

## **Netwerkregelingen streven lokale regelingen voorbij**

*Netwerkoptimalisatieprogramma's bieden een toekomstvast alternatief voor lokale voertuigafhankelijke regelingen*

**In het afgelopen decennium zijn in Nederland meerdere netwerkgestuurde verkeersregelingen geïntroduceerd, met tot voor kort wisselend succes. Dit zijn centraal gestuurde optimalisatieprogramma's die de lokale verkeersregelingen sturen. Deze regelingen blijken nu een ware inhaalslag te leveren ten opzichte van lokale, geoptimaliseerde voertuigafhankelijke regelingen. Door het combineren van de flexibele opties in de voertuigafhankelijke regelingen met de bredere optimalisatie van netwerkregelingen, kunnen betere resultaten worden bereikt dan voorheen.**

Sinds de opkomst van de micro-elektronica in de verkeerslichten hebben wij in Nederland gemeend ál onze energie te moeten steken in het optimaliseren van verkeersregelprogramma's. Op zich is daarmee een prima ontwikkeling in gang gezet, want de lokale intelligentie op kruispunten in Nederland is ongekend. Dat maakte bijvoorbeeld volledig conflictvrije regelingen mogelijk terwijl de cyclustijden van die regelingen nog aardig binnen acceptabele grenzen vielen. Ook de scheiding van het langzaam verkeer konden wij met deze lokaal geoptimaliseerde verkeersregelingen perfect ondersteunen. Gewoon een fase toevoegen en klaar. De grote reken capaciteit van onze verkeersregelinstallaties kwam zelfs goed van pas toen we toeritdoseerinstallaties wilden realiseren.

### **Grenzen aan de lokale intelligentie**

Maar heeft deze ontwikkeling ons alleen maar geholpen? In ons denken niet. Het lijkt onvermijdbaar dat veel verkeersregelingen nog steeds geïsoleerd lokaal voertuigafhankelijk zouden móeten functioneren, waarbij alle energie wordt gestopt in het "uit-optimaliseren" van de regeling. Er wordt enorm veel tijd en geld gestoken in extreme optimalisatie van lokale regelprogramma's. Zo menen wij bijvoorbeeld een ontruimingstijd tot op 0,1 seconde nauwkeurig te moeten berekenen, waarbij we gemakshalve maar even vergeten dat de aannames ten aanzien van de daarbij gehanteerde rijnsnelheden zeer grof zijn. Verder kijken dan de verste detectielus van één kruispunt levert direct al problemen op: een streng voertuigafhankelijk geregelde kruispunten goed coördineren is programmatische bijna onbegonnen werk. Zo zien we nog steeds in heel veel steden belangrijke verkeersaders met een belabberde koppeling functioneren, ál er al enige vorm van coördinatie is. Het gevolg is dat we door ons lokaal optimaliseren niet langer dan strikt noodzakelijk voor een verkeerslicht hoeven te wachten, maar dat het rijden van A naar B langs méérdere geregelde kruispunten veeleer het karakter van een ondoordachte hink-stap-sprong heeft ("stop & go") dan van een weloverwogen regelstrategie. Natuurlijk zijn ook daarin pogingen ondernomen waarbij iets verder werd gekeken, maar nog steeds met een lokale optimalisatie als uitgangspunt. Zo langzamerhand zitten we wel tot op een maximum: verbetering valt er nauwelijks nog uit te halen. En daarmee zijn we op een doodlopend spoor terecht gekomen, terwijl de toenemende verkeersintensiteit alsmaar hogere eisen stelt aan de prestatie van de regelingen.

## Toepassingen

Vanuit allerlei hoeken roept de samenleving ons toe meer te doen aan netwerkoptimalisaties:



Wachttijdvoorspellers die écht kunnen voorspellen verhogen het comfort voor de weggebruiker en bijkomend de roodlichtdiscipline;



snelheidsadviezen blijken zeer handig om het verkeer stoploos door een netwerk te loodsen;

meerdere kruispunten moeten worden gekoppeld omdat ze steeds meer in elkaars invloedssfeer komen te liggen; koppelingen op grote afstand leiden tot een rustiger wegbeeld, waarbij pelotonvorming capaciteitverhogend werkt;



de fietsers willen steeds meer groene golven krijgen én aangekondigd zien;



zeer binnenkort vragen automobiefabrikanten om ultra korte termijninformatie over de eerstvolgende groenmomenten voor hun in-carsystemen; en

vanuit Europa worden ons steeds stringenter eisen opgelegd om de emissies te beperken.

Hoe dachten wij dat alles te realiseren als we blijven vasthouden aan onze lokale regelingen, waarvan we niet eens de cyclustijd vooraf weten? We komen tot het inzicht dat wij niet langer aan al die eisen kunnen voldoen. We zitten met onze handen in het haar. Lokaal alles perfect geoptimaliseerd, maar van een netwerkstrategie is nauwelijks sprake.

### **Ervaringen in het buitenland**

Tegelijkertijd zien wij dat in andere Europese landen veel meer de doorstroming in het algemeen als uitgangspunt wordt gehanteerd, waaraan de lokale regelingen ondergeschikt zijn. Weliswaar regelt men meer met deelconflicten dan in Nederland en de fietsintensiteiten zijn over het algemeen lager of er zijn in ieder geval minder vrijliggende fietspaden dan in Nederland, maar dat verklaart nog niet waarom in Nederland de aandacht voor netwerkgestuurde regelingen zo gering is. Wij zijn in ons denken lui geworden: het verlagen van de cyclustijd heeft bij ons geen prioriteit meer (zie kader "Reflex van de verkeersregeltechnicus"). In het buitenland valt het vooral op dat primair gekozen is voor netwerkgestuurde strategieën, waaraan lokale regelingen ondergeschikt zijn gemaakt. Daarmee bereikt men gemakkelijk coördinaties, groene golven, en het ingrijpen van bovenaf is gemakkelijk te realiseren. En de roodlichtdiscipline is geholpen met de lage cyclustijden (heel vaak minder dan een minuut). Nadelig is dat de beperkte lokale intelligentie leidt tot verkeersregelingen die wij al snel als "ongeloofwaardig" zouden betitelen, hoewel de korte cyclustijden tot de verbeelding spreken. Vooral in de rustigere momenten komt het desondanks voor dat sommige weggebruikers voor hun gevoel onnodig lang voor rood moeten wachten. Dat komt doordat de rustigere kruispunten ondergeschikt zijn aan de maatgevende kruispunten in het netwerk die hun cyclustijd opleggen aan de andere. Een groene golf realiseer je immers alleen maar met een gemeenschappelijke netwerkcyclustijd. Het hogere optimalisatiedoel blijft echter voor de individuele weggebruiker onzichtbaar.

### **Netwerkregelingen in Nederland**

De laatste jaren hebben netwerkgestuurde regelingen ook in Nederland een opmars gemaakt. Daarbij zijn er in het verleden wisselende resultaten geboekt. Dat netwerkprogramma's verkeersafhankelijk kunnen optimaliseren leidde de aandacht onterecht af van de lokale problematiek. Er werd geen lokale intelligentie toegepast om de nadelen te compenseren. Daarnaast is 'netwerkregelen' te vaak geïnterpreteerd als het creëren van groene golven. Maar een goede coördinatie is niet hetzelfde als een groene golf! Perfecte groene golven leiden juist tot capaciteitsverlies van de kruispunten in het netwerk en tot "onnodig" lange individuele wachttijden. Het capaciteitsverlies is er vaak debet aan dat de netwerken vastlopen, hoe goed ze ook op de tekentafel lijken te zijn. Totale congestie is nogal eens het gevolg.

### **Meer voertuigafhankelijkheid in netwerkregelingen**

Netwerkregelingen schrijven echter niet voor dat alle kruispunten dezelfde cyclustijd moeten draaien. Het kán, maar het hóeft niet. Niemand verbiedt het ons onze verworvenheden uit de voertuigafhankelijkheid te benutten voor het modificeren van de van bovenaf opgelegde netwerkstrategieën. Zo is het niet ondenkbaar dat een netwerkstrategie verkeersafhankelijk een bepaald fasediagram voorschrijft. Wél kan lokaal op basis van voertuigafhankelijkheid incidenteel worden besloten het onbenutte groen op een richting af te breken ten gunste van een individuele weggebruiker op een zijrichting of fietspad. Zo wordt de geloofwaardigheid van de regeling verhoogd, maar kan het beleid tóch dynamisch aan knoppen draaien om de netwerkregeling de hogere doelstellingen te laten verwezenlijken. Deze ontwikkeling is momenteel in volle gang. Het heeft er toe geleid dat deze netwerkregelingen, met de achtergrondkennis die is opgedaan door de optimalisatie van de voertuigafhankelijke regelingen, tegenwoordig niet meer onderdoen voor hun lokale voertuigafhankelijke broertjes.

### **Geloofwaardigheid**

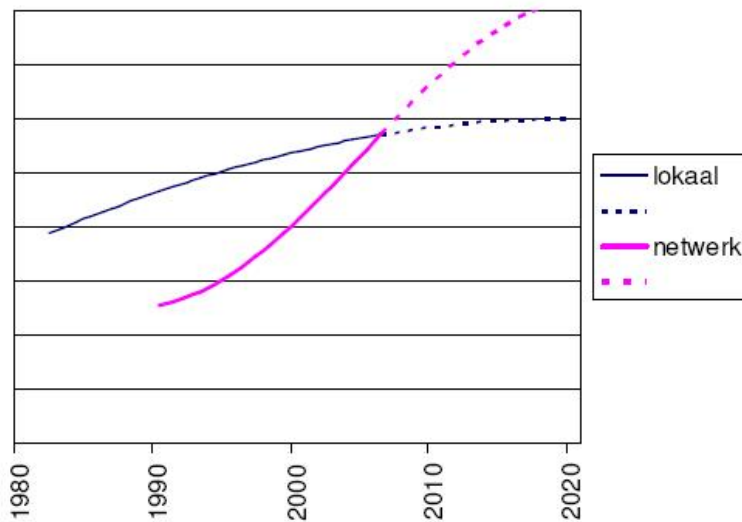
Voorheen werden netwerkregelingen nogal eens terzijde geschoven omdat ze als niet geloofwaardig werden bestempeld. Het lijkt niet mogelijk te zijn weggebruikers ervan te overtuigen dat zij soms moesten wachten voor rood ten behoeve van een algemeen optimalisatiebelang. Bij lokale voertuigafhankelijke regelingen is daar geen sprake van: weggebruikers worden individueel bediend en ervaren beter dat zij niet onnodig voor rood hoeven te wachten. Maar met de integratie van aloude voertuigafhankelijke opties in netwerkregelingen blijken deze laatste nu grote voordelen te verkrijgen. In vergelijking met lokale voertuigafhankelijke regelingen kunnen de nieuwe netwerkgestuurde regelingen:

- grote aantallen regelingen coördineren volgens een real-time optimalisatieformule die continu wordt geëvalueerd;
- vooruitkijken in de tijd waardoor de netwerkregelingen al tot enkele minuten vooraf worden gesynchroniseerd en de groentijdverdeling en de offsets geleidelijk worden gemuteerd.
- glijdend de cyclustijden variëren maar waarbij wel de optimalisatiefunctie blijft behouden, waardoor extreme wachttijden worden voorkomen;
- de afrijcapaciteiten realtime bepalen, waardoor de berekening van de groentijden dynamisch is en zich aanpast aan de actuele omstandigheden;
- rekening houden met de beschikbare opstelcapaciteit, zodat een blokkade van stroomopwaarts gelegen kruispunten onmogelijk is. Door blokkades stroomopwaarts zwaar te laten wegen zal een netwerkregeling bij het real-time wijzigen van de regelingen voorkomen dat dit gebeurt. Daarbij gebruikt de netwerkregeling de actuele intensiteitsmetingen en kan zo verhinderen dat stroomopwaarts gelegen kruispunten teveel verkeer naar andere kruispunten laten stromen;
- snel reageren op intensiteitswijzigingen, waardoor de regelingen beter reageren dan starre coördinaties;
- teruggrijpen op historische intensiteitgegevens, waardoor fluctuaties snel herkend worden;
- zodoende snel reageren op fluctuaties in het verkeersaanbod of routekeuze doordat wijzigingen in de verkeersstromen binnen enkele minuten worden herkend en vanaf dat moment leiden tot bijstelling van de regelingen;
- openbaar vervoer in een netwerk maximaal faciliteren. Lokale regelingen zoals plansturingen in een netwerk hebben de neiging het openbaar vervoer als sluitstuk op de begroting te behandelen. Intelligente netwerkregelingen "kijken" vooruit en proberen de regelingen voor te bereiden door het openbaar vervoer volgens een historisch verwachtingspatroon in de bijgestelde regelingen op te vangen;
- flexibel de optimalisatieformule wijzigen waardoor netwerkregelingen beter als beleidsinstrument kunnen worden ingezet dan lokale regelingen (doelgroepbevordering, wachtrijplaatsing, prioriteitsaanwijzing, bepaalde routes congestievrij houden, etc.);
- en last but not least: lokale ingrepen in de regelingen toestaan die daarmee de individuele vrijheid behouden om incidenteel van het opgelegde fasediagram af te wijken. Daarbij kunnen netwerkregelingen bij de optimalisatie rekening houden met deze lokale ingrepen. Een lokale

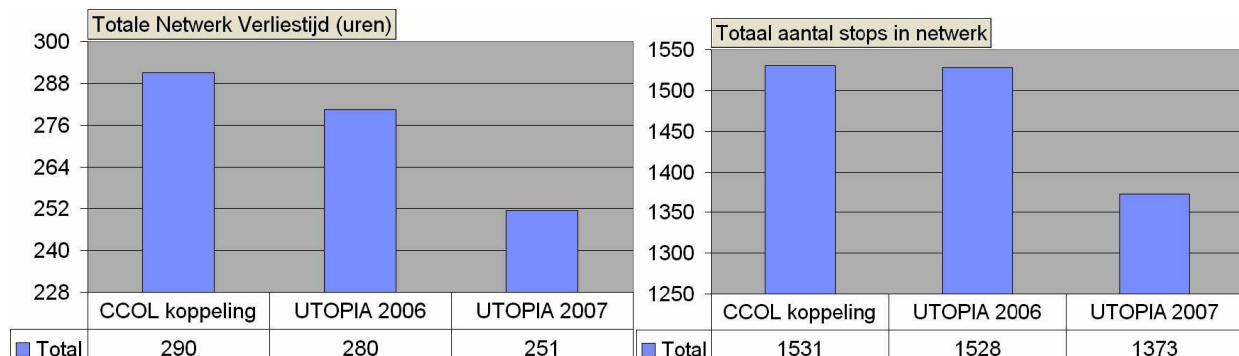
ingreep gaat altijd ten koste van de als optimaal berekende netwerkregeling. Daarom kunnen netwerkregelingen ná de lokale ingreep de regeling zodanig aanpassen dat de gehinderde stromen volgens nieuwe optimalisatieberekeningen beter worden bediend.

### Studieresultaten

Studies naar de verschillen tussen netwerkregelingen en geoptimaliseerde lokale voertuigafhankelijke regelingen wijzen inmiddels uit dat de netwerkregelingen globaal even goed presteren als lokale regelingen, zometert zelfs beter. En dat, terwijl de ontwikkelingen aan netwerkregelingen nog lang niet aan hun eind zijn. Hierdoor zijn netwerkregelingen toekomstvaster dan voertuigafhankelijke regelingen. Grofweg doet zich een volgende ontwikkeling voor:



Recente uitbreidingen aan het systeem Utopia zijn met behulp van simulaties vergeleken met enerzijds de lokale voertuigafhankelijke regelingen en anderzijds de netwerkregeling zónder de voertuigafhankelijke toevoegingen. Daarbij zijn de lokale voertuigafhankelijke regelingen steeds door een onafhankelijk adviesbureau geoptimaliseerd. Hierdoor zijn vergelijkingen goed mogelijk. Bij een project voor Rhenen (knooppunt N225 - N233) zijn deze drie regelmethodes met elkaar vergeleken.

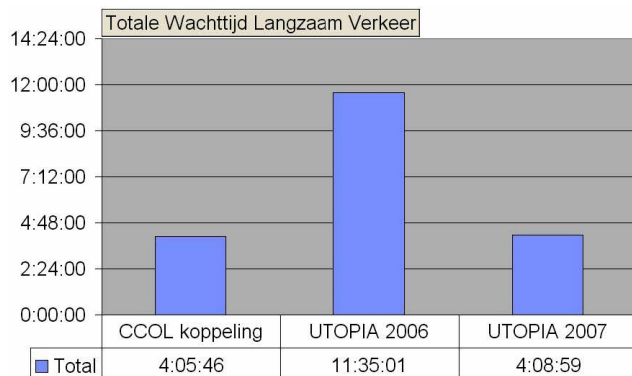


Het blijkt dat de klassieke netwerkregeling (zie kolom "Utopia 2006") enigszins in staat is lokaal tot wachttijdvermindering te komen ten opzichte van de lokaal geoptimaliseerde voertuigafhankelijke regeling. Maar de nieuwe netwerkregeling (zie kolom "Utopia 2007") scoort duidelijk beter, zowel qua verliestijd als het aantal stops in het netwerk. Dat de nieuwe netwerkregeling beter scoort ligt

niet alleen aan het optimalisatiealgoritme, maar ook in de individuele situaties op straat. Wanneer bijvoorbeeld een zware hoofdstroom lange tijd groen toont, kunnen de nieuwe generatie netwerkregelingen alternatieve realisaties in het regelingspatroon voeren, bijvoorbeeld voor het rechtsafslaand verkeer en de parallelle fietsers.

### Langzaam Verkeer

Het langzaam Verkeer was tot voor kort het kind van de rekening bij een netwerkregeling. De netwerkregelingen hadden altijd de neiging de beschikbare tijd vooral te verdelen ten gunste van de hoofdrichtingen van het autoverkeer. Dat had direct nadelige gevolgen voor de wachttijden van het langzaam verkeer. Dit verschijnsel doet zich overigens ook voor bij niet-optimaliserende netwerken, zoals die met signaalplanstructuren. Het langzaam verkeer blijkt met de nieuwe netwerkregelingen bijzonder geholpen te zijn doordat de wachttijd die van de lokale voertuigafhankelijke regelingen benadert.



Duidelijk blijkt uit de grafiek dat het uitbreiden van de netwerkregeling (zie kolom "Utopia 2007") met alternatieve realisaties zoals die in de lokale voertuigafhankelijke regelingen altijd al aanwezig waren, baat heeft. Het langzaam verkeer is daarmee niet meer het kind van de rekening van netwerkregelingen.

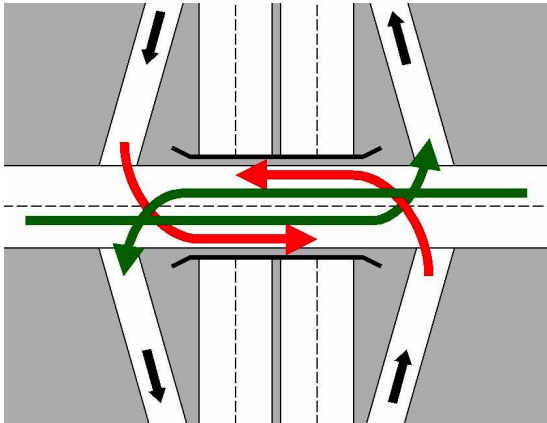
### Conclusie

Lokale regelingen zijn zo langzamerhand wel "uitgeoptimaliseerd". Verbeteringen die nu nog worden aangebracht zijn marginaal en doen niets aan de doorstroming in een groter verband. We konden met de voertuigafhankelijke regelingen natuurlijk altijd al individuele weggebruikers optimaal bedienen, maar nu die mogelijkheden ook in de netwerkregelingen zijn ingebouwd blijken de netwerkregelingen niet meer onder te doen voor hun voertuigafhankelijke tegenpolen. Juist daardoor kunnen de netwerkregelingen nu de sprong voorwaarts maken en daarmee de lokale regelingen overtreffen. Dat is van belang, omdat juist de optimalisatiefuncties van netwerkregelingen nu eindelijk tot hun recht komen en zij hun essentiële bijdrage aan de doorstroming van het verkeer mogen tonen. Al met al hebben netwerkregelingen de beste garanties voor de toekomst. Ze scoren nu al gelijk aan lokale voertuigafhankelijke regelingen, terwijl er nog veel verbeteringen zullen komen, niet in de laatste plaats waar het om optimalisatie op basis van luchtkwaliteit gaat.

\*\*\*\*\*

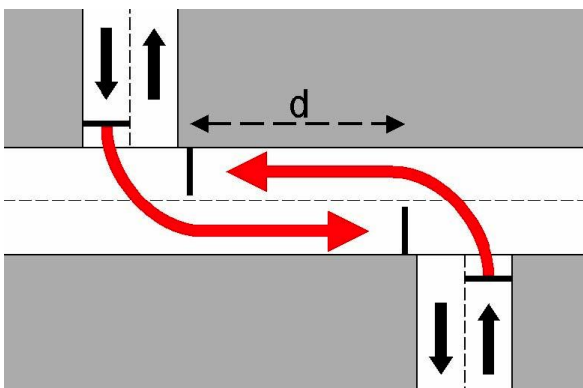
### Reflex van de verkeersregeltechnicus

Stelt u zich een haarlemmermeeraansluiting voor:



Vaak wordt een coördinatie op de linksafslaande richtingen naar de snelweg toe geëist (zie de groene pijlen) en ook op de linksaffers vanaf de snelweg (de rode pijlen). Wanneer in een later stadium de intensiteiten toenemen blijkt de regeling niet zo eenvoudig meer. De richtingen kunnen niet meer gelijktijdig tot het kruispunt toestromen, waardoor er automatisch een inefficiëntie in de regeling ontstaat. Alleen poot-voor-poot regelen zou met het eisenpakket nog toekunnen, maar daarbij schiet de cyclustijd en daarmee ook de wachttijd enorm omhoog. Problemen alom.

Hetzelfde geldt voor een bajonetaansluiting:



Zou het niet verstandiger zijn eerst kritisch naar de eisen te kijken: Waarom zouden bijvoorbeeld de linksaffers 100% stoploos gecoördineerd moeten worden? Het laten varen van die eis heeft vrijwel meteen tot gevolg dat beide linksaffers gelijktijdig groen kunnen worden, waardoor de regeling een fase minder kent en de cyclustijd drastisch omlaag gaat. Dat heeft tot gevolg dat het linksafslaande peloton voertuigen kleiner wordt en daardoor misschien wél probleemloos past in de beschikbare opstelruimte (afstand  $d$ ). En dat alles, terwijl de naloop van beide linksaffers vrijwel zonder stop is gegarandeerd, waardoor de beschikbare opstelruimte niet eens meer zo bepalend is. Maar nu is wél bereikt dat de cyclustijd omlaag kan en daardoor is de wachttijd voor iedereen

lager. Dat is een veel prettigere regeling en de acceptatiegraad zal zeker hoger liggen. Maar helaas: we durven het niet meer.

Hans van Meurs, Peek Traffic bv