

## Metten is weten

ing. Stijn Goossens  
*Chief traffic Data Collection*  
*FLOW nv*  
*Technologiepark 12 B*  
*9052 Gent*

### **Samenvatting**

Verkeersmetingen liggen aan de grondslag van de Verkeerskunde. Data kan op allerlei manieren verzameld worden, maar met welke kwaliteit? Door jarenlang onderzoek en fundamentele aanpassingen is de telslang hipper dan ooit. Ze kan ook quasi overal gebruikt worden om, uiterst kwalitatief, parameters van de verkeersstroom in kaart te brengen. Doorsnedetellingen, oversteekbaarheidsmetingen, kruispunt- en rotondetellingen (HB-matrices bij niet al te grote verkeersdrukte), reistijden (in gesloten secties), filemetingen (karakteristiek), emissiemetingen (onderscheid mogelijk tot 35 types van voertuigen), ... zijn tegenwoordig allemaal, met hoge kwaliteit, mogelijk. Door het objectiveren van gevoelens en het kwalitatief en kwantitatief weerspiegelen ervan, kan zo een zeer diepgaand inzicht in de verkeersstroom bekomen worden. Voorzichtigheid is echter geboden, daar bij onvoldoende kennis of motivatie, de kwaliteit sterk zal terugvallen. De aflevering van heel summere gegevens zijn dan ook vaak ter verdoezeling van niet gehaalde of beperkte kwaliteit.

### **Trefwoorden**

Verkeersmetingen, Telslangen, Randvoorwaarden, Parameters, Kwaliteit

## **1. Achtergrond**

De gehele leer van de Verkeerskunde is eigenlijk gestoeld op modellen en theorieën die verkeersmetingen als input gebruiken. Objectieve en waardevolle data is dan ook onontbeerlijk om niet te verzeilen in complexe discussies waar de “fundering” van een project ter discussie staat.

Om een beter inzicht te krijgen in die fundamenteën, de verkeersmetingen, ben ik reeds meer dan 10 jaar actief in onderzoek naar verkeersmetingen in het algemeen en het gebruik van telslangen in het bijzonder. Door terreinervaringen, onderzoek in samenwerking met de Industriële Hogeschool KaHo St-Lieven – Vakgroep Automatisering, onderzoek samen met industriële partners uit binnen- en buitenland en veelvuldige, uitgebreide terreintesten, ... kon baanbrekend werk verzet worden. Deze inspanningen werden dan ook bekroond met de SPITSprijs 2009 op het Vlaams Innovatiefestival. Overstappende van de Vlaamse Overheid naar de firma FLOW nv, actief in de wereld van verkeersmetingen en verkeerssturingen, kan onderzoek verder uitgebouwd worden in onafhankelijkheid van fabrikanten of methodes. In dit kader wil ik dan ook dieper ingaan op de wonderde wereld van verkeersmetingen.

## **2. Waarom meten**

Elke studie, elk model, elke analyse met betrekking tot mobiliteit, bereikbaarheid, economische of ecologische impact, ... zal zich baseren op het fundament van de verkeersmetingen. Hoe meer aannames en hoe meer buikgevoel, hoe meer het fundament zal afbrokkelen en de uiteindelijke beslissing ter discussie zal komen te staan. Dit zal niet enkel het draagvlak van een project aantasten, maar kan ook de kans op negatieve gevolgen op het eindresultaat van projecten verhogen. Een herinrichting die niet voldoet en/of files tot gevolg heeft, zal niet enkel een economische kost, maar eveneens ook een ecologische en sociale kost genereren. Op termijn kan dit zelfs resulteren in de noodzaak voor een structurele aanpassing of heraanleg wat de kostprijs van het uiteindelijke project torenhoog doet oplopen.

## **3. Impact van kwaliteit**

“Meten is weten”, is een zeer aantrekkelijke slogan, maar die niet blindelings mag gevolgd worden. Zo zal elk meetsysteem cijfertjes, zwart op wit, genereren. De automatische reflex naar de correctheid ervan bestaat vaak niet of niet voldoende. Om te beginnen heeft elk meetsysteem haar eigen voor- en nadelen. Zo zijn er naast de randvoorwaarden, intrinsiek verbonden aan het meetsysteem en de producent ervan, ook heel wat projectmatige factoren, als zijnde: de opstelling, weersomstandigheden, locatie, tijdstip, samenstelling van het verkeer, snelheid, ... .

Om de kwaliteit te kunnen bewaken is het dan ook belangrijk dat elke meting verifieerbaar en consistent is. Manuele verwerkingen, zonder de opslag van beeldmateriaal en verwerking op aangepaste snelheid en visuele hulpmiddelen, is dan ook de mooiste vorm van schijnkwaliteit. Door de beperkte duur van de steekproef is de variantie op de werkelijkheid reeds hoog. In combinatie met de persoonlijke factoren: motivatie, tijdsduur, verkeersdruk, weersomstandigheden, ... zal de kwaliteit nog verder dalen tot wanneer er cijfers bekomen worden waarbij de afwijking en onzekerheid zo hoog oplopen dat alles en niets kan bewezen worden. De ideale voedingsbodem voor oneindige discussies en een beschadigd draagvlak.

Elke kwalitatieve meting vraagt dan ook:

- Best passende meetmethode
- Op de meest ideale meetlocatie
- Doorgedreven kennis van de gebruikte materialen en methode
- Voldoende grote steekproef
- Representatieve periode
- Verifieerbaarheid
- Beheersbare en aangepaste algoritmes

Het besef dat cijfers, zwart op wit, niet heilig zijn, is een cruciale stap in de aanmaak van een solide, verkeerskundige fundering.

#### **4. Overzicht meetsystemen**

Veruit het grootste probleem bij het verzamelen van data, is het feit dat men soms beschikt over een aantal toestellen die men, kost wat kost, wil inzetten. Hierdoor worden meetsystemen gebruikt die van oorsprong niet bedoeld waren om die bepaalde parameters aan te leveren, met het nodige kwaliteitsverlies tot gevolg. Een ongebonden keuze uit een waaier van meetmaterialen en meetmethodes is dan ook essentieel bij elk verkeersonderzoek.

Het hoeft geen betoog dat elk meetsysteem zijn specifieke voor- en nadelen heeft. Bij informatie op het internet of in de brochures van de producenten zal men hoofdzakelijk de voordelen benadrukken en de nadelen weinig of niet aanhalen. Daar de opzet van een producent de verkoop is van haar installaties, zullen zij ook de nauwkeurigheden aangeven in ideale omstandigheden. Vaak in schril contrast met de realiteit (weersomstandigheden, specificaties van de verkeersstroom, omgevingsfactoren, uitvoeringsparameters...).

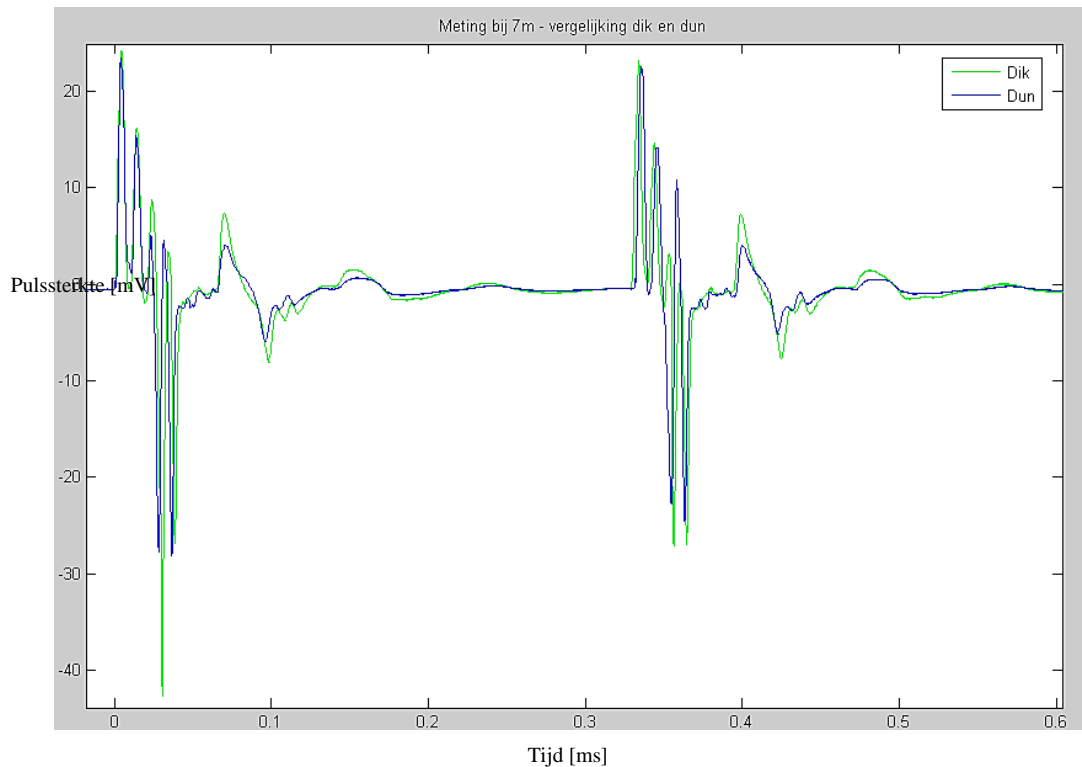
#### **5. De oude telslang**

Het meten met telslangen is een methode waarbij door indrukking van holle rubberen slangen, drukgolven ontstaan. Dit ingewikkeld patroon van drukvariaties zal uiteindelijk herleid worden tot een pulsentrein waarop classificatie van de voertuigassen zal toegepast worden.

De rubberen telslang is al vele jaren oud en daarom door velen ook als voorbijgestreefd gecatalogeerd of zo in de picture gezet. Uit onderzoek is echter gebleken dat, rekening houdende met de evoluties van de laatste jaren, deze telslang hipper en moderner is dan ooit. Dankzij wetenschappelijk ondersteund onderzoek (KAHO St-Lieven – Vakgroep Automatisering) en in samenwerking met o.a. de firma Digiconcept (fabrikant slangtellers) kon er in alle mogelijke verkeerssituaties een diepgaand en gedetailleerd beeld verkregen worden van de problemen en de oorsprong van deze problemen. Uiteindelijk resulteerde dit in gepatenteerde verbeteringen en innovaties op meerdere vlakken met onafhankelijk bewezen kwaliteit. De innovatieve realisaties bevinden zich in:

##### **A. Gebruikte materialen: telslangen, verankeringen, detectoren**

Het gebruik van de juiste rubbersamenstelling speelt een enorm beïnvloedende rol op de pulsforming en dus ook de meting. Samen met deze samenstelling gaat ook de diameter van de telsingang bepalend zijn voor de geproduceerde geluidsdruk als voor de pulsforming en de duurzaamheid van de opstelling. In onderzoek met internationale producenten zoals Saint-Gobain en Rustin, werd dan ook gezocht naar de gulden middenweg tussen de tegenstrijdige eisen. Zo werd een telsingang bekomen die met 1 diameter zowel inzetbaar is voor voertuigen als voor fietsers en dit met een minimale geluidsoverlast en maximale duurzaamheid.

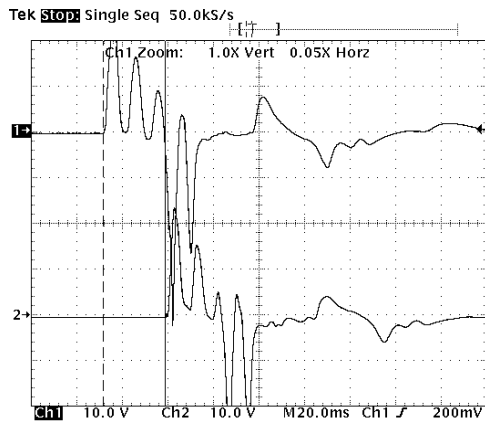


*Grafiek: Pulsforming bij dikke en dunne telsingang van 7m lengte*

Bovenstaande grafiek laat het verschil in pulsforming zien bij een telsingang van zeven meter lengte met buitendiameter 12 en 15 mm. Zoals kan opgemerkt worden is er een verschil dat zal groeien in functie van de snelheid en de lengte van de telsingang. Dit kan ervoor zorgen dat pulsen die normaal als ruis zouden moeten weggefilterd worden, toch als “puls” zal herkend worden. Onder andere dit probleem geeft al direct aan dat zelfs voor een “eenvoudige” intensiteitsmetingen steeds een volledige asclassificatie noodzakelijk is.

Naast de rubbersamenstelling zijn de gebruikte verankeringen een vaak onderschatte parameter. Deze hebben namelijk een grotere functie, dan louter de telsingang op haar plaats te houden. Zo moeten ze eveneens ook de karakteristieken van de pulsforming positief beïnvloeden. In de markt zijn er speciale klemmen te vinden (cfr. Saint-Gobain) die een absolute meerwaarde vormen door onder andere: de tussenafstand te bewaken, de langse verplaatsing te dempen, de pulsforming positief te beïnvloeden en de veiligheid te garanderen bij het doortrekken van de slang.

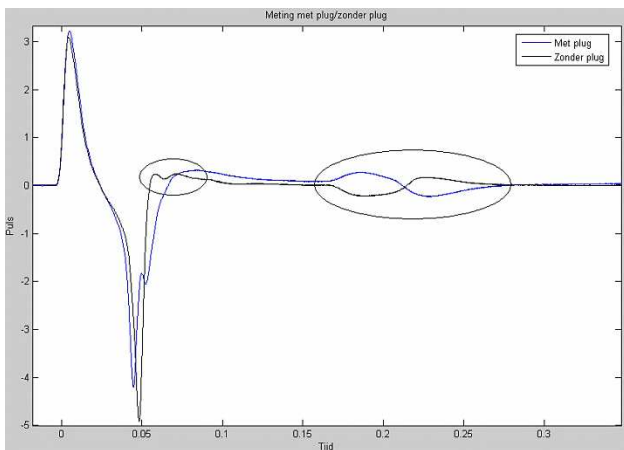
De gebruikte detectoren in het toestel, inclusief een heleboel parameters als lengte telsingang, type telsingang, afstand tot de teller, ...) bepalen dan weer het aantal weerhouden pulsen uit het geheel van effectieve pulsen, volgpulsen, reflectieve pulsen en fantoom pulsen.



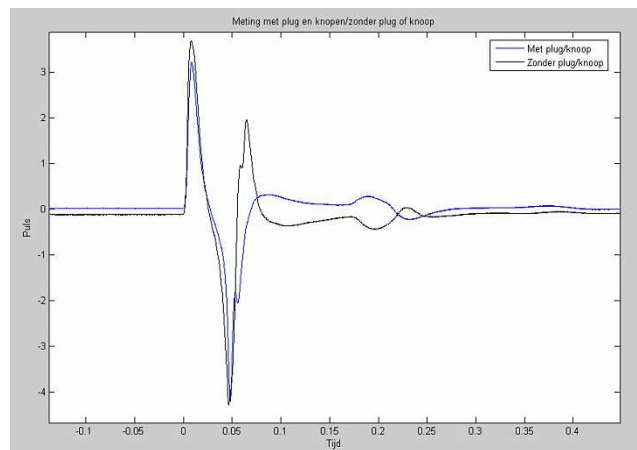
*Grafiek: Gewone pulsforming op 2 evenwijdige slangen, loodrecht op de as van de weg*

## B. Plaatsingsvoorwaarden

Het plaatsen van telsingen over de weg lijkt misschien heel eenvoudig, maar vraagt kennis van heel wat randvoorwaarden. Zo is de bepaling van de exacte locatie van groot belang op de resulterende kwaliteit. Ook het gebruik van 1 of meerdere knopen, het gebruik van het aantal toestellen, het aantal rijstroken, spoorvorming, snelheidsprofiel, schuinheid, ... spelen allemaal een belangrijke rol op de pulsforming en het aantal pulsen. Hierdoor is er automatisch ook een grote invloed op de pulsverwerking en de uiteindelijke kwaliteit van de meting. Gekwalificeerd en gemotiveerd personeel is dan ook van zeer groot belang. De tijden van “we gooien een telsing over de weg” zijn definitief voorbij.



*Grafiek: Pulsforming 1 slang, loodrecht op de as van de weg, met/zonder plug*



*Grafiek: Pulsforming 1 slang, loodrecht op de as van de weg, met/zonder plug en knoop*

Bovenstaande grafieken laten duidelijk zien wat de gevolgen zijn van het al dan niet plaatsen van knopen en of pluggen (dempers) in de telsingen. De pulsforming zal geheel anders verlopen en zoals in bovenstaand voorbeeld te zien is, zal de pulsform zelfs omkeren en een tweede piek in het positieve spectrum realiseren. Net deze tweede piek kan de ruisdrempel overschrijden en een zogenaamde “as” detecteren of kan anderzijds aanleiding geven tot samengestelde golven die de ruisdrempel zullen overschrijden en zo detectie uitlokken. Een kwalitatieve meting vraagt dus ervaring, kennis, inzicht, creativiteit en de nodige tijd.

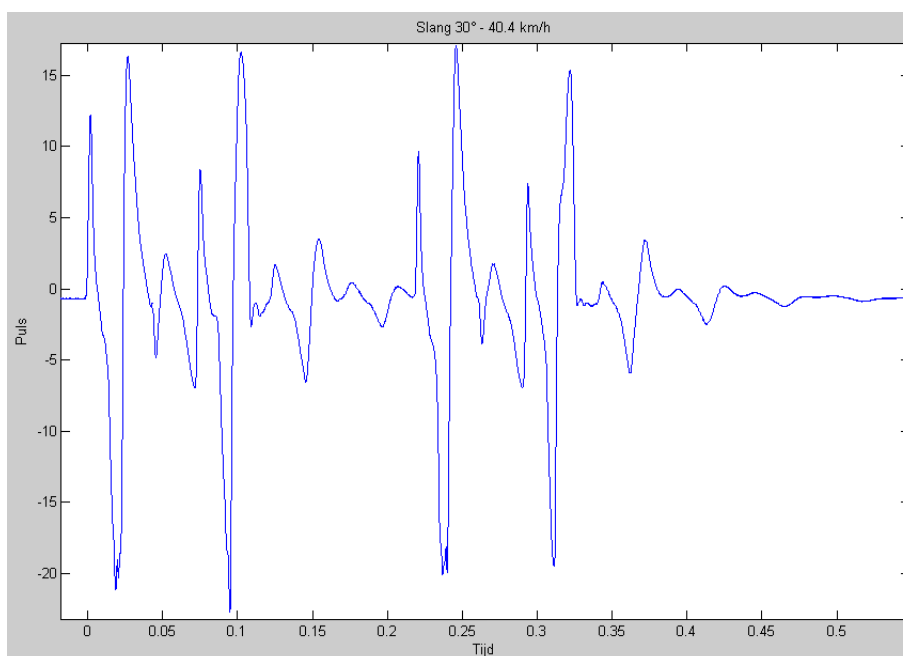
### C. Pulsverwerking

De belangrijkste schakels in het tellen met telslangen zijn de gebruikte algoritmes. Omdat dit vaak black boxes zijn van de producenten, ontwikkelden we eigen algoritmes die in totaal meer dan 15 verschillende controles uitvoeren op de ruwe data. Op die manier zijn al onze metingen niet enkel onafhankelijk van de producent, maar behouden we gedurende het gehele proces ook inzicht en controle over de gemaakte keuzes.

Indien eigen algoritmes niet mogelijk zijn, is het belangrijk om de afweging te maken tussen uitgebreid testen voor de aankoop en opleiding van het personeel of het laten uitvoeren door gespecialiseerde bedrijven.

#### 6. Gewoon meten: > 99,7% nauwkeurig

De perceptie leeft nog steeds dat men met een gewone (intensiteits)meting niets verkeerd kan doen. Uit alle onderzoek is gebleken dat een telslang heel nauwkeurig kan zijn, op voorwaarde dat deze op de juiste manier geplaatst en verwerkt kan worden. Een simpele telling met 1 telslang (gewoon het aantal assen gedeeld door 2) is niet zo simpel als velen dan ook denken. Niet enkel de loodrechtheid van de telslangen op de as van het voertuig zal een grote rol spelen, maar ook de snelheid waarmee de wielen over de telslang komen. Zo kan elk wiel ofwel geen pulsen ofwel 1 of 2 tot zelfs 3 pulsen genereren. Dit kan opgevangen worden door een hoog kwalitatieve voertuigclassificatie waardoor de pulsentrein opnieuw quasi perfect kan samengesteld worden. Op basis hiervan kan dan een betrouwbare intensiteitsmeting (al dan niet in PWE) verkregen worden. Metingen met 1 telslang zijn kwalitatief gezien dan ook geen optie meer.

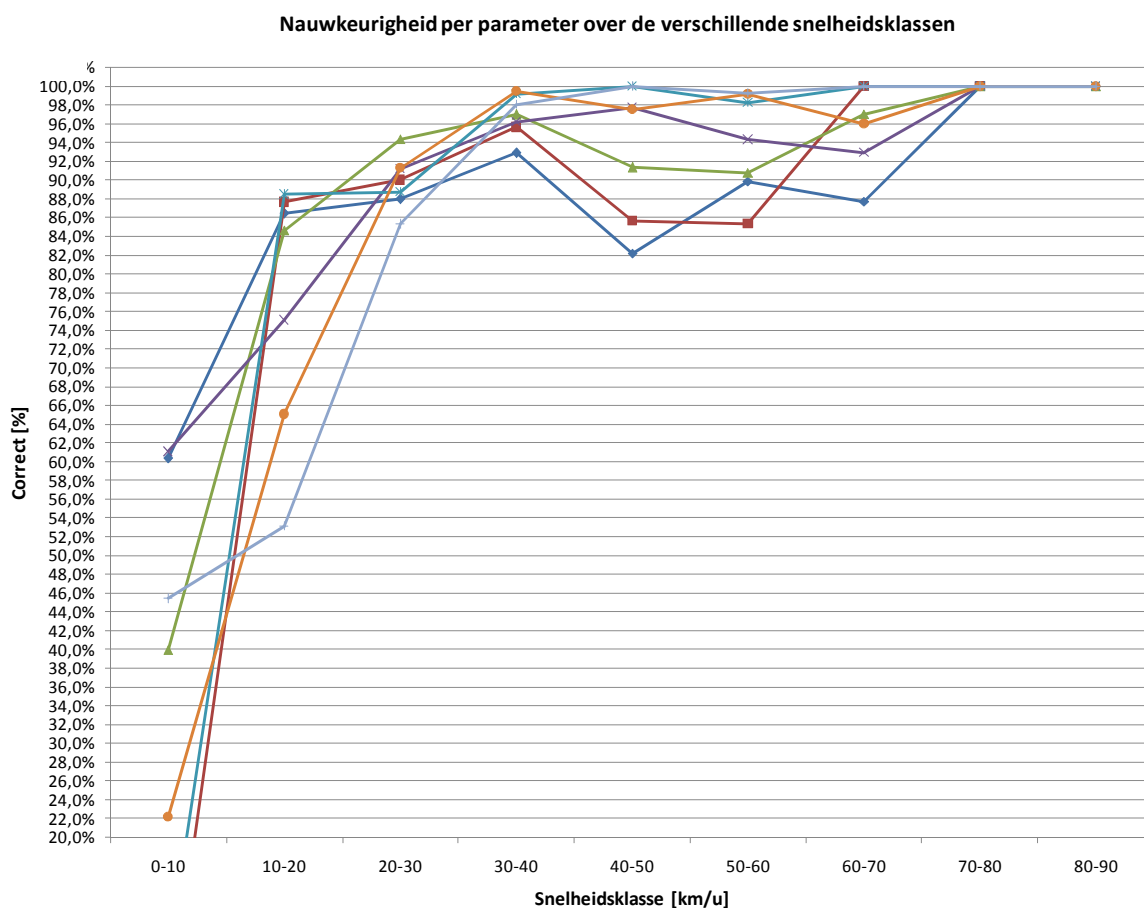


Grafiek: Pulsvorming 1 slang, onder 30° tov de loodrechte op de as van de weg.

#### 7. Classificatie en snelheid: > 97% nauwkeurig

Algemeen stelt men steeds dat telslangen enkel kunnen werken bij snelheden boven de 20 Km/h én op voorwaarde dat de snelheid niet sterk dynamisch is tijdens de passage van een voertuig. Deze problematiek hebben we dankzij een zeer diepgaande en jarenlange studie kunnen oplossen. Door middel van een dynamische parametrisering (gepatenteerd samen met de academische wereld en de bedrijfswereld) speelt de snelheid geen echte invloed meer. Enkel bij een stilstand over de slangen zal het niet mogelijk zijn om een korte asbasis van een lange te onderscheiden. Wel is het mogelijk om voertuigen opnieuw samen te stellen en te klasseren. Op een studie met meer dan 10.000 voertuigen in moeilijke omstandigheden (80% van de tijd file, veelvuldige stop & go en 15% zwaar verkeer) kon een nauwkeurigheid naar 16 types van voertuigen gehaald worden van 97%. De kwaliteit van de gebruikte algoritmes is hierbij van zeer groot belang.

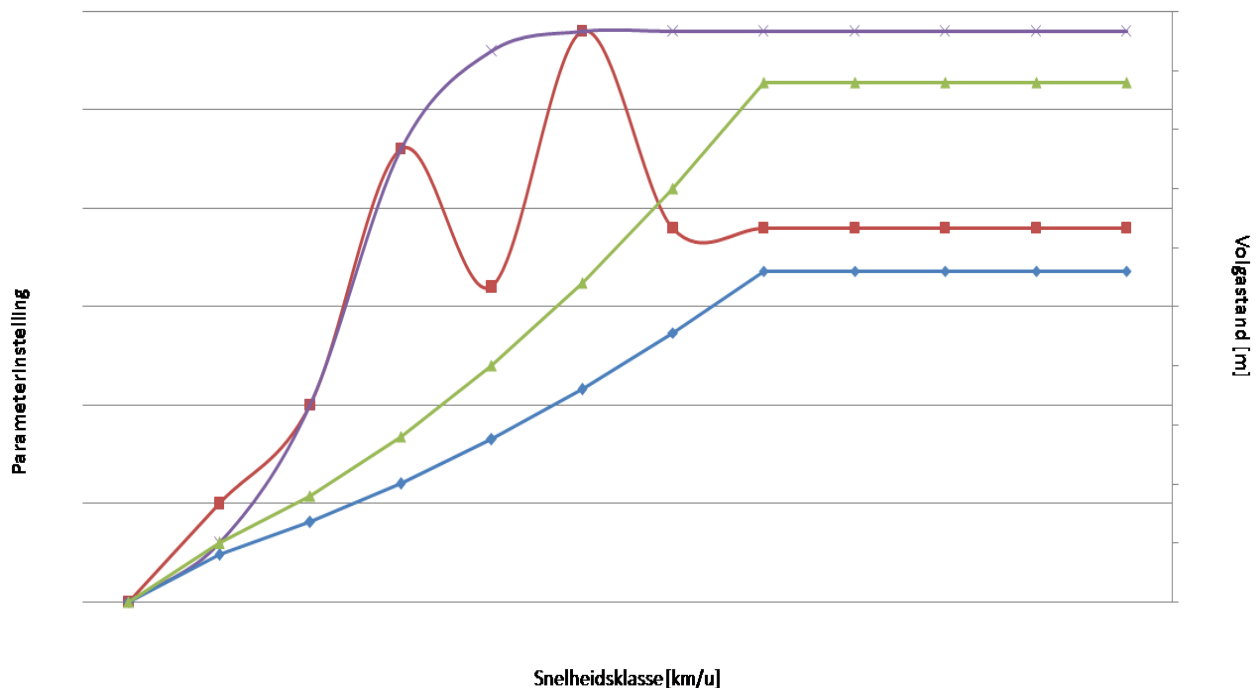
De classificatie kan eigenlijk nog verder uitgebreid worden en zodoende een zeer goede basis vormen voor milieustudies waarbij het type van voertuig en zijn bijhorende parameters van nog groter belang zijn. Ook het onderscheid tussen vrachtwagens, autocars en bussen van het openbaar vervoer kunnen, indien noodzakelijk, gemaakt worden.



*Grafiek: Nauwkeurigheid van verschillende statische parameters ifv de snelheid*

Bovenstaande grafiek geeft de nauwkeurigheid aan van een meting met verschillende statische parameters. Hieruit blijkt al meteen de lagere nauwkeurigheid onder de 30 Km/h. Velen vergeten echter dat rond de 50 Km/h ook een nauwkeurigheidswaarde bestaat. Wat al meteen aangeeft dat, ongeacht welke statische parameter men ook gebruikt, de kwaliteit sterk onder druk komt te staan.

Om dit probleem te verhelpen werd, zoals hieronder aangegeven, een dynamische parameterset ontwikkeld. Dit, in combinatie met verfijnde algoritmes, zorgt ervoor dat zeer hoge nauwkeurigheden, in quasi alle omstandigheden kunnen gehaald worden.



Grafiek: Parameterinstellingen volgens snelheidsklassen

### 8. **Bezetting, volgtijd, volgafstand, veiligheid, oversteekbaarheid, leefbaarheid, ... : > 97% nauwkeurig**

Het doel van metingen is het fundamenteel beschrijven van de verkeersstroom. Daarbij gaat men steeds terugvallen op de fundamentele diagrammen van de verkeerskunde waarin snelheid, bezettingsgraad en capaciteit met elkaar verbonden zijn. Om echter een goede bezettingsgraad te kunnen bepalen, moet er een zeer goede classificatie kunnen gebeuren. Anders gaan er teveel foutieve waarden de kwaliteit enorm beïnvloeden. Door koppeling aan de volgtijd en volgafstand tussen de voertuigen ontstaat er meteen ook een controle op de kwaliteit. Zo kan men bijvoorbeeld objectief gaan bepalen hoe de verkeersstroom aan een verkeerslicht nu werkelijk verloopt: Hoeveel voertuigen kunnen er bij 1 cyclus verwerkt worden? Wat is de tussenafstand en de volgtijd? Gaat de verlenging van de groentijd misschien verloren door te grote volgafstanden? Objectiveren van het probleem is het voornaamste doel van kwalitatieve metingen.

Bij een weg met een verhoogd aantal ongevallen zal men vaak de snelheid als schuldige aanwijzen. Maar zelfs een correcte V85 zegt nog niet direct iets over de volgafstand van de voertuigen. Wanneer deze laatste te klein is, zal niet enkel de alertheid van de bestuurder, maar ook de stroefheid van de weg, de technische werking van het voertuig, ... optimaal moeten zijn om ongevallen te vermijden.



Onderstaande grafiek geeft bijvoorbeeld aan hoe een telsing een zeer gedetailleerd snelheidsprofiel kan genereren. Belangrijk hierbij is dat ook bij lage snelheden de voertuigclassificatie en de asbepalingen quasi perfect gebeuren. De dikke, blauwe lijn is de V85 en de parameter die meestal gebruikt zal worden bij analyse. Merk op dat in onderstaand voorbeeld de fileproblematiek eigenlijk reeds aanvang nam rond 14u30. De toenemende drukte, rond 16u00, deed dan de file explosief groeien. Op basis van de V85 gaat men weinig of geen rekening houden met de opstartende problemen vanaf 14u30, daar waar een snelheidsprofiel dit wel detecteerbaar maakt. De telsing zal dus ook hier een objectief en genuanceerd beeld kunnen vormen.

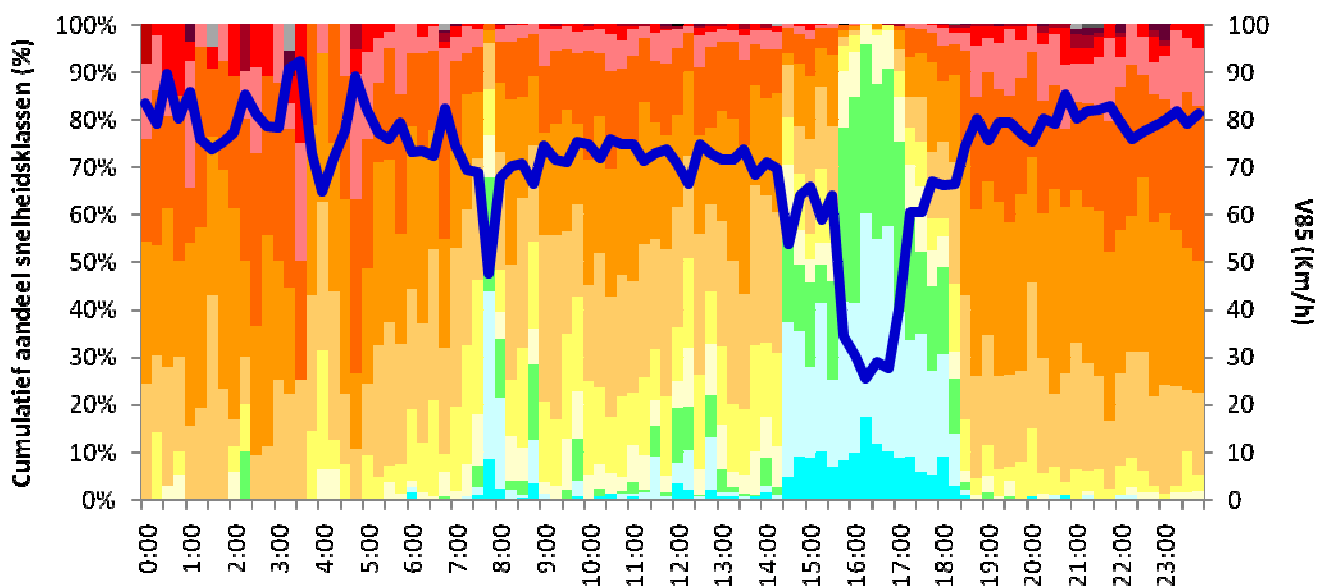
## 9. Reistijd, HB, File

### Snelheidsprofiel

per 15 minuten

Door een extreem hoge

nauwkeurigheid bij de



voertuigclassificatie en de

parameters verbonden aan het voertuig,  
hetzelfde voertuig opnieuw te gaan

Tijdstip

ontstaat nu ook de mogelijkheid om  
herkennen binnen een gesloten



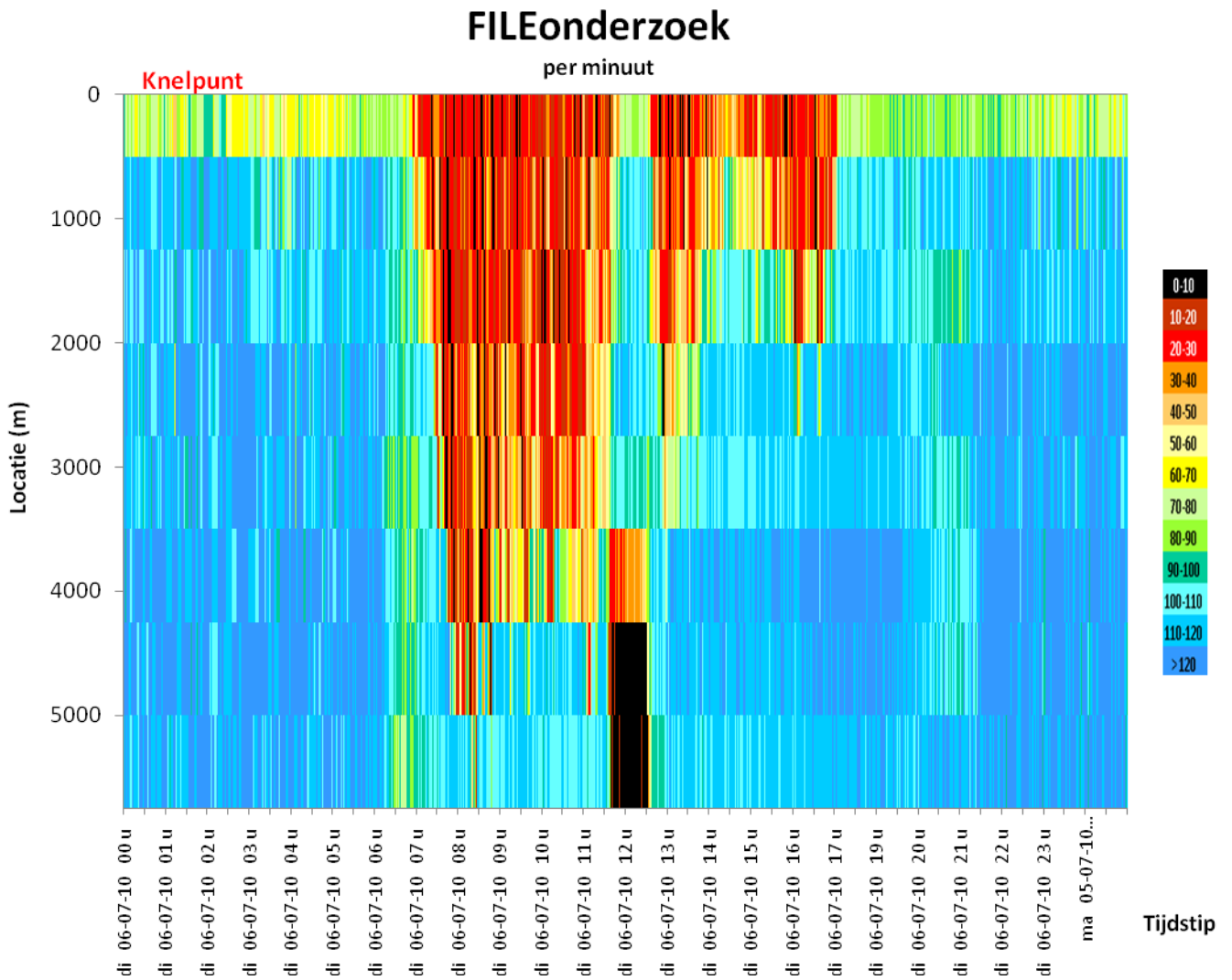
sectie (beperkte inhaalbaarheid) of binnen een kruispunt met niet al te hoge intensiteiten.

Deze herkenning zal gebeuren op basis van verschillende, opmeetbare parameters die specifiek verbonden zijn aan de voertuigen. Hierdoor kan naast een volledig gedetailleerde meting van de verkeersstroom ook de reistijd en de HB-matrix gevormd worden. Iets waar andere systemen vaak maar 1 van beide kunnen of zelfs niet zo gedetailleerde informatie kunnen verschaffen.

In onderstaand voorbeeld wordt er een file in een bepaalde zone in kaart gebracht. Hierbij wordt om de x aantal meter een telsing geplaatst en alle opeenvolgende zones aan elkaar gekoppeld. Hoe donkerder de kleur, hoe ernstiger de file. Op die manier kunnen telsing, zelfs al zijn ze in een file geplaatst, een kwalitatief inzicht genereren op de volgende parameters van de file:

- Start en Stop van de file = Tijdsduur
- Ernst van de file = Economisch en ecologisch aspect

- Zwaarte van de Stop & Go effecten = Veiligheidsaspect
- Aangroeiensnelheid van de file
- Oplossnelheid van de file
- Eventuele ongevallen en de afwikkeling ervan
- De impact van eventuele “blokken” van verkeer ten gevolge van vrachtwagens, tractoren, ...



## **10. De hippe telslang**

De tijd dat telslangen dus enkel konden gebruikt worden voor verkeersstromen zonder congestie en bij snelheden van 20 Km/h en meer, is gelukkig al lang voorbij. Vooral daar de te onderzoeken situaties vaak net gelegen zijn op congestieve zones, aan kruispunten of rotondes, op plaatsen waar de voertuigen net optrekken of vertragen, ... . Door gebruik te maken van intelligente algoritmes en heel wat parameters die verbonden zijn met de pulsen van de voertuigen, kan quasi overal en altijd gemeten worden. Dit met een kwaliteit die zelfs hoog genoeg is om elk voertuig apart te gaan identificeren waardoor reistijden en HB-matrices (binnen bepaalde grenzen) tot de mogelijkheden behoren. Hierdoor worden telslangen inzetbaar voor:

- Doorsnedetellingen
- Oversteekbaarheidsmetingen
- Kruispunttellingen: HB (voor niet al te drukke (ongeregelde) kruispunten)
- Rotondetellingen: HB (voor niet al te drukke rotondes)
- Reistijden (in gesloten secties met beperkte kans op inhalen)
- Filemetingen (inclusief karakteristiek van de file)
- Emissiemetingen (onderscheid mogelijk tot 35 types van voertuigen)

## **11. Besluit**

De telslang is nog nooit zo hip geweest om uiterst kwalitatieve parameters van de verkeersstroom in kaart te brengen. Door het objectiveren van gevoelens en het kwalitatief en kwantitatief weerspiegelen ervan, kan een zeer diepgaand inzicht in de verkeersstroom bekomen worden. Voorzichtigheid is echter geboden, daar bij onvoldoende kennis of motivatie, de kwaliteit sterk zal terugvallen. De aflevering van heel summiere gegevens zijn dan ook vaak ter verdoezeling van niet gehaalde of beperkte kwaliteit.

***“Meten is weten ...  
als je weet hoe je meet”***

Referenties:

- Industriële Hogeschool KaHo St-Lieven – Vakgroep Automatisering [B]
- Digiconcept sa [B]
- Saint-Gobain – Rubber products [F]
- FLOW nv [B]

Publicaties:

- “Verkeerstellingen met slangdetectie”; KAHO St-Lieven [B]

- “Verkeerstellingen met slangdetectie: onderzoek naar nieuwe meet- en classificatiemethodes”; KAHO St-Lieven [B]
- “Verkeerstellingen met slangdetectie : Analyse van de performantie van de tellersoftware”; KAHO St-Lieven [B]
- “Detectie van voertuigassen met behulp van inductieve lussen”; KAHO St-Lieven [B]
- “Metten in Vlaanderen”; Vlaamse Overheid – Vlaams Verkeerscentrum [B]
- “Digiway, het registreren van het wegverkeer”; Digiconcept [B]
- “Cyclist counter”; Ecocounter [F]
- “Handboek verkeersonderzoek”; CROW [NI]
- “Traffic Detector Handbook”; Federal Highway Administration [US]
- “Observatorium voor de verkeersveiligheid: richting geven aan het verkeer”; BIVV [B]