

Herkenning van recyclebare steenslag in ZOAB deklagen

Ronald Koomans, De Wegenscanners
Wilco Bouwmeester, De Wegenscanners
Marco Oosterveld, BAM Infra Asphalt

Steekwoorden wegenscan, innovatie, circulariteit, non destructieve technieken

Samenvatting

Nederland wil klimaatverandering tegengaan door de beperking van broeikasgassen als CO₂. In onze sector werkt Rijkswaterstaat samen met zijn partners toe naar een circulaire economie, waarin zoveel mogelijk hoogwaardig hergebruik van materialen nagestreefd wordt.

In ons land vindt op rijkswegen veel asfaltonderhoud plaats, voornamelijk aan de ZOAB deklagen. De verhardingsconstructie is een “grote mijn” waarin veel waardevol materiaal in de vorm van steenslagen aanwezig is. Om deze gebruikte steenslagen zo efficiënt en effectief mogelijk her te gebruiken, is het zaak om de herbruikbaarheid van de steenslagen in de aanwezige ZOAB deklaag (waar hoogwaardige steenslagen zijn toegepast) inzichtelijk te brengen. Om dat goed te kunnen doen is voorafgaand informatie nodig welk steenslag is toegepast in de ZOAB deklaag.

Om de kwaliteit van de steenslag te bepalen hebben wij een sensor ontwikkeld waarmee al rijdend het type steenslag in de ZOAB deklaag kan worden gemeten. Deze sensor bestaat uit een gamma-spectrometer gekoppeld aan een RTK-GPS systeem. Voor de kalibratie van deze metingen naar een steenslag type, is een datamodel opgesteld waarin de metingen met de gamma-spectrometer zijn vergeleken met veelgebruikte steenslagen in de weg. Dit model maakt onderscheid in hoogwaardige steenslagen (klasse 3 steenslag) en de overige steenslagklassen (1 en 2). Deze methode is gevalideerd in een asfaltonderhoudsproject. Hierbij is een deel van de A50 gescand en zijn op gerichte locaties kernen genomen. Deze kernen zijn petrografisch geanalyseerd en de metingen komen goed overeen. De meetresultaten zijn vervolgens gebruikt om voorafgaand aan het wegonderhoud van het IGO-Oost project de weg te scannen. De metingen laten zien dat het grootste deel van de weg bestaat uit klasse 3 steenslag, maar dat op enkele plaatsen komt klasse 2 steenslag (NSS en Rhyoliet) dat niet kan worden hergebruikt voorkomt. In dit project zijn met de metingen, twee reststromen van freemateriaal onderscheiden. De ene stroom is afgevoerd, de andere reststroom is succesvol hergebruikt in de opnieuw aangelegde weg. Hiermee is een grote stap gezet richting een circulaire aanpak van asfaltonderhoud.

Paper

1. Inleiding

Nederland wil klimaatverandering tegengaan door de beperking van broeikasgassen als CO₂. In onze sector werkt Rijkswaterstaat samen met zijn partners toe naar een circulaire economie, waarin zoveel mogelijk hoogwaardig hergebruik van materialen nagestreefd wordt.

Rijkswaterstaat gebruikt al veel gerecycled materiaal. Maar 100% circulair is dat nog niet. Ze werken daarom aan hoogwaardig hergebruik, waarbij het vrijkomende materiaal volwaardig kan worden hergebruikt. In 2017 heeft Bouwend Nederland, met 180 andere partijen, het Grondstoffenakkoord getekend. Een van de ambities in dit akkoord is om in 2030, 50% minder gebruik te maken van primaire grondstoffen (ten opzichte van 2014).

In de wegenbouw zijn grote hoeveelheden grondstoffen benodigd. De winning en het transport hiervan belasten het klimaat fors. Met efficiënt gebruik en hergebruik verlagen we die impact. Want hoe minder grondstofwinning en transport, hoe minder CO₂-uitstoot. Met deze grote vraag naar grondstoffen kan de verhardingsconstructie als een mijn worden gezien waarin veel waardevol materiaal in de vorm van steenslagen aanwezig zijn.

Om deze gebruikte steenslagen zo efficiënt en effectief mogelijk te hergebruiken, is het zaak om de herbruikbaarheid van de steenslagen in de aanwezige ZOAB deklaag (waar over het algemeen hoogwaardige steenslagen zijn toegepast) inzichtelijk te maken. Om dat goed te kunnen doen is voorafgaand informatie nodig welke steenslagen zijn toegepast in de ZOAB deklaag.

Omdat in de afgelopen tientallen jaren door wegbeheerders weinig energie is gestoken in het opbouwen of bijwerken van dossiers ten aanzien van de aangebracht asfaltmengsels en de bouwstoffen waaruit deze zijn samengesteld, is het noodzakelijk om deze samenstelling te achterhalen door middel van veldonderzoek. Overigens wordt de laatste paar jaar door de meeste wegbeheerders, waaronder Rijkswaterstaat, gepoogd een inhaalslag te maken.

In de huidige praktijk wordt de steenslag in de weg in beeld gebracht met behulp van een beperkt aantal boringen en petrografische analyses. Deze informatie is echter ruimtelijk beperkt en geeft geen compleet beeld van de variatie van steenslagen die in de weg voor kunnen komen. Daarom is onderzocht of het mogelijk is om met een sensor vooraf te bepalen wat de kwaliteit van het vrijkomend freesmateriaal is. Deze informatie is onmisbaar vanuit de opdrachtgever in het kader van aanbestedingen. Met deze informatie kan hoogwaardig vrijkomend materiaal zoveel mogelijk hoogwaardig worden hergebruikt en wordt downcycling van waardevolle materialen voorkomen.

2. Meetmethode

2.1. Sensor

Om de kwaliteit van de steenslag te bepalen hebben wij een sensor ontwikkeld. Deze sensor bestaat uit een gamma-spectrometer waarmee de natuurlijke achtergrondstraling van de weg kan worden gemeten. De sensor wordt al rijdend op normale rijdsnelheid over de weg bewogen. Figuur 1 en meet continu de concentratie van een aantal radioactieve elementen die in het steenskelet van het asfalt aanwezig zijn. De ervaring leert dat deze radioactieve elementen (kalium, uranium en thorium) in verschillende gehalten voorkomen in de stenen die in de weg zijn gebruikt. In de praktijk worden deze metingen nu kwalitatief gebruikt, bijvoorbeeld als een kleurenkaart die inzicht geeft in de aanleggeschiedenis van de weg: als de gemeten concentraties anders worden, is er waarschijnlijk een andere steenslag gebruikt. De meting met deze sensor wordt al rijdend, in het verkeer, uitgevoerd.

De metingen zijn echter nooit direct vertaald naar een type steenslag dat in de weg voorkomt. Daarvoor is het van belang dat we goed weten wat de concentratie radioactieve elementen van de gebruikte steenslagsoorten zijn. Daarom is een database opgesteld van veel voorkomende steenslagsoorten in de weg.



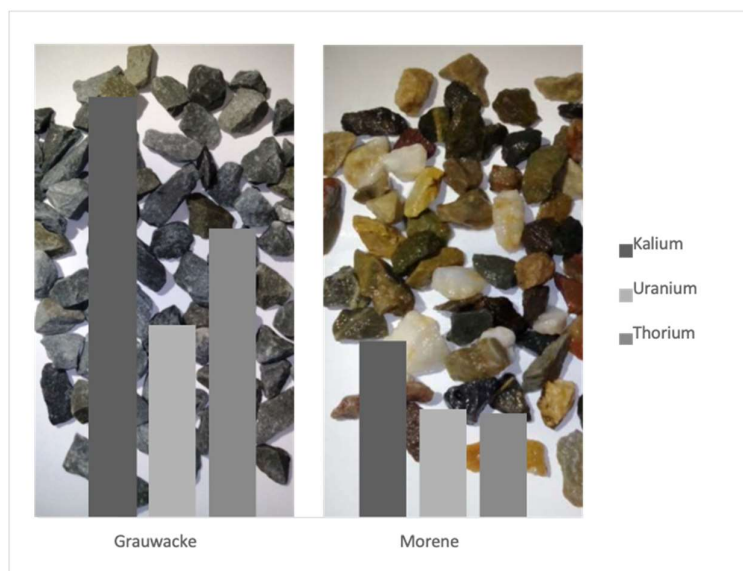
Figuur 1 Wegenscanners meetbus in actie (rijdend scannen)

2.2. De vingerafdruk van steenslag

De mogelijkheden voor hergebruik van de steenslag worden vooral bepaald door de stroefheid en de verbrijzelingswaarde. In Nederlandse wegen zijn een beperkt aantal steenslagen gebruikt en de steenslagen worden onderverdeeld in 3 steenslagklassen. Klasse 3 steenslag is een hoogwaardige steenslagsoort en wordt bij voorkeur hergebruikt in (ZOAB) deklagen met een ontwerpsnelheid van meer dan 80 km/h, (voorbeelden hiervan zijn Grauwaske, Bestone, Microdioriet) en klasse 1 en 2 steenslag zijn steenslagklassen die met name hergebruikt

worden in onderlagen. Voorbeelden hiervan zijn NSS (Nederlandse steenslag), Morene, Porfier.

Iedere steenslag heeft een verschillende samenstelling en herkomst. Dat is niet alleen te zien aan de kleur (Morene is een mengsel van verschillende soorten stenen en is vaak een beetje gelig gekleurd, Grauwacke is vaak grijs), maar ook aan de chemische samenstelling (Figuur 2). Zo heeft ook iedere steenslag verschillende concentraties van de chemische elementen kalium, uranium en thorium. De combinatie van deze concentraties wordt bepaald door de ontstaansgeschiedenis van het gesteente waaruit de steenslag wordt gewonnen. De chemische elementen kalium, uranium en thorium zenden gamma-straling uit en worden ook wel radionucliden genoemd. Deze straling kan worden gemeten. Door de unieke combinatie van radionucliden heeft elke steen een eigen unieke radioactieve vingerafdruk (verhouding van radionucliden). Zo heeft een Grauwacke bijvoorbeeld hogere gehalten aan kalium dan een Morene. De radioactieve vingerafdruk van een steensoort kan worden bepaald door van een steenslagmonster in een laboratoriumopstelling de concentraties kalium, uranium en thorium te meten. Deze meting is uitgevoerd in het laboratorium van Medusa Explorations, Groningen.



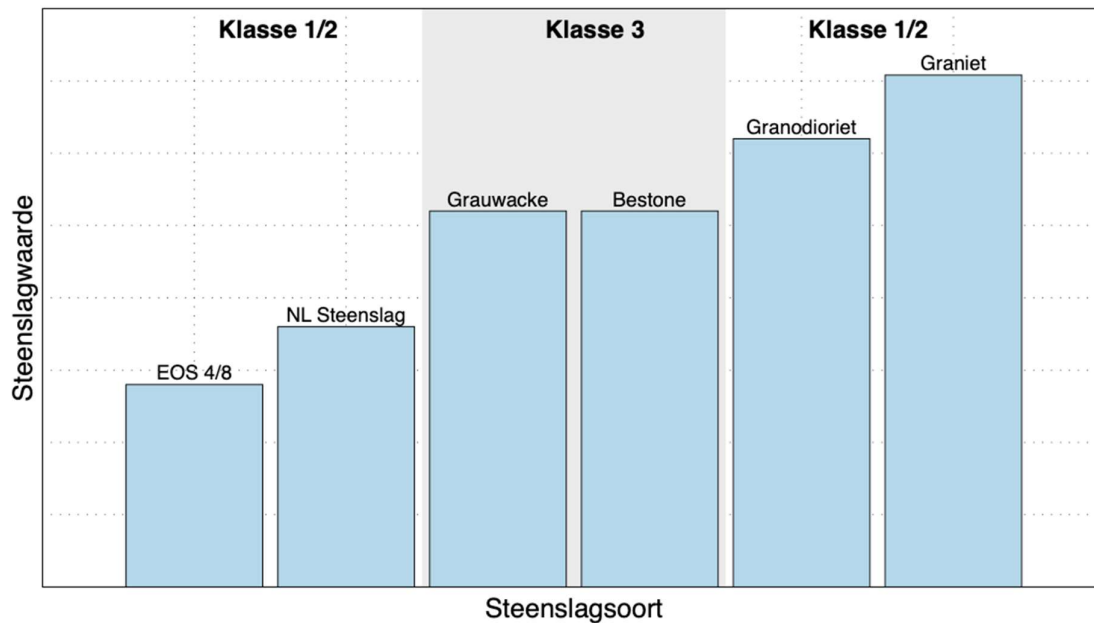
Figuur 2: Net zoals dat iedere steenslag een andere kleur heeft, bezit een steenslag ook een unieke radioactieve vingerafdruk

2.3. Kalibratiemodel

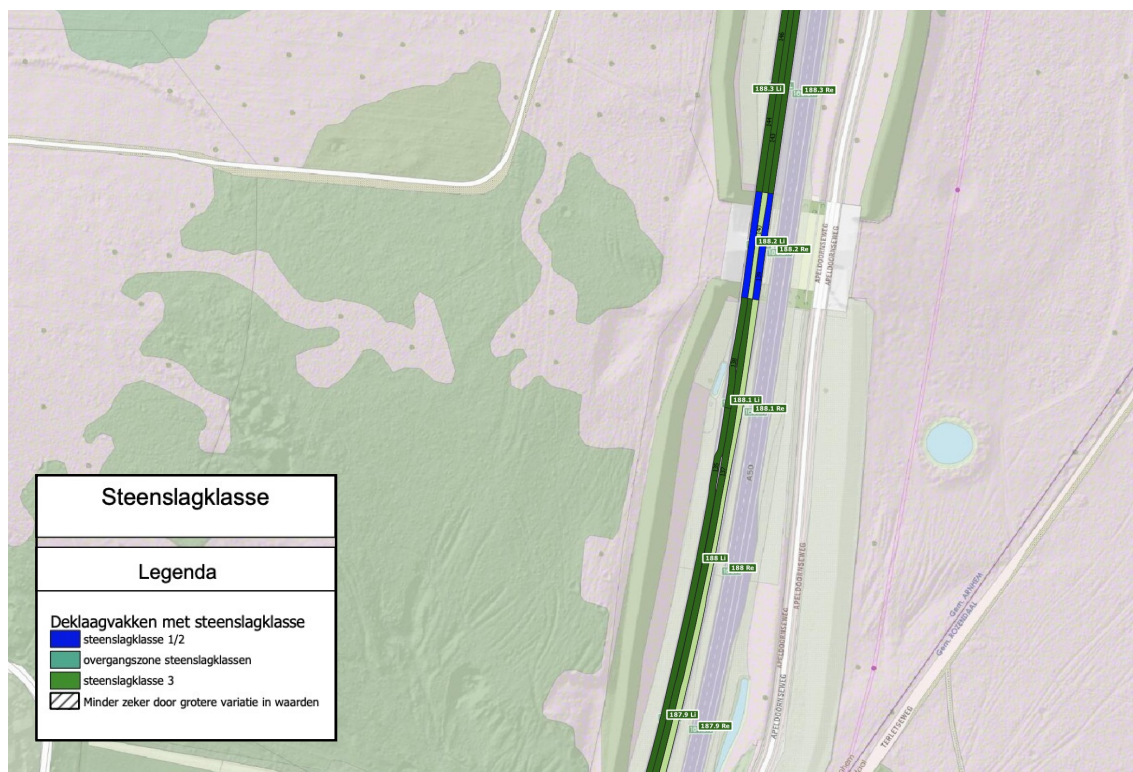
De wegmetingen van de concentraties kalium, uranium en thorium worden gebruikt om een zogenoemde “steenslagwaarde” te berekenen. Deze steenslagwaarde maakt gebruik van de verhoudingen in de concentraties kalium, uranium en thorium; corrigeert voor het feit dat de steenslagen in het asfalt als mengsel met bitumen en vulstof voorkomen; en neemt mee dat de dikte van de deklaag niet overal gelijk is.

Deze steenslagwaarde kan ook worden berekend uit de metingen die in het laboratorium zijn uitgevoerd. Dit laat bijvoorbeeld zien dat onderscheid is te maken tussen klasse 1/2 steenslag en klasse 3 steenslag (Figuur 3).

Met dit model is het nu mogelijk om de wegmetingen van de steenslagwaarde te vertalen naar de klassen steenslag. Zo kan van ieder wegvak de steenslagklasse worden gemeten (Figuur 4)



Figuur 3: De steenslagwaarde van klasse 3 steenslag is uniek en is anders dan de steenslagwaarden van klasse 1/2 steenslag. Dit is een voorbeeld van een paar steenslagsoorten. Het model bevat meerdere soorten steenslag.



Figuur 4: voorbeeld van een kaart met variatie in steenslag klasse.

3. Resultaat in de praktijk: Case study

3.1. IGO Oost Nederland

In 2020 is BAM Infra gestart met het contract IGO Oost Nederland 2021-2022. Bij de realisatie van het werk is, zoals de laatste tijd gebruikelijk, de duurzaamheid van de geboden oplossingen door de opdrachtnemer, een belangrijk aspect. Voor duurzame asfaltoplossingen bepaalt de mate van hergebruik (waarbij zoveel mogelijk oud asfalt opnieuw wordt toegepast in de nieuwe asfaltmengsels) in belangrijke mate de duurzaamheidsprestatie. Zeker bij ZOAB-mengsels is dit een grote uitdaging omdat hierbij de eisen die aan de primaire of secundaire bouwstoffen worden gesteld, streng zijn.

Voor de opdrachtnemer is het dus cruciaal om zo goed mogelijk te weten wat de eigenschappen en dus de mogelijkheden zijn van het materiaal dat vrijkomt op een werk. Beschikbare informatie uit archieven van de wegbeheerder van deklagen uit het verre verleden (15-20 jaar geleden) zijn vaak onvolledig of niet meer actueel. De laatste jaren wordt door allerlei wegbeheerders wel weer veel energie gestoken in het up-to-date brengen van de wegbeheersystemen met informatie over bijvoorbeeld de samenstelling van de asfaltlagen. Bijvoorbeeld de ontwikkeling rondom een Materialenpaspoort of de wens van wegbeheerders om een uitgebreidere informatieoverdracht van aannemer naar wegbeheerder zijn hier een voorbeelden van.

De A50 tussen Knooppunt Beekbergen en Heerde is een autosnelweg van Rijkswaterstaat waarbij het laatste groot onderhoud is uitgevoerd in de periode tussen 2006-2009. Dit is precies de periode waarin de stroefheid van Rijkswegen en de relatie die de stroefheid bleek te hebben met de toegepaste steenslag voor een aanscherping van de aanleg- en onderhoud-contracten heeft gezorgd. Door de toenmalige minister Peijs is in januari 2005 aangekondigd dat de eisen voor met name de Polishing Stone Value (PSV) van de steenslag voor deklagen van minimaal 53 naar minimaal 58 zou worden aangepast. Dat betekent dat deklagen die voor of rond deze omzetting zijn aangelegd, mogelijk nog steenslag bevatten van een lagere kwaliteit.

Als cruciale informatie niet beschikbaar is, moet de aannemer zelf op zoek naar methoden om deze informatie uit het veld in te winnen. Omdat in de laatste jaren de deklaag van de A50 door het uitvoeren van regulier, correctief onderhoud in een “lappendeken” is getransformeerd, zou het onderzoeken van de vrijkomende steenslag door middel van boorkern-onderzoek veel tijd, geld en verkeershinder opleveren. Vandaar dat BAM aan Wegenscanners heeft gevraagd om mee te denken over een betere methode waarbij op non-destructieve wijze (zonder boorkernen) dezelfde informatie kan worden opgehaald.

3.2. Wegenscan

Voor de wegenscan zijn metingen uitgevoerd. Hierbij zijn op iedere rijstrook 3 lijnen gemeten door op verschillende posities over de weg (beide rijsporen en tussen de sporen) te rijden. Deze metingen zijn met behulp van het hierboven beschreven kalibratiemodel vertaald naar steenslagklassen.

De vakken met aanleggegevens van RWS zijn als basis gebruikt voor een vakindeling. Van deze vakken zijn gemiddelden steenslagwaarden bepaald. Deze zijn ingedeeld in klasse 1/2 of klasse 3 steenslag.

Zo laten de meetresultaten (Figuur 4) van de A50 in homogene wegvakken zien, waar gelijke steenslag is aangetroffen en uit welke klasse steenslag de ZOAB-deklaag is opgebouwd. De metingen laten zien dat het grootste deel van de weg bestaat uit klasse 3 steenslag, maar op enkele plaatsen komt klasse 2 steenslag (NSS en Rhyoliet) dat niet kan worden hergebruikt in ZOAB deklagen, maar in onderlagen.

3.3. Validatie van de metingen

Met behulp van het steenslag model worden de wegmetingen met de gammaspectrometer gekalibreerd: uit de gemeten concentraties kalium, uranium en thorium worden de verschillende steenslagklassen bepaald. Om deze resultaten te valideren zijn, samen met BAM, 13 locaties geselecteerd en vervolgens boringen geplaatst op een deel van hierboven beschreven projectgebied van de A50.

Het type soort steenslag in deze boringen is bepaald met een petrografisch onderzoek. Hierbij is eerst het bindmiddel verwijderd en daarna is het monster petrografisch (GEOS) beschreven met het blote oog en met een stereomicroscop.

Uit de resultaten van Tabel 1 blijkt dat er in de kernen als hoofdbestanddelen zandsteen (steenslagklasse 3), kalkzandsteen (steenslagklasse 3) en magmatisch gesteente (steenslagklasse 2) voorkomt. Als nevenbestanddelen komen kalkzandsteen, zandsteen, magmatisch gesteente, kwarts voor. De steenslag klassen van de hoofdbestanddelen zijn vergeleken met de voorspelling van de steenslagklasse op basis van de vakgemiddelden die zijn gemeten met de steenslagwaarde (Tabel 1).

In twee kernen wijkt de voorspelling van het vakgemiddelde af van de classificatie van de kernen. In kern nummer 7 is het hoofdbestanddeel steenslagklasse 2, maar komen er nevenbestanddelen van magmatisch gesteente voor. Daarmee is het monster in de kern niet homogeen, en duidt de steenslagscan ook op de aanwezigheid van de magmatische steenslag. In kern nummer 8 duidt de petrografische analyse op steenslagklasse 3, terwijl het vakgemiddelde duidt op steenslagklasse 2. Nadere inspectie van de data in dit vak laat zien dat het vak heterogeen is van samenstelling. Op de exacte locatie waar de kern is genomen, geeft de steenslagscan een steenslagklasse 3, maar op andere locaties komen er in het vak volgens de scan steenslagklassen 2 voor.

*Tabel 1: Resultaten van de petrografische analyses van de kernen, de steenslagklasse van de steensoort en de voorspelling van de steenslagklasse op basis van het vakgemiddelde gemeten met de steenslagscanner. De twee rode waarden met * komen niet overeen, de overige waarden komen wel overeen.*

Nummer	Hoofdbestanddeel	Neven/sporen bestanddeel	Klasse obv hoofdbestanddeel	Voorspelling obv steenslagklasse vakgemiddelde
1	Zandsteen	kalkzandsteen	3	3
2	Zandsteen	kalkzandsteen	3	3
3	Zandsteen	kalkzandsteen	3	3
4	Magmatisch gesteente		2	2
5	Magmatisch gesteente	zandsteen	2	2
6	Magmatisch gesteente	zandsteen	2	2
7	Kalkzandsteen	magmatisch gesteente	3	2*
8	Kalkzandsteen	kwarts	3	2*
9	Kalkzandsteen	kwarts	3	3
10	Magmatisch gesteente (Porfier)	kwarts + zandsteen	2	2
11	Kalkzandsteen	zandsteen	3	3
12	Kalkzandsteen		3	3
13	Kalkzandsteen		3	3

De classificatie komt in 11 van de 13 kernen (85%) overeen (Tabel 2) en in deze metingen heft de gammaspectrometer 2 van de 9 klasse 3 steenslagen als klasse 2 (false negative) beoordeeld.

Tabel 2: vergelijking tussen de resultaten van de petrografische analyses aan kernen en de vakgemiddelde waarden gemeten met de gamma spectrometer op de locaties van de kernen.

		Petrografische analyse	
		Klasse 2	Klasse 3
Gamma spectrometer	Klasse 2	4	2
	Klasse 3	0	7

3.4. Informatie voor de uitvoering

Met de informatie van de A50, is voor het opstellen van een uitvoeringsplan een vakindeling gemaakt zodat de klassen steenslag elk apart kunnen worden gefreesd en opgeslagen om vervolgens voor de juiste toepassing kan worden ingezet. Met de vakken heeft BAM Infra het freesproces en de logistiek rondom de afvoer van freesasfalt kunnen aanpassen omdat reeds vóór het frezen is besloten welke eindbestemming de betreffende vrijkomende steenslag van elk vak kreeg.

Hiermee zijn de steenslagen in de weg op de meest efficiënte manier hergebruikt en is voorkomen dat dat steenslag die niet geschikt is om in nieuwe ZOAB deklagen toe te passen, uit de circulaire keten is gefilterd.

4. Conclusies

De grond-, weg- en waterbouwsector heeft de ambitie om minder gebruik te maken van primaire grondstoffen. In de ambitie om meer circulair te werken kan de weg worden gezien als een bron voor bouwmaterialen. Om op een efficiënte manier van de grondstoffen uit het asfalt te kunnen hergebruiken, is het van belang om exact te weten welke grondstoffen in de weg voorkomen. Met deze kennis kan een goede grondstof worden hergebruikt, en kunnen we voorkomen dat de circulaire keten niet vervuild raakt met grondstoffen die minder geschikt zijn voor hergebruik in ZOAB deklagen.

Het is dus cruciaal om zo goed mogelijk te weten wat de eigenschappen en dus de mogelijkheden zijn van het materiaal dat vrijkomt op een werk. De hier gepresenteerde steenslagscanner meet de concentraties van kalium, uranium en thorium van de steenslagen die in de weg zijn gebruikt. Deze meting wordt al rijdend uitgevoerd en kan in het verkeer plaatsvinden.

Het laboratorium model laat zien dat een aantal steenslagklassen 1,2 en steenslagklassen 3 van elkaar kunnen worden onderscheiden met behulp van de concentraties van deze elementen.

De methode is toegepast en gevalideerd op een deel van de A50 een werk in het contract IGO-Oost. Hierbij zijn kernen genomen en deze zijn petrografisch geanalyseerd. De resultaten blijken in 11 van de 13 kernen (85%) gelijk te zijn. In de twee kernen waar de metingen van de steenslagscanner niet overeenkomt met de petrografische analyses, kan dit worden verklaard door heterogeniteit in het wegvak of zelfs heterogeniteit in de genomen kern.

De praktijk laat zien hoe met de metingen twee reststromen van freesmateriaal onderscheiden kunnen worden. De ene stroom is afgevoerd, de andere restroom is succesvol hergebruikt in de opnieuw aangelegde weg. Hiermee is een grote stap gezet richting een circulaire aanpak van asfaltonderhoud.

4.1. Meer onderzoek is nodig

Het kalibratiemodel is gebaseerd op ongeveer 30 metingen aan verschillende soorten steenslag. Het is goed mogelijk dat niet alle steenslagsoorten die in Nederlandse wegen zijn gebruikt in dit model zijn opgenomen, ook de variatie die in de Nederlandse weg voorkomt is niet bekend. Het is daarom van belang om de informatie te blijven aanscherpen en updaten met aanvullende soorten steenslag en aanvullende metingen op de weg.