

Bijlage 1 Onze sensoren

Bij onze metingen maken wij gebruik van een grondradar én een gammaspectrometer. Die laatste, daar zijn we uniek mee in Nederland. Wij gebruiken de twee verschillende sensoren om de opbouw en de samenstelling van de weg in beeld te brengen. Met de grondradar meten we direct de dikte van het asfalt. Met de gammaspectrometer krijgen we, door aanvullende informatie over de variatie in soorten steenslag en de overgang in wegconstructies, inzicht in de geschiedenis van de weg.



Figuur 1 Meetopstelling van het rijdende meetsysteem met de gammaspectrometer (in de bus) en de grondradar.

Grondradar

De grondradar zendt een elektromagnetisch signaal uit. De (plaatselijke) laagovergangen in de weg reflecteren dit signaal en deze reflecties worden gemeten. Voorbeelden van laagovergangen zijn bijvoorbeeld asfalt/fundering, fundering/zand, zand/ondergrond maar ook een plaatselijk laagovergang bijvoorbeeld asfalt/lucht (wat een scheur of onthechting inhoudt).

Om goede informatie over de opbouw van het asfalt en opbouw van de fundering te krijgen is het van belang om een grondradar met een goede frequentie te gebruiken. Deze frequentie, uitgedrukt in MegaHertz (MHz), bepaalt hoe diep of hoe nauwkeurig we kunnen meten. Voor het onderzoek maken wij gebruik van 2 radarsystemen: een IDS 400/900 MHz antenne en een IDS 2000 MHz antenne. De 400/900 MHz antenne heeft een dieptebereik van ongeveer 2 meter en is bij uitstek geschikt om fundering en de ondergrond in beeld te brengen. Informatie over de dikte en opbouw van het asfalt is met deze frequentie radarantenne minder goed in beeld te brengen. Met de 2000 MHz radarantenne kan heel nauwkeurig de dikte van het asfalt worden bepaald en kunnen zelfs laagovergangen in het asfalt worden gemeten.

Naast het rijdend systeem beschikken wij ook over een model “kinderwagen”. Dit systeem wordt vooral ingezet op lastig te bereiken/ meten locaties. In (Figuur 2) is dit systeem weergegeven.



Figuur 2 Lopend voortbewogen meetsysteem

Gammaspectrometer: de Geschiedeniskaart van de weg

De weg door de jaren heen (aanleg en onderhoud)

Een netwerk van wegen is nooit in één keer aangelegd. Vaak bestaat een wegennetwerk uit wegen die in verschillende fasen van de ontwikkeling van een stad of gebied zijn ontstaan. Wegen worden in beginsel aangelegd met een specifiek doel. Na verloop van tijd verandert de omgeving rond deze wegen, waardoor de functie van deze wegen anders wordt. Er worden bijvoorbeeld afslagen aangelegd, een kruising verandert in een rotonde of er vinden verleggingen plaats. Daarnaast vindt ook vaak nog regulier onderhoud plaats in de vorm van plaatselijke reparaties of (deel) reconstructies of overlagingsen.

Deze aanpassingen worden vaak in verschillende perioden en door verschillende aannemers uitgevoerd. Doordat aannemers vaak eigen asfaltcentrales hebben, met ieder een eigen inkoop van grondstoffen, of omdat andere eisen over bijvoorbeeld stroefheid of eisen aan het wegtype gelden, zijn er vaak verschillende asfaltmengsels op dezelfde weg toegepast.

De opbouw van wegen kan daarom erg complex zijn. Soms is de geschiedenis van deze opbouw bekend bij een (oud) wegbeheerder of een lokale uitvoerder of kan de aanleggeschiedenis uit oude bestekken worden gehaald. In veel gevallen zijn deze bestekken echter niet gearchiveerd en ontbreken as-built tekeningen. Onze ervaring leert dat in 99 van de 100 gevallen deze informatie niet beschikbaar is.

Om de weg beter te begrijpen en vervolgens goed te beheren is het echter wel van belang om deze geschiedenis te begrijpen. Hierdoor kan de **onzekere factor** van de bestaande weg en de ondergrond **zeker** worden gemaakt.

Met onze gammaspectrometer brengen wij deze geschiedenis van de weg in beeld.

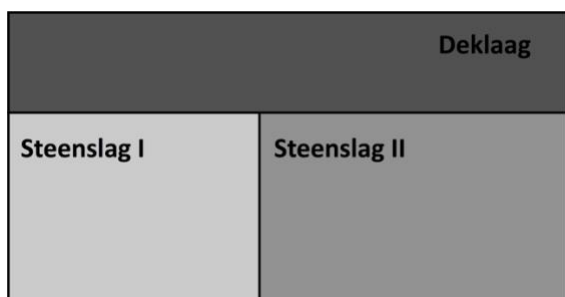
De Gammaspectrometer en de steenslagwaarde

Zoals de zon licht uitstraalt, zendt de weg radioactieve straling uit. Deze straling is niet gevaarlijk en we worden er de hele dag door omringd. Niet alleen door straling uit de weg, maar ook door straling uit de bodem of door het beton uit muren.

Radioactieve straling is alleen met een speciaal apparaat waar te nemen. Vergelijk het met radiogolven, zonder een radio is het geluid niet te horen. De gammaspectrometer is een sensor die deze van nature voorkomende radioactieve straling in het steenskelet van het asfalt meet. Bij onze metingen gebruiken wij een gammaspectrometer. Deze sensor is zeer gevoelig voor het meten van radioactieve straling en kan ook met hoge rijsnelheid voldoende informatie geven om variatie in de weg te zien. De sensor is aan de voorkant van een auto gemonteerd of wordt in de meetbus gelegd.

De radioactieve straling wordt door een aantal stoffen die in de bodem en stenen voorkomen, uitgezonden. Deze stoffen, kalium, uranium en thorium komen in verschillende gehalten voor in de stenen die in de weg zijn gebruikt. De radioactieve straling van ieder van deze stoffen wordt gemeten. Om een goed beeld van de verschillen tussen steenslag te kunnen geven, worden deze gehalten van kalium, uranium en thorium opgeteld tot de steenslagwaarde (SSW).

De variatie in steenslagwaarde brengt de variatie in soorten steenslag in beeld. De metingen geven informatie over de bovenste 35 cm van het asfaltpakket, zo worden verschillende soorten steenslag onder een uniforme deklaag ook in beeld gebracht: we kunnen zo onder de deklaag kijken zie (Figuur 3).



Figuur 3 ook bij een gelijke deklaag worden verschillen in steenslag van de onderlaag zichtbaar

De steenslagwaarde: een geschiedeniskaart van de weg

Asfalt bestaat uit bitumen, zand, vulstof en steenslag. Wanneer een weg wordt aangelegd, overlaagd of gerepareerd zal iedere keer een net iets ander asfaltemengsel worden gebruikt. Een ander mengsel betekent een andere steenslag of een andere verhouding tussen steenslag, zand en vulstof.

De verschillende aanlegperiodes van de weg worden zichtbaar in de gemeten radioactiviteit: met de variatie in steenslagwaarde meten wij variatie in de samenstelling van het wegdek en daarmee ook de variatie in aanlegmoment. Deze metingen laten een geschiedenisboek zien van de weg: verschillende momenten van aanleg en reparatievakken worden zo zichtbaar.

De geschiedeniskaart: en dan?

De geschiedeniskaart van de weg geeft u een handvat om de weg beter te begrijpen. Met de kaart kan andere informatie zoals asfaltdikte, draagkracht, mengselsamenstellingen van de weg in een breder kader worden geplaatst. Gecombineerd met andere informatiebronnen (boren, visuele inspectie of VGD metingen) kan de weg veel beter begrepen worden.

Onze geschiedeniskaart van de weg hebben wij in verschillende projecten toegepast en gebruikt om inzicht te geven in de variatie in opbouw van de weg. In deze projecten hebben wij hierdoor bijvoorbeeld inzicht gegeven in:

- De ligging van aanlegvakken
- De indeling van wegvakonderdelen
- De aanwezigheid van (niet zichtbare) reparaties
- De aanwezigheid van slakken en assen
- De begrenzing van schades of specifieke constructies

De geschiedeniskaart geeft direct inzicht in welke wegen homogeen opgebouwd zijn en welke wegen een “ratjetoe” zijn. Een heel mooie toepassing is bijvoorbeeld om de weg in te delen in homogene wegvakken die dienen als basis voor het onderzoek volgens de CROW 210. Door deze goede indeling in vakken kan de hoeveelheid af te voeren teer worden verminderd.

Gemeente Leiden

De belangrijkste ontsluitingswegen rondom het centrum van Leiden (Figuur 4) zijn ingemeten met de gammaspectrometer. De wegen op de kaart laten veel verschillende kleuren zien. Sommige wegen zijn homogeen van kleur (deze zijn bijvoorbeeld volledig blauw of groen). Andere wegen zijn heterogeen en zijn samengesteld uit veel verschillende kleuren.

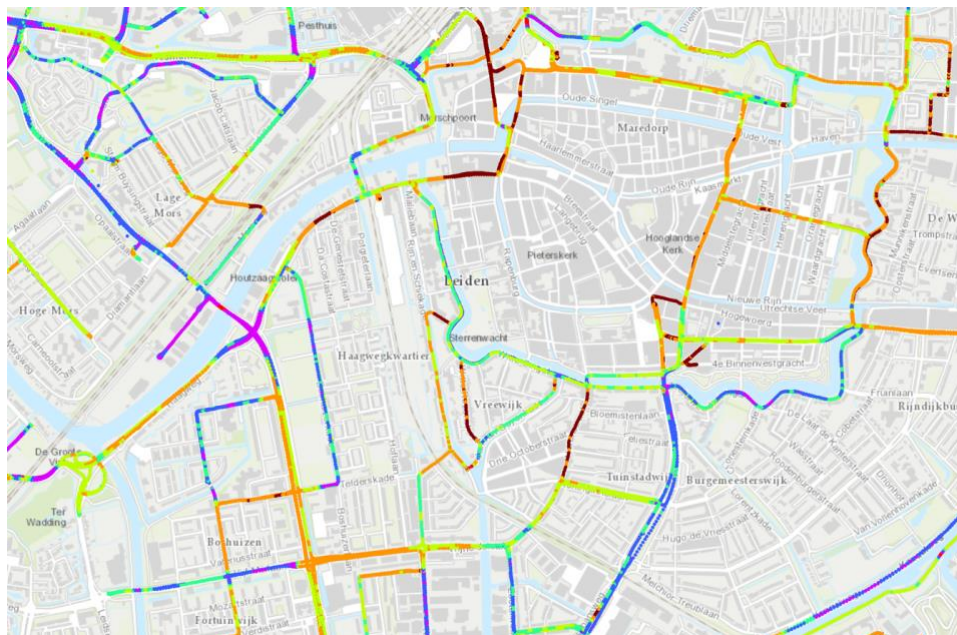
Homogene wegen (én kleur):

De steenslagwaarde is voor deze hele weg hetzelfde. Dat betekent dat er één soort steenslag is gebruikt in de weg en dat de opbouw van deze weg constant is. Deze weg is in één geheel aangelegd en er hebben geen reconstructies plaatsgevonden.

Heterogene wegen (meerdere kleuren door elkaar heen)

De steenslagwaarde van deze wegen varieert over de weg. Dat betekent dat er meerdere soorten steenslag zijn gebruikt in de weg en dat de opbouw van deze weg niet constant is. De oorzaak kan zijn dat de weg in meerdere fasen is aangelegd of dat er veel reparaties zijn uitgevoerd.

Op basis van deze informatie kan veel gericht vervolgonderzoek worden gedaan en kunnen vervolgvragen beter beantwoord worden. Wanneer bijvoorbeeld schade ontstaat aan één van de wegen kan heel gericht vervolgonderzoek worden uitgevoerd. Wanneer de weg erg heterogeen is, kan de oorzaak liggen in de heterogeniteit van de weg en zijn de schades waarschijnlijk lokaal. Wanneer de weg homogeen is opgebouwd kunnen de schades over een groot deel van de weg voorkomen en moet bijvoorbeeld onderzoek worden uitgevoerd naar het mengsel of naar de draagkracht van de weg.



Figuur 4 Variatie in steenslagwaarde (SSW) in gemeente Leiden. De variatie laat duidelijk verschillende moment van aanleg van de wegen zien.

Provincie Zuid -Holland

Niet alleen in binnenstedelijk gebied is de variatie in de wegopbouw aanwezig. De variatie in de steenslagwaarde (SSW) op de N445 in de Provincie Zuid-Holland (Figuur 5) laat duidelijk verschillende momenten van aanleg van de weg zien. Zo zijn de rotondes allen op verschillende momenten aangelegd en hebben ze allen een verschillende opbouw.

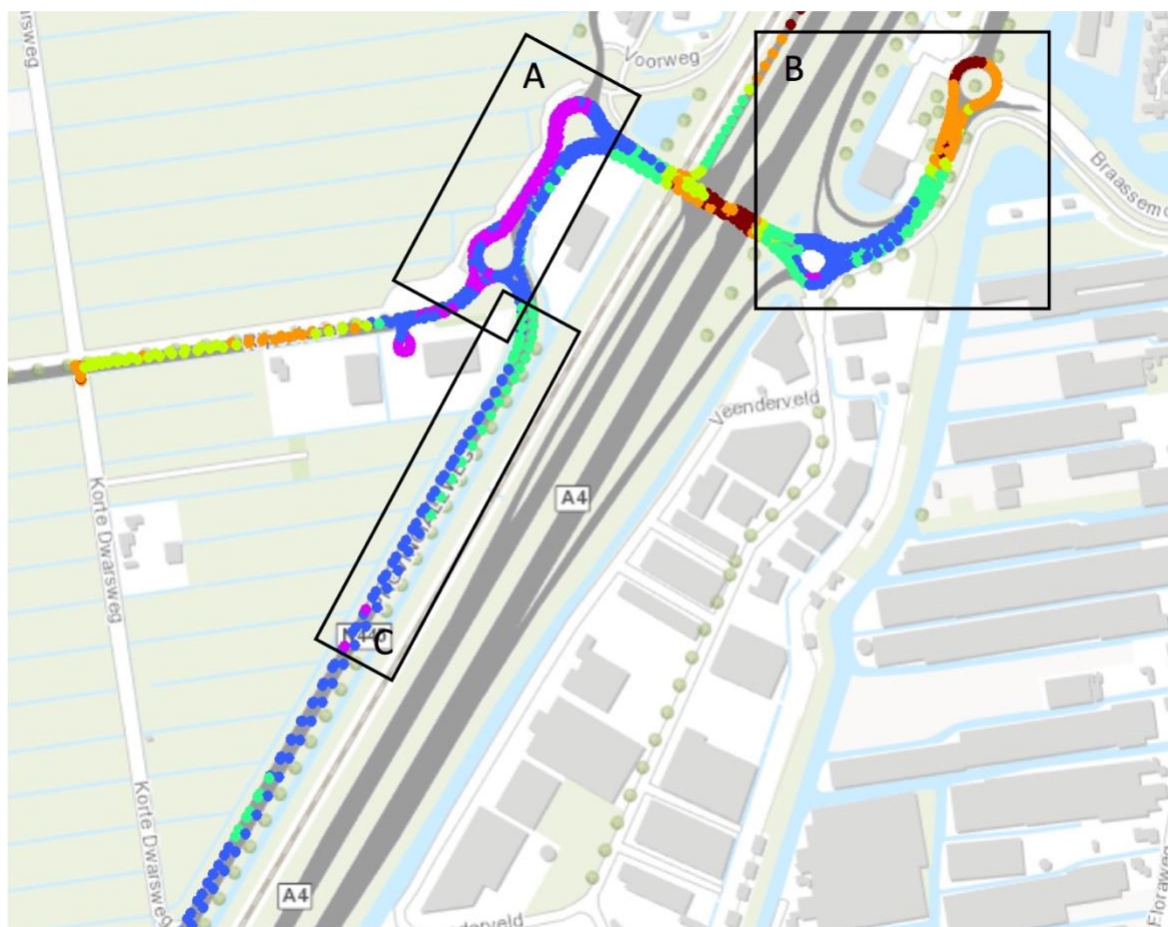
In rechthoek A van (Figuur 5) is duidelijk de structuur van de rotondes (N445) te zien. Het noordelijke deel is paars en het zuidelijke deel is blauw. Dat betekent dat de toegepaste steenslag tussen het noordelijke deel en zuidelijke deel verschillend is. Hoogstwaarschijnlijk zijn deze rotondes in 2 fasen aangelegd. In beiden fasen zijn verschillende steenslagen (of verschillende mengsels) gebruikt.

In rechthoek B is te zien hoe de twee rotondes verschillende steenslag hebben en waarschijnlijk op verschillende momenten of door verschillende aannemers zijn aangelegd.

In rechthoek C wordt duidelijk dat verschil in opbouw van de weg niet alleen in de lengte van de weg voorkomt, maar dat ook tussen twee weghelften verschillen kunnen zijn.

Deze informatie over de geschiedenis van de weg kan in deze gevallen op verschillende manieren bijdragen aan een beter beheer en onderhoud:

- Wanneer er schade optreedt op één van de wegvakken kan de geschiedeniskaart gehanteerd worden om de begrenzing vast te stellen;
- Wanneer reconstructies gaan plaatsvinden kan de geschiedeniskaart gehanteerd worden om de begrenzing vast te stellen;
- Bij de analyse van de draagkracht van de weg op netwerkniveau kan met de geschiedeniskaart snel inzicht worden gekregen in de te verwachten verschillen. Variatie in draagkracht van de weg kan zo beter worden begrepen, ook wanneer de variatie tussen twee weghelften optreedt (rechthoek C).



Figuur 5 Variatie in steenslagwaarde (SSW) bij rotondes in de N445 in Provincie Zuid Holland. De variatie laat duidelijk verschillende moment van aanleg van de wegen zien, tussen de rotondes, maar ook tussen de weghelften (rechthoek).