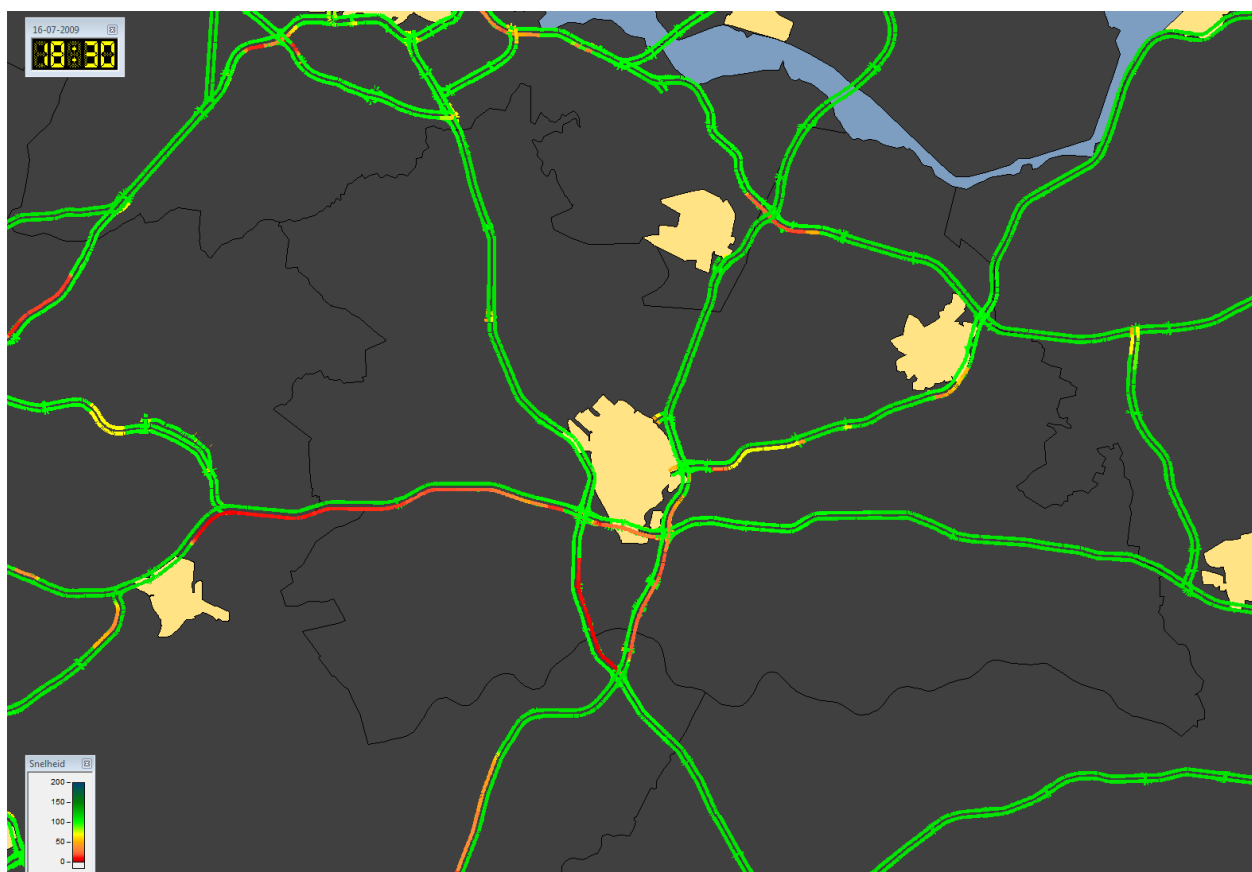
In de figuur is goed de capaciteitsreductie tussen Den Dolder en Leusden Zuid te zien (oranje). Om een goede referentie te kunnen maken is eerst het model gedraaid met deze uitgangswaarden. De resultaten hiervan staan op de volgende pagina. Het eerste plaatje stelt de ochtendspits voor, het tweede de avondspits.

De kleur van de snelweg geeft aan hoe hard er op een link gereden wordt. Is de link groen, dan ligt de gemiddelde snelheid rond de 100 kilometer per uur. Als de link rood is, dan staat er op dat stuk file. De snelheid is dan rond de 0 – 30 kilometer per uur.

's Ochtends zijn er vooral files te zien op de A12, A27 en A28 richting Utrecht. In de avondspits is dat beeld omgedraaid. Dan staan de files vooral vanuit Utrecht op alle snelwegen.



Figuur 12: Ochtendspits en avondspits in de uitgangssituatie

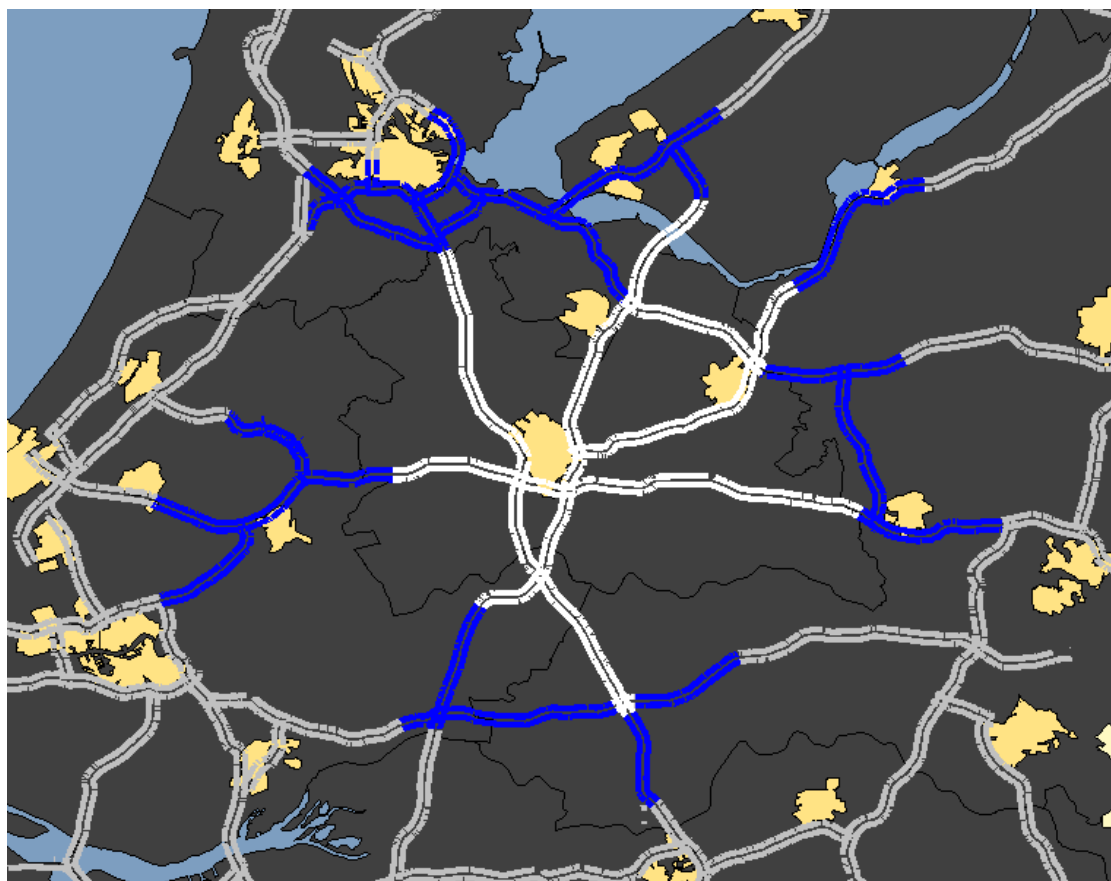


Figuur 13: Avondspits een uur later. De terugslag van de file op de A12 en A27 is goed te zien

Indexcijfers

Voor het bepalen van de prestatie van het netwerk zal er gewerkt worden met indexcijfers. Deze geven de index van het aantal voertuigverliesuren in de oude situatie vergeleken met de nieuwe situatie. De indexcijfers zijn bepaald met Flowsim.

De indexcijfers komen in drie vormen: alleen voor de regio Utrecht, voor het gebied rondom de regio Utrecht en beide samen. Het gebied rondom de regio Utrecht wordt ook meegenomen omdat files ten gevolge van werkzaamheden zo groot kunnen zijn dat ze ook buiten de regio staan. De verschillende gebieden zijn in onderstaande figuur te zien:



Figuur 14: Gebieden indexcijfers. Wit = regio Utrecht, Blauw = Rondom regio Utrecht

Omdat er gewerkt wordt met de uitgangssituatie zijn er nog geen veranderingen opgetreden en ziet de tabel met de indexcijfers er als volgt uit:

	Utrecht	Omgeving	Totaal
OS	100	100	100
AS	100	100	100
24 uur	100	100	100

Figuur 15: Indexcijfers uitgangssituatie bij wegwerk aan de A28

Modelruns met werkzaamheden

Nadat de uitgangssituatie is bepaald kan er gerekend worden met verschillende scenario's. De uitkomsten en indexcijfers van de scenario's worden eerst behandeld, de figuren volgen later in het verslag.

5% omleiden via A27 / A1

Door de werkzaamheden zal de capaciteit van de A28 verminderd zijn. Van de oorspronkelijke 4400 pae/uur zal nog maar 3800 pae/uur overblijven door de gekozen uitvoeringsvorm. Deze vermindering van capaciteit kan voor een deel opgevangen worden door het verkeer via een andere route te laten rijden. In dit geval is de route via de A27 – knooppunt Eemnes – A1 het meest voor de hand liggend. Deze maatregel heeft de volgende indexcijfers tot gevolg:

Omleiden 5%	Utrecht	Omgeving	Totaal
OS	115	93	101
AS	98	98	98
24 uur	104	91	97

Tabel 3: Omleiden 5%

Aan de indexcijfers is goed te zien dat omleiden vooral in de avondspits een goed alternatief is. Er wordt in beide gebieden een reductie van 2% op het totaal aan VVU behaald. Verder voorkomt deze maatregelen een grote terugslag op de A2 en A12. Dit is het best te zien als de gemaakte kaarten naast de uitgangssituatie gelegd worden. Bij deze maatregel valt verder nog op te merken dat een groter percentage verkeer omleiden niet zinvol was, omdat dit tot meer files op de A27 en A1 leidde.

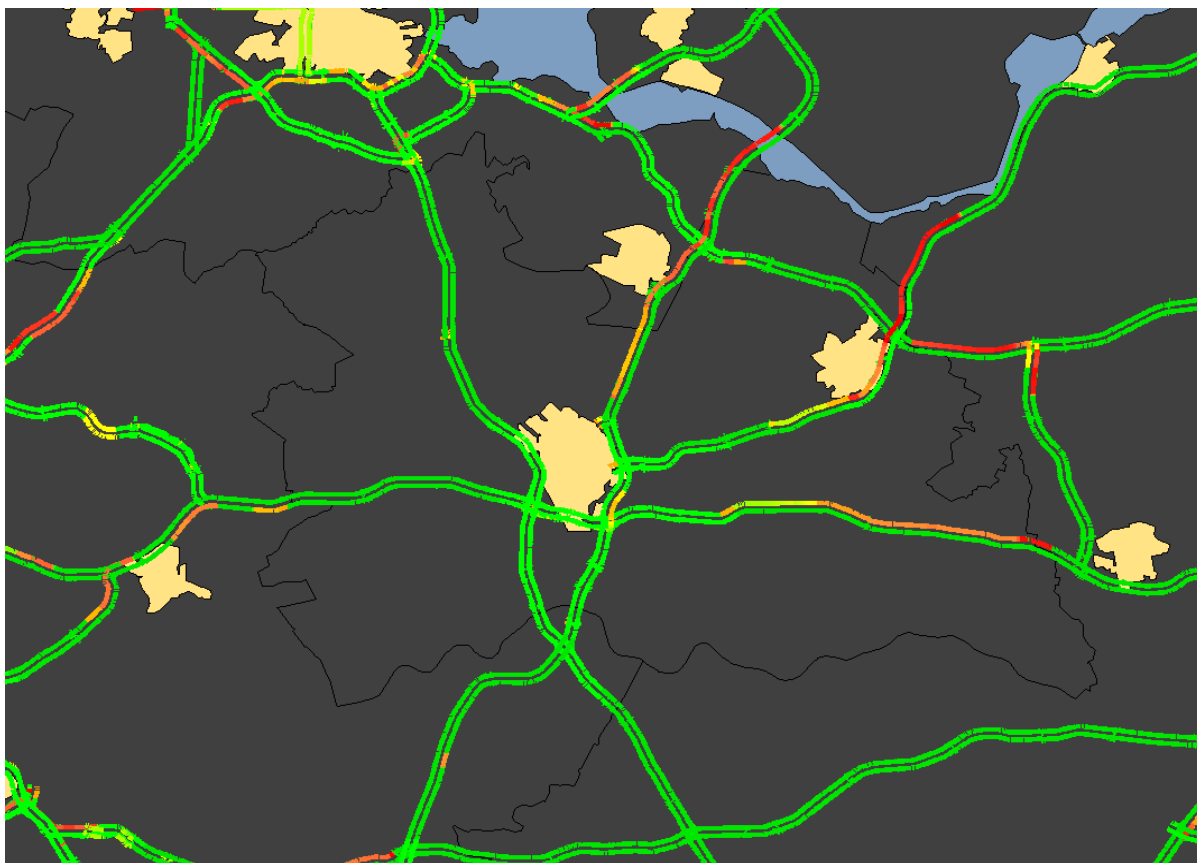
Extra opstelstrook 'bak Amelisweerd' (A27 tussen Lunetten en Rijsweerd)

Een andere maatregel om de grote terugslag van de file op de A28 in de avondspits te voorkomen is het plaatsen van een extra opstelstrook in de bak Amelisweerd. Deze maatregel heeft de volgende indexcijfers tot gevolg:

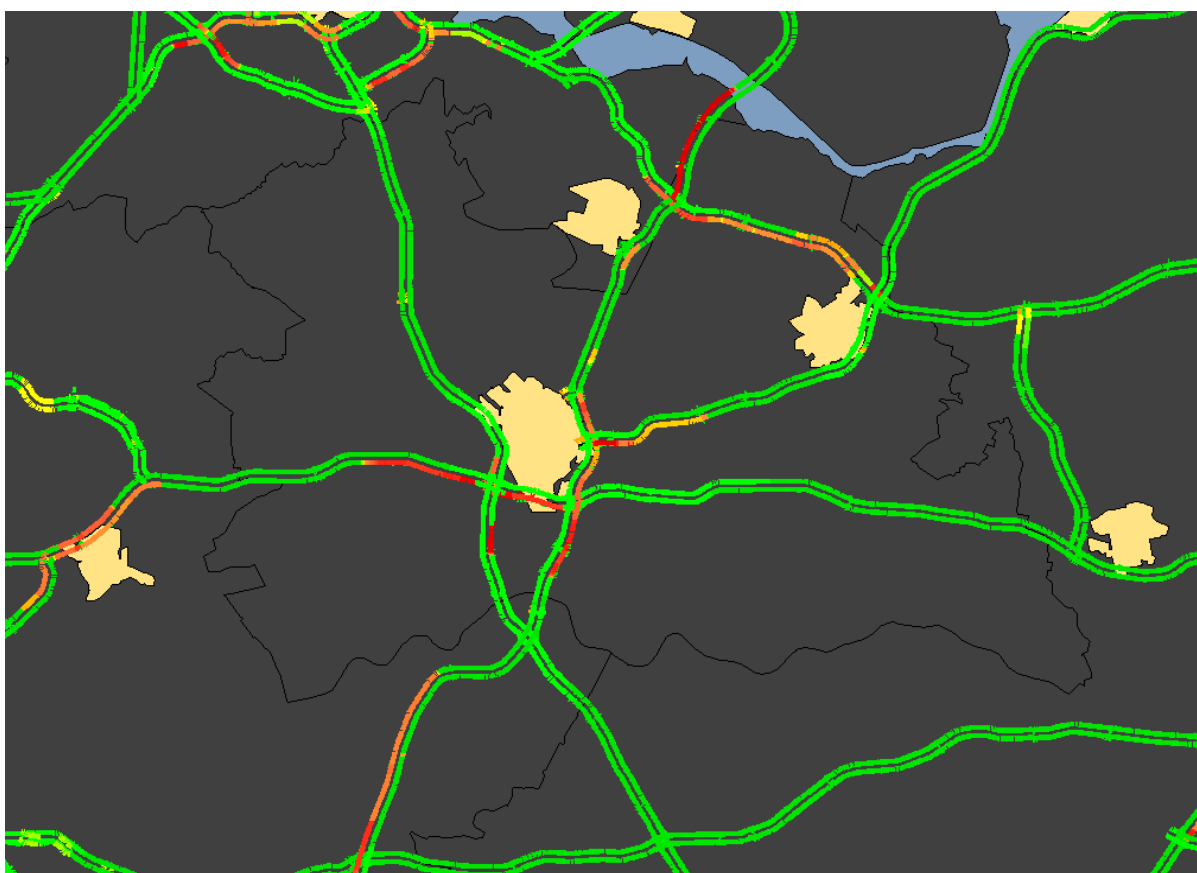
Extra Rijstrook A27	Utrecht	Omgeving	Totaal
OS	99	100	100
AS	92	101	97
24 uur	95	101	98

Tabel 4: Extra opstelstrook bak Amelisweerd

Aan deze indexcijfers is te zien dat de maatregel zeker in de avondspits erg nuttig kan zijn voor het netwerk van de regio Utrecht. De terugslag vanaf de A28 naar de A27, A12 en A2 gebeurt pas later en is minder heftig. Op de figuren die volgen is zeer goed te zien dat de terugslag Oudenrijn zelfs niet meer haalt.



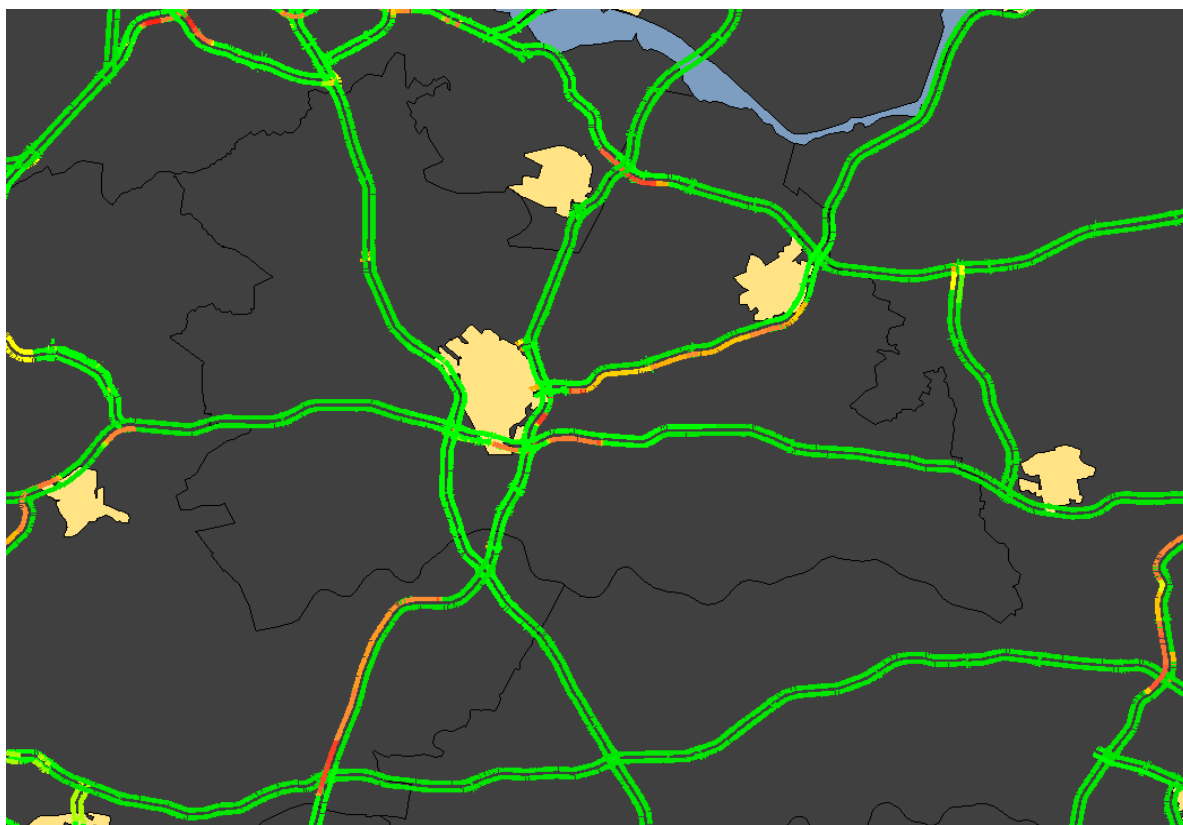
Figuur 16: 5% omleiden via A27 / A1 Ochtendspits (08:30)



Figuur 17: : 5% omleiden via A27 / A1 Avondspits (17:30)



Figuur 18: Extra rijstrook Amelisweerd avondspits 1 (17:30)



Figuur 19: Extra rijstrook Amelisweerd avondspits 2 (18:30)

Conclusie

Het doel van het verslag was het maken van een stappenplan wat de afhankelijkheden van de verschillende projecten analyseert en afweegt, zodat projecten aan de autosnelwegen in Utrecht mogelijk optimaal te plannen zijn. Het denken, werken en rekenen aan de projecten op netwerkniveau is zeer complex. Er spelen veel variabelen mee en er vinden veel permutaties plaats. Er zijn ook veel actoren die een rol hebben bij de werkzaamheden en het is onmogelijk om al deze actoren compleet tevreden te stellen. Het plannen van de werkzaamheden is dan ook een kwestie van constante optimalisatie. Het stappenplan wat gepresenteerd is in dit rapport probeert duidelijkheid te scheppen in de manier waarop een planning tot stand komt. Het stappenplan is zeker niet rechtstreeks bruikbaar in een praktijksituatie. Echter zal het met enkele aanpassingen als richtlijn gebruikt kunnen worden. Ook kan inspiratie opgedaan worden uit de stappen die voorgesteld zijn.

De planning van werkzaamheden op een netwerk zal ook in de toekomst blijven afhangen van een combinatie tussen berekeningen en expert judgement. Ervaring en ‘feeling’ voor wat het netwerk gaat doen in een bepaalde situatie is heel erg waardevol. Belangrijk is om in het oog te houden dat geen enkele planning optimaal is. De optimale situatie kan slechts benaderd worden.

Aanbevelingen

Naar aanleiding van het stappenplan zijn een aantal aanbevelingen opgesteld. De eerste is het maken van een algoritme wat automatisch de optimale keuzes filtert en aandraagt. In het huidige stappenplan is alles namelijk nog handwerk. Door stappen aan te passen en in een algoritme te stoppen, moet het mogelijk zijn om met de invoer van een aantal projecten een goede planning te maken.

De tweede aanbeveling is om het stappenplan te verfijnen naar een versie die voor Rijkswaterstaat Utrecht bruikbaar kan zijn. Hiervoor zullen regiospecifieke aanpassingen gemaakt moeten worden op het algemene model.

Bijlage 1: Formulier projectinformatie planning wegwerkzaamheden

Naam project:

Project A19 vernieuwing Boogbrug

Locatie van het project:

A19 tussen hm 18.6 en 19.4. HRR en HRL

Wat wordt er uitgevoerd:

Vernieuwing van het asfalt en het bijwerken van de constructie

In welk tijdsvak wordt het project uitgevoerd:

2011-2012

Welk gedeelte van het tijdsvak wordt gebruikt voor de werkzaamheden?

10 weekendafsluitingen en een lange aaneengesloten periode van 6 weken, bij voorkeur in de zomer.

Hoeveel rijstroken zijn er tijdens de wegwerkzaamheden beschikbaar en wat is de capaciteit?:

Van 3 – 3 systeem naar 4 – 0. Originele capaciteit: 6600 PAE/uur. Nieuwe capaciteit = 3800 PAE/uur.

Wat is de snelheidslimiet tijdens de uitvoeringsperiode:

70 km/h

Wat zijn de gemiddelde intensiteiten op werkdagen en in het weekend?

5500 mvt/uur op een werkdag in de spits en 3000 mvt/uur in het weekend.

Welke verplichtingen gelden er voor het project:

- Het project moet af voor 31-12-2012
- Het project mag maximaal 60 dB aan geluid produceren door een aanliggende woonwijk. Dit geldt voor geluid afkomstig van het verkeer en de bouw.
- Tijdens het project mag er nooit meer dan 5 kilometer file staan aan beide kanten van de brug.