Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

RWS INFORMATIE

LVO-v: de mogelijkheden en obstakels voor Rijkswaterstaat

Datum	23 mei 2025
Versie	1
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat en Unihorn
Auteur	Dion Putter
Telefoon	+31 6 39701708
E-mail	Dionrob.putter@gmail.com
Datum	8 juni 2025
Versie	1
Status	Definitief

Inhoud

1 Abstract 5

2 Inleiding 6
2.1. Organisatie en opdracht 6
2.1.1. Unihorn 6
2.1.2. Het onderzoek 6
2.1.3. Technologische Innovatieketen 7
2.2. Bedrijfsbeschrijving 8
2.2.1. Inspech 8
2.2.2. Boorkernen 9
2.2.3. Ontwerp 9

3 Onderzoeksvragen 11
3.1. Hoofdvraag 11
3.2. Deelvragen 11

4 Literatuuronderzoek 13
4.1. Natuurwetenschappelijk 13
4.1.1. Bitumen 13
4.1.1.1. Chemische Samenstelling 13
4.1.2. Bitumen Veroudering 14
4.1.2.1. Verdamping 14
4.1.2.2. Oxidatie 14
4.1.3. LVO-v (Levensduur Verlengend Onderhoud met Verjongingsmiddel 16
4.2. Sociaalwetenschappelijk 17
4.2.1. Innovatie-Adoptie en -Diffusie 17
4.2.2. Open Innovatie 17
4.2.3. Technology Acceptance model (TAM) 18

5 Conceptueel Model 20

6 Onderzoeksplan 21
6.1. LVO-v Producenten en Aannemers 22
6.2. Rijkswaterstaat 22
6.3. Documenten 23

7 Empirisch onderzoek 24
7.1. Technologische Mogelijkheden en Tekortkomingen 24
7.1.1. Mogelijkheden 24
7.1.2. Tekortkomingen 24
7.2. Moment van aanbrengen 26
7.3. Integreren in het huidige beleid 28
7.3.1. Huidige contracten 28
7.3.1.1. BOC contract 28
7.3.1.2. DBFM contract 28
7.3.2. LVO-v Integreren 28
7.4. Mogelijkheden voor Unihorn 29

8 Discussie 31
8.1. Bitumen en LVO-v 31

8.2. Moment van aanbrengen 31
8.3. Sociaalwetenschappelijk onderzoek en contracten 32
8.4. Mogelijkheden voor Unihorn 33
8.5. Implicaties 33
8.6. Zwaktes 33

9 Conclusie 35

10 Literatuurlijst 36

12 Appendix 40
12.1. Bijlage 1 (Producenten vergelijking) 40
12.2. Bijlage 2 (Discussieschema) 41
12.3. Bijlage 3 (Artikel Latexfalt) 44
12.4. Bijlage 4 (Rapport TNO) 44
12.5. Bijlage 5 (Rijkswaterstaat Hinderaanpak Werkwijzer) 44
12.6. Bijlage 6 (Handleiding UAV-GC contracten met duurzaamheid) 44
12.7. Bijlage 7 (Gebruik van ChatGPT) 44
12.8. Interview A1 (Jeroen Bleeker) 46
12.9. Interview A2 (Remo Hofland) 49
12.10. Interview A3 (Kees Plug) 50
12.11. Interview B1 (Besix) 51
12.12. Interview B2 (Dostal) 53
12.13. Interview B3 (Dura Vermeer) 56
12.14. Interview B4 (Heijmans) 59
12.15. Interview C1 (Esha) 62
12.16. Interview C2 (Latexfalt) 66
12.17. Interview C3 (Pavecare) 70
12.18. Interview D1 (Rutger Krans) 73
12.19. Interview D2 (Gijsbert de Jong) 75
12.20. Interview D3 (Jasper Flapper) 77

1 Abstract

Deze scriptie onderzoekt hoe *Levensduur Verlengend Onderhoud met Verjongingsmiddel* (LVO-v) kan bijdragen aan duurzamer asfaltonderhoud op het areaal van Rijkswaterstaat. Het onderzoek is uitgevoerd vanuit ingenieursbureau Unihorn en gericht op Rijkswaterstaat. Aanleiding vormt de wens om CO_2-uitstoot en materiaalverbruik in de wegenbouw te verminderen, terwijl de huidige contractstructuren aannemers nauwelijks prikkelen om duurzame technieken als LVO-v toe te passen.
LVO-v is een techniek waarbij een verjongingsmiddel op het asfalt wordt aangebracht om de flexibiliteit van bitumen te herstellen en rafeling te vertragen. Hierdoor kan de levensduur van asfalt met 2 tot 6 jaar worden verlengd. Het doel van dit onderzoek was om te bepalen hoe deze techniek technisch toepasbaar is, hoe het juiste toepassingsmoment vastgesteld kan worden, hoe aannemers gestimuleerd kunnen worden tot toepassing, en hoe dit in de dienstverlening van Unihorn kan worden geïntegreerd.
Het onderzoek bestaat uit literatuurstudie en empirisch kwalitatief onderzoek via interviews met Rijkswaterstaat, aannemers en producenten van LVO-v. Hieruit blijkt dat LVO-v technisch veelbelovend is, maar beperkt wordt door weersgevoeligheid, het ontbreken van een methode om het moment van toepassen te bepalen en het gebrek aan financiële prikkels voor aannemers. Unihorn kan een sleutelrol spelen door het moment van toepassing te voorspellen via hun visuele inspectiesysteem Inspech.
De conclusie luidt dat LVO-v alleen succesvol geïmplementeerd kan worden als er passende contractvormen worden ontwikkeld die duurzaamheid belonen. DBFM en DBM contracten hebben hierbij de meeste potentie. In combinatie met voorspellende datatechnieken kan LVO-v uitgroeien tot een waardevolle techniek binnen het toekomstig asfaltonderhoudsbeleid van Rijkswaterstaat.

2 Inleiding

2.1. Organisatie en opdracht

2.1.1. Unihorn

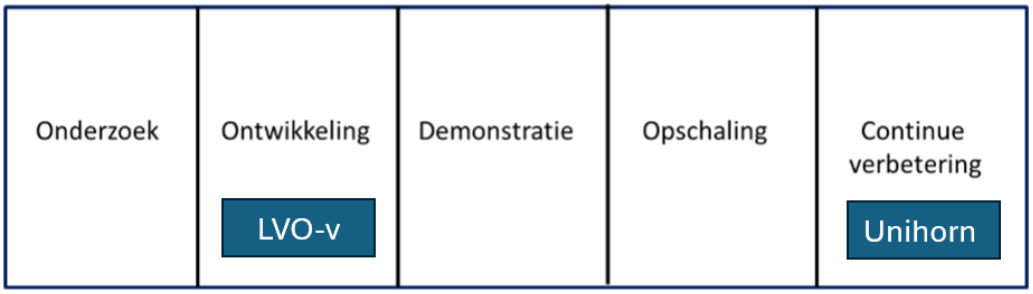
Unihorn is en adviesbureau voor infrastructuur met de focus op onder andere verharding (Unihorn, 2025). Het bedrijf geeft advies over de volledige keten van wegenonderhoud. Van aanleg tot recycling zijn ze betrokken. Unihorn combineert ontwerp, onderzoek, advies en beheer om duurzame en veilige infrastructuur te realiseren.
Een van de diensten die Unihorn levert zijn asfalt weginspecties. Vroeger werd dit handmatig gedaan. Personeel liep met een tablet langs de weg en schreef alles schades op. Inmiddels hebben het bedrijf samen met BrainCreators 'INSPECH' ontwikkeld. Dit is een intelligente oplossing voor visuele asfaltweginspectie (Over Inpech, z.d.). Deze technologie detecteert automatisch wegdefecten aan de hand van camerabeelden, waardoor inspecteurs niet meer handmatig beschadigingen hoeven vast te stellen. Dit verbetert de efficiëntie, consistentie en nauwkeurigheid van weginspecties. Unihorn zet deze inspecties in voor aannemers, Rijkswaterstaat, Provincies en Gemeenten maar ook voor private partijen zoals Schiphol. Op basis van data analyses kan het meest efficiënte moment van onderhoud worden voorspeld.
Ook asfaltkernboringen en een eigen geaccrediteerd laboratorium is een van de expertises van Unihorn. Tot 1995 werd teer gebruikt als bindmiddel in asfalt (DELTARES et al., 2024). PAK, een stofje in teer, bleek namelijk kankerverwekkend te zijn (Staatscourant 2021, 2021). Om asfalt te recyclen moet elke aannemer het te frezen (oude) asfalt daarom op PAK laten controleren. Er mag maximaal 75 mg/kg in PAK in het asfalt zitten. Om dit te controleren doet Unihorn kernboringen en op deze kernen een PAK onderzoek. Zodra word aangetoond dat er minder dan 75mg/kg PAK in het asfalt zit, mag de aannemer het oude asfalt hergebruiken in nieuw te produceren asfalt.
Unihorn is met deze diensten een hooggewaardeerd bedrijf wat zichzelf bovenaan de markt positioneert (Over Unihorn, 2024). Het bedrijf wil de beste kwaliteit leveren en voorlopen met innovaties, ook als dit resulteert in hogere kosten. Daarnaast is ‘pragmatisch’ een belangrijke kernwaarde van Unihorn. De producten en diensten moeten toepasbaar zijn in de praktijk en een realistische prijs hebben.

2.1.2. Het onderzoek

In dit onderzoek zal gekeken worden hoe het onderhoud van asfalt verduurzaamd kan worden door middel van LVO-v (Levensduur Verlengend Onderhoud met Verjongingsmiddel). Het onderzoek wordt gedaan vanuit Unihorn en is gericht aan Rijkswaterstaat en Dura Vermeer. Deze twee stakeholders zijn beide geïnteresseerd in de resultaten van het onderzoek en helpen eraan mee. Er zal gekeken worden naar zowel de natuurwetenschappelijke kant als naar de bedrijfskundige kant.
Aan de wetenschappelijke kant zal worden onderzocht hoe LVO-v kan bijdragen aan het uitstellen van asfaltonderhoud. Hierbij wordt gekeken naar de benodigde data, de technische mogelijkheden en de beperkingen van de methode. Een belangrijk onderdeel is de vraag of bitumenveroudering direct op het wegdek kan worden gemeten. Voor de toepassing van LVO-v moeten de bitumen namelijk nog van voldoende kwaliteit zijn en mag het asfalt nog niet zijn gaan rafelen (Agentschap Wegen & Verkeer, 2022). Het kunnen vaststellen van deze veroudering op het asfalt

zelf is essentieel om het juiste toepassingsmoment van LVO-v te kunnen bepalen en eventueel te voorspellen.
Aan de bedrijfskundige kant wordt onderzocht hoe een drijfveer kan worden gecreëerd voor aannemers om LVO-v toe te passen. Aannemers hebben nu geen financieel belang bij het verlengen van de levensduur van asfalt, omdat zij worden betaald voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden. Hierdoor wordt LVO-v nog nauwelijks toegepast. Door het aanpassen van contractvormen kan een prikkel ontstaan om deze techniek daadwerkelijk te implementeren in het reguliere onderhoudsproces

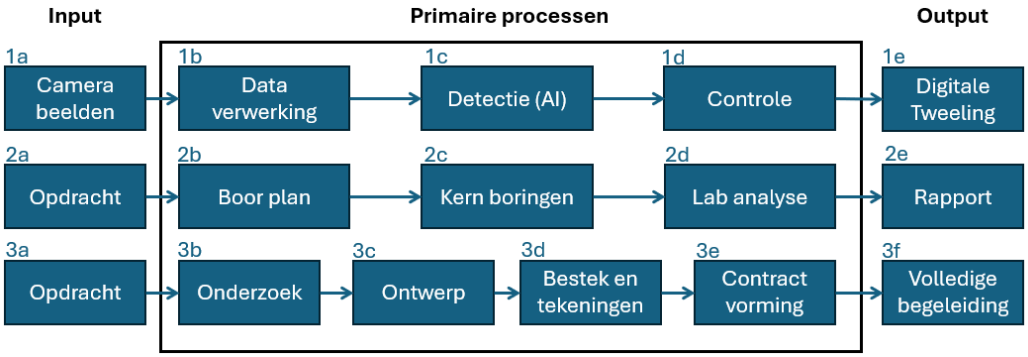
2.1.3. Technologische Innovatieketen



Figuur 1. Technologische Innovatieketen voor project verduurzaming asfaltonderhoud en Unihorn.

Zoals te zien is in figuur 1 bevind Unihorn zich volledig rechts in de technologische innovatieketen. Het bedrijf bestaat al sinds 1992 en heeft de volledige keten reeds doorlopen (Unihorn, 2025). Het adviesbureau is inmiddels aangekomen in het stadium waarin continue verbeterd wordt. Zo is er sinds kort een elektrische boorwagen aangeschaft. Normaal worden boringen met een boorwagen op diesel gedaan. Dit is echter niet in lijn met de duurzame visie van het bedrijf. Daarnaast kan je hiermee het centrum van Amsterdam niet in. De elektrische boorwagen is wel in lijn met de visie van het bedrijf.
Ook dit onderzoek is een voorbeeld van het continue verbeteren van Unihorn. Zoals eerder genoemd is een van de kernwaarden van Unihorn om bovenaan de markt te staan. Het adviesbureau levert de beste kwaliteit en loopt voor op het gebied van innovaties (Over Unihorn, 2024). Het verduurzamen van het asfalt onderhoud is ook een manier om de markt voor te blijven en je innovatief op te stellen.
Dit onderzoek bevind zich nog in de fase van ‘Ontwikkeling’. De natuurwetenschappelijke basis van de meeste technologieën is al gelegd. LVO-v is reeds ontwikkeld en wordt op sommige plekken al toegepast (Levensduurverlengend Onderhoud in De Coentunnel | Esha Infra Solutions, n.d.). Ook veroudering van bitumen kan al in het laboratorium worden gemeten maar alleen als de bitumen gescheiden zijn van het asfalt (Qiu et al., 2023). Er is echter nog niks concreets ontwikkeld. Er is geen prototype, laat staan fundamentele toepassingen in de markt. In de ontwikkel fase zullen deze technologische principes dan ook worden gecombineerd en getoetst worden op marktpotentie.

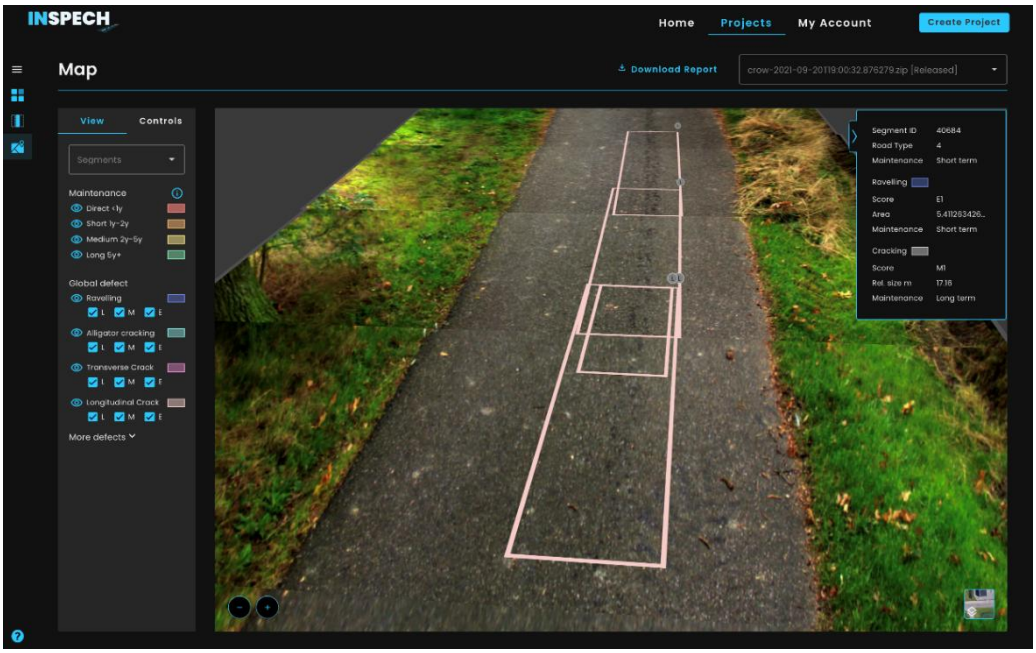
2.2. Bedrijfsbeschrijving



Figuur 2. Overzicht van de meest belangrijke producten en diensten van Unihorn, opgedeeld in input, primaire processen en output.

2.2.1. *Inspech*

Inspech is een van de belangrijkste producten van Unihorn. Het product is gemaakt voor visuele weginspecties en optimaal planmatig onderhoud (De Weg Naar Duurzaam Wegonderhoud, z.d.). Jeroen Bleeker vertelde (Interview A1) dat het product is ontstaat vanuit veiligheidsoverwegingen van de weginspecteurs. Unihorn voert weginspecties uit voor met name Rijkswaterstaat, provincies en gemeentes. Hierbij brengen inspecteurs alle schades aan het areaal in kaart. Voor rijkswegen werd dit voorheen met een busje op de vluchtstrook en een inspecteur achterin gedaan. Dit werd echter te gevaarlijk als vrachtwagens niet op zaten te letten. Het bedrijf is toen overgestapt naar auto's met camera's op het dak. Deze busjes reden met het verkeer mee en maakte beelden van de weg. De Inspecteurs markeerde op kantoor de schades op de camerabeelden. Na verloop van tijd ontstond er echter protest vanuit de inspecteurs omdat ze niet op kantoor wilde zitten. Unihorn is toen samen met het bedrijf Braincreators Inspech gaan ontwikkelen.



Figuur 3. Visualisatie schade detectie Inspech (BrainCreators, 2021)

Inspech maakt visuele weginspecties door een AI de schades aan de weg te laten detecteren. De auto rijd rond met camera's op het dak en een nauwkeurig gps meter (1a). Deze gegevens worden verwerkt zodat er van elk stukje weg een scherp beeld is die gekoppeld is met de bijbehorende gps coördinaten (1b). De AI herkent vervolgens schades zoals dwarsscheuren en rafelingen (1c) (zie Figuur 3). De inspecteur hoeft na afloop alleen nog te controleren of de software de juiste keuzes heeft gemaakt (1d). Een enkele keer kan het model een schade bijvoorbeeld niet plaatsen en moet de inspecteur deze handmatig een labeltje geven. De AI leert hier vervolgens weer van en zal de volgende keer het juiste label aan een bepaalde schade toekennen.
Na het detecteren van deze data kan het geanalyseerd worden. De software deelt de schades op in type schades en plaatst ze in de juiste wegvakken. Aan de hand van het aantal schades, type schades en ernst van de schades bepaalt het systeem de restlevensduur van een wegvak. Dit is het aantal jaren voordat het wegvak niet meer voldoet aan de CROW normen (CROW, 2023). Het eindproduct is een digitale tweeling van het wegen areaal van de opdrachtgever (1e).

2.2.2. *Boorkernen*

Een andere belangrijke dienst die Unihorn levert is het uitvoeren van kernboringen. Zoals Jeroen Bleeker beschrijft (Interview A1) wordt dit met twee redenen gedaan. Ten eerste moet de hoeveelheid PAK in het oude asfalt bepaalt worden. Tot 1995 werd teer gebruikt als bindmiddel in asfalt (DELTARES et al., 2024). In teer zit PAK wat later kankerverwekkend bleek te zijn (Staatscourant 2021, 2021). Om asfalt te recyclen moet elke aannemer het te frezen (oude) asfalt daarom op PAK laten controleren. Er mag maximaal 75 mg/kg in PAK in het asfalt zitten. Om dit te controleren doet Unihorn kernboringen en op deze kernen een PAK onderzoek. Zodra word aangetoond dat er minder dan 75mg/kg PAK in het asfalt zit, mag de aannemer het oude asfalt hergebruiken in nieuw te produceren asfalt.
Naast het recyclen van asfalt geven kernboringen inzichten in de tussenlagen van het asfalt. Asfalt is opgebouwd uit meerdere tussenlagen en een toplaag. Inspech of een inspecteur kan alleen de schades aan de toplaag vast stellen. De tussenlagen slijten door het verkeer ook. Door kernboringen kunnen schades aan de tussenlagen ook vastgesteld worden.
Het proces van kernboringen begint met een opdracht vanuit de opdrachtgever (2a). Dit zijn meestal aannemers of andere ingenieursbureaus die aan Rijkswaterstaat leveren. Aan de hand van de opdracht begint Unihorn met het opstellen van een boorplan (2b). Asfaltcentrales stellen strengen eisen over de locaties waar geboord wordt. Er moeten voldoende boringen gedaan worden zodat er met zekerheid kan worden vastgesteld dat er geen PAK in het asfalt zit. Op een kruispunt moeten daarom meer kernboringen gedaan worden dan op een recht stuk weg. Aan de hand van het boorplan worden vervolgens boringen gedaan (2c). De kernen gaan naar het laboratorium voor onderzoek. Hier wordt de dikte, schades en hoeveelheid PAK bepaald (2d). Deze gegevens worden opgenomen in een rapport en als eindproduct geleverd aan de opdrachtgever (2e).

2.2.3. *Ontwerp*

Unihorn heeft tot slot een relatief grote ontwerp afdeling. Remo Hofland, team manager ontwerp, vertelde dat de opdrachtgevers voor ontwerp voornamelijk gemeentes en aannemers zijn (Interview A2). Gemeentes komen direct naar Unihorn voor een ontwerp van een bepaalt gebied (3a). Zij zetten vervolgens een aanbesteding uit waar aannemers op kunnen reageren. Als aannemers de opdrachtgevers zijn komt dit vanuit een tender. Een tender is een proces waarbij bedrijven een offerte kunne indienen om een opdracht te winnen (Aderuiter, 2024).

Een gemeente kan een tender uitzetten voor het vernieuwen van een winkelstraat. De aannemer levert dan het ontwerp, hoe ze het gaan doen en de prijs. De beste aannemer wint de tender.
Zodra er een opdracht is levert Unihorn het ontwerp. Hiervoor wordt allereerst een uitgebreid onderzoek gedaan (3b). Volgens Remo Hofland (Interview A2) worden hier vrijwel alle aspecten in meegenomen. Flora en fauna, riool, verlichting, waterhuishouding, vergunningen en omwonende zijn allemaal aspecten waar een ontwerper rekening mee moet houden. Daarnaast focust Unihorn nog expliciet op de duurzaamheid en moeten sinds kort ook de stikstofregels in acht nemen. Ook stakeholders zoals nutsbedrijven die kabels in de grond leggen moeten mee genomen worden in het proces. Aan de hand van al deze aspecten levert Unihorn een ontwerp (3c).
Het ontwerp wordt vervolgens opgeleverd aan de klant. Daarnaast verzorgt Unihorn de aanbestedingsdocumenten (3d) (Ontwerp, 2023). Ze leveren de tekeningen, stellen een concept versie van een contract op, maken een bouw-kostenbegroting en bepalen de bouwtijd (3e). Ook bij de contractvorming van de uiteindelijke aannemer kan Unihorn aan tafel zitten om advies te geven.
Het eindproduct is de begeleiding door het volledige proces (3f). Van opdracht tot uitvoering denk het adviesbureau mee en levert de benodigde documenten.

3 Onderzoeksvragen

3.1. Hoofdvraag

Hoe kan de implementatie van LVO-v, op basis van bitumenverouderingsmetingen, bijdragen aan duurzamer asfaltonderhoud waarbij aannemers gestimuleerd worden tot duurzaam asfaltonderhoud?

Het verduurzamen van asfaltonderhoud is van groot belang gezien die impact die wegen hebben op het milieu. Per ton asfalt wordt 7,65 Kg CO2 uitgestoten (Talma et al., 2021). Hiermee is het mogelijk om ongeveer 30Km asfalt leggen. Per jaar wordt er in Nederland 7,1 Mton asfalt aangebracht waarvan 27% door Rijkswaterstaat (Rijkswaterstaat & NewForesight, 2022). Dit resulteert in ongeveer 14,7 duizend kilo CO_2 uitstoot per jaar voor alleen het aanleggen van asfalt bij Rijkswaterstaat.

LVO-v (Levensduur verlengend onderhoud met verjongingsmiddel) kan hierbij een grote rol spelen. Dit chemisch product wordt op de weg gesmeerd en zorgt dat de bitumen langer flexibel blijven (Aa et al., 2018). Rafeling zal hierdoor uitgesteld worden omdat de bitumen pas later broos worden.

De afwezigheid van duidelijke prikkels voor aannemers om duurzamer asfaltonderhoud te gaan doen vormt een belangrijke belemmering. Aannemers worden doorgaans betaald per uitgevoerd onderhoud. Hierdoor hebben zij geen economisch belang bij verduurzaming van asfaltonderhoud. Dit zorgt ervoor dat zij niet tot nauwelijks investeren in duurzamere technieken of materialen die mogelijk hogere initiële kosten met zich meebrengen. Het korte termijn denken wordt gestimuleerd en staat innovaties in het onderhoud in de weg, ondanks de voordelen van duurzamere alternatieven zoals LVO-v.

3.2. Deelvragen

Welke technische en operationele mogelijkheden en tekortkomingen biedt LVO-v voor het verlengen van de levensduur van asfalt en het verminderen van de milieu-impact bij asfaltonderhoud?

LVO-v is een methode om de bitumen in asfalt flexibel te houden (Aa et al., 2018). Asfalt is opgebouwd uit steentjes en een mix van aggregaat, zand, vulstof en bitumen (Asfalt En Wegenbouw Nederland | TNO, 2001). De bitumen zijn het bindmiddel om alles bij elkaar te houden. Een soort lijm. Tot 1995 werd hiervoor teer gebruikt (DELTARES et al., 2024). Later is men er achter gekomen dat dit een kankerverwekkende stof is en is het vervangen voor bitumen. Bitumen gaat echter door veroudering maar een beperkte tijd mee waarna het broos wordt. Dit zorgt voor rafelingen, steentjes die los laten, in het asfalt. Bij het huidige beleid is dit vaak het moment dat de deklaag van het asfalt wordt gefreesd en er een nieuwe deklaag wordt aangebracht. Met LVO-v kan dit echter worden uitgesteld. De levensduur verlengende techniek zorgt ervoor dat de bitumen minimaal 3 jaar langer flexibel blijven voordat rafeling optreed (Aa et al., 2018).

Hoe kan, op basis van bitumenmetingen of digitale weginspectie data, het optimale toepassingsmoment van LVO-v bepaald worden voor effectief asfaltonderhoud?

Een groot probleem van LVO-v is dat het alleen toegepast kan worden als de bitumen nog niet broos is en het asfalt nog niet is gaan rafelen (Agentschap Wegen & Verkeer, 2022). Om dit te realiseren is een meetmethode nodig om de bitumenkwaliteit in het wegdek te meten. Op het moment is het alleen mogelijk om

bitumenkwaliteit in het lab te meten door middel van fourier-transformatie-infraroodspectroscopie (FTIR) (Qiu et al., 2023). Hierbij wordt de bitumen gescheiden van de rest van het asfalt en vervolgens geanalyseerd met FTIR.
Om de bitumen kwaliteit direct op het asfalt te meten zijn dus nog een aantal innovaties nodig. Er zijn echter al geruchten dat dit mogelijk is. Dit zou van cruciaal belang zijn om LVO-v op het juiste moment te kunnen implementeren.

Daarnaast lijkt een 'rafeling voorspellend model' veel potentie hebben. Inspech geeft een gedetailleerd inzicht in de staat van het areaal. Samen met de aanlegdata zou dit een voorspellende werking kunnen hebben. Omdat Inspech, in vergelijking met traditionele weginspecties, relatief snel gaat kan je een weg meerdere keren inrijden per levensduur. De aanlegdata kan dan vergeleken worden met de data van Inspech. Hiermee zou je mogelijk een voorspeling kunnen doen over de degradatie van het asfalt. Aan de hand van bepaalde parameters in, bijvoorbeeld, de aanleg gegevens maar ook in de weersomstandigheden, zou er mogelijk een prognose gemaakt kunnen worden wanneer het asfalt schades gaat vertonen. Hiermee zou vervolgens een voorspelling gemaakt kunnen worden, wanneer de eerste rafeling op gaat treden. Het moment van LVO implementatie kan aan de hand van deze gegevens bepaald worden.

Hoe creëren we, door middel van contractvormen, een drijfveer voor aannemers om duurzaam asfaltonderhoud te realiseren?
Deze vraag heeft betrekking op de kern van het probleem: de structurele belemmeringen die het verduurzamen van asfaltonderhoud momenteel in de weg staan. In het huidige systeem ontvangen aannemers een betaling per uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden, wat hen financieel stimuleert om regelmatig onderhoud uit te voeren, zelfs wanneer het niet strikt noodzakelijk is. Dit is problematisch omdat het niet het beste resultaat voor de lange termijn oplevert. In plaats van onderhoud te optimaliseren en levensduur verlengende technieken zoals LVO-v toe te passen, wordt er vaak gekozen voor kortetermijnoplossingen. Hierdoor wordt een toplaag vaker vervangen. Dit leidt niet alleen tot hogere kosten, maar ook tot een hogere milieu-impact.
Door te onderzoeken hoe we deze drijfveer kunnen creëren, kunnen we mogelijke oplossingen identificeren. De contractvorm zou bijvoorbeeld aangepast kunnen worden. Hierin zou bijvoorbeeld een beloningssysteem kunnen komen voor het toepassen van levensduur verlengende technologieën. Een andere methode zou een constructie kunnen zijn waarin de aannemer niet betaald krijgt per onderhoud maar voor de beschikbaarheid van de weg. Hoe minder vaak een weg is afgesloten vanwege onderhoud, hoe meer een aannemer betaald krijgt. Wel dient uiteraard de kwaliteit en daarmee veiligheid van de infrastructuur geborgd worden. Op basis van data kan mogelijk het asfaltonderhoud voorspeld worden.
Door deze deelvraag te beantwoorden, kunnen we dus inzicht krijgen in hoe het gedrag van aannemers kan worden veranderd en hen gestimuleerd kan worden om duurzamer te werk te gaan. Dit is een sleutelcomponent voor het daadwerkelijk kunnen verduurzamen van het asfaltonderhoud van Rijkswegen.

Hoe kan LVO-v, inclusief de bepaling van het toepassingsmoment, worden geïntegreerd in de primaire dienstverlening van Unihorn?
Unihorn is geen aannemer of LVO-v producent. Het bedrijf heeft hierdoor, op het eerste oog, weinig te maken met verjongingsmiddel. Door een antwoord te formuleren op deze onderzoeksvraag wordt gepoogd duidelijk te maken hoe LVO-v toch van waarde kan zijn voor Unihorn.

4 Literatuuronderzoek

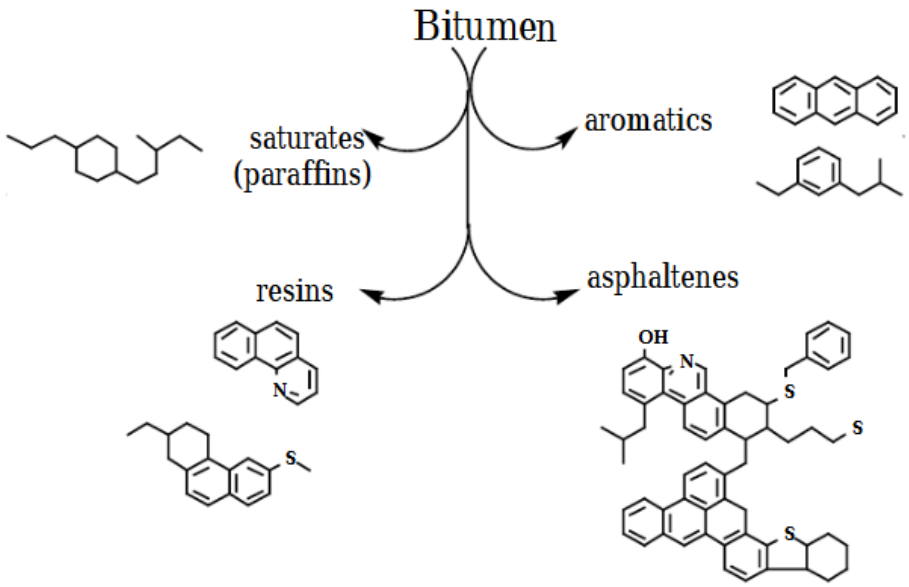
4.1. Natuurwetenschappelijk

4.1.1. Bitumen

Bitumen is een zwarte, viskeuze en semi-solide substantie die voornamelijk wordt verkregen als restproduct van de aardolieraffinage (Lesueur, 2009). Het wordt veel gebruikt als bindmiddel in asfaltwegen en als afdichtingsmateriaal in de bouw.

4.1.1.1. Chemische Samenstelling

Bitumen is opgebouwd uit een mengsel van koolwaterstoffen met verschillende grootte (Redelius, 2000). Daarnaast bevatten ze atomen als zwavel, stikstof, zuurstof en een aantal metalen zoals vanadium en nikkel.



Figuur 4. Bitumen opgedeeld in hoofdbestandsdelen (Masson & Lacasse, 1999).

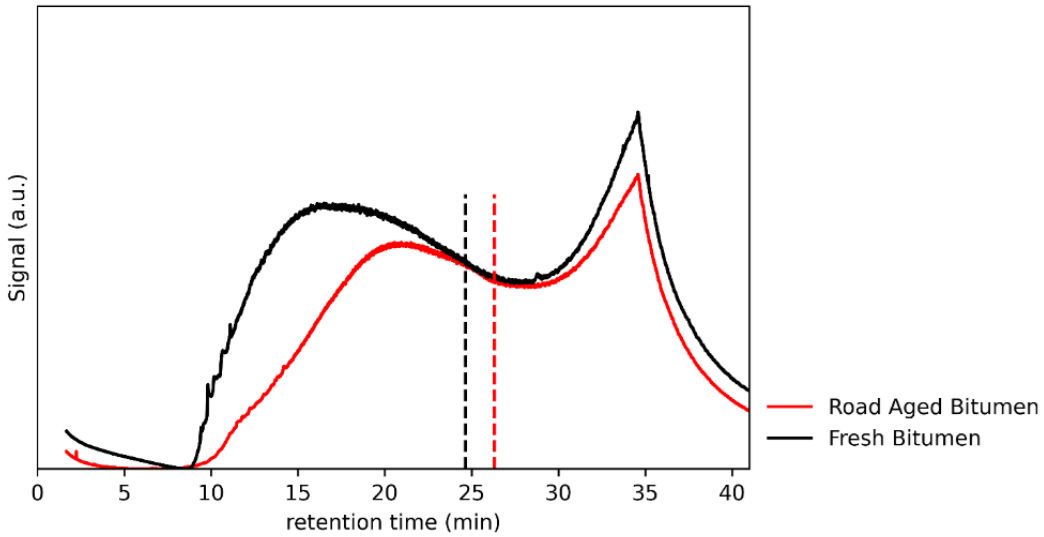
In Figuur 4 is te zien dat bitumen kan worden opgedeeld in 4 hoofdbestandsdelen *(Masson & Lacasse, 1999)*. De verzadigde vetzuren ('Saturates Paraffins' links boven) zijn eenvoudige koolwaterstoffen met een laag molecuulgewicht. De aromaten ('Aromatics' rechts boven) bevatten minder waterstoffen en zijn hierdoor minder verzadigd. Dit zorgt voor meer dubbele koolstofbindingen en aromatische ringen. De harsen ('Resins' links onder) bevatten nog meer cyclische structuren en daarnaast polaire groepen met stikstof, zuurstof en zwavel atomen. De asfaltenen ('Asphaltenes' rechts onder) bevatten de meest complexe structuren met een hoog molecuulgewicht. De verhouding tussen deze onderdelen wordt de 'SARA' verhouding genoemd (Prosperi & Bocci, 2021). Deze verhouding bepaalt vervolgens de flexibiliteit van de bitumen.

4.1.2. Bitumen Veroudering

Veroudering kan worden opgedeeld in drie type: Fysische en sterische verharding, verlies van lichte componenten door verdamping en oxidatie (Prosperi & Bocci, 2021). Fysische en sterische verharding is het hard worden van bitumen door afkoeling. Dit is omkeerbaar en dus niet interessant voor dit onderzoek.

4.1.2.1. Verdamping

Bij verdamping verdwijnen de kleine lichte moleculen uit de bitumen.

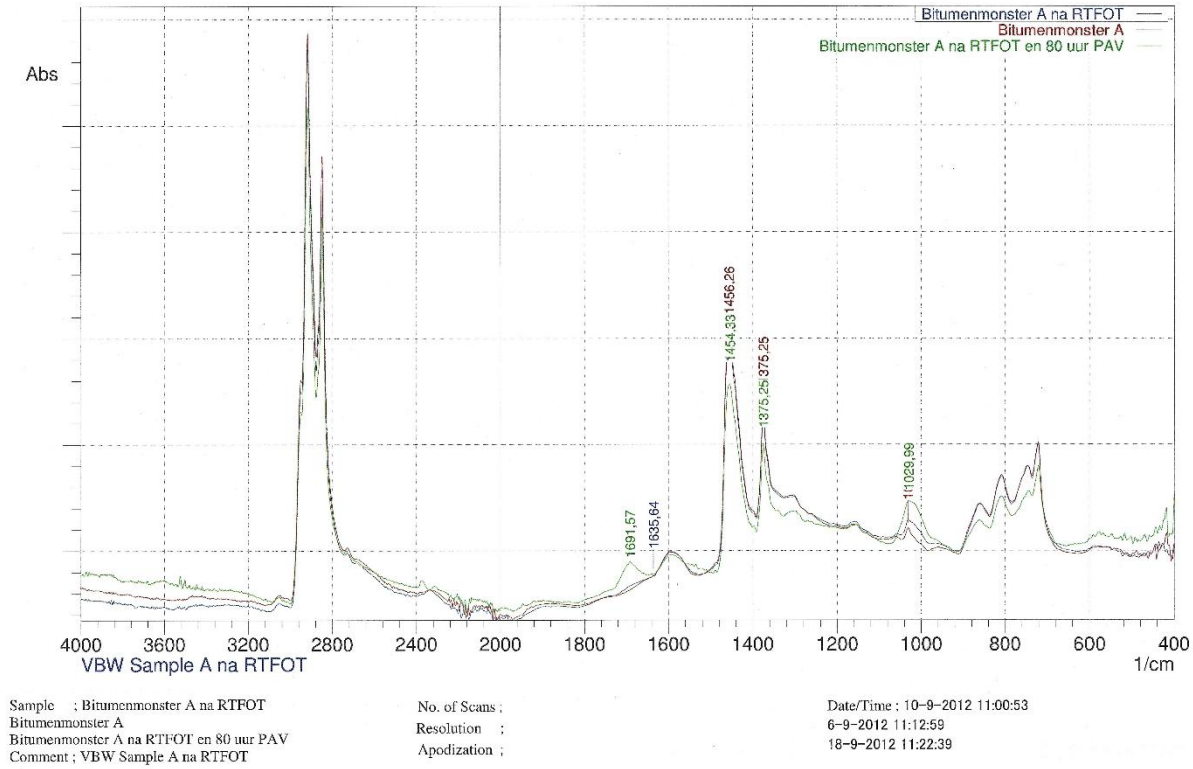


Figuur 5. Gas chromatografie grafiek van 'Road aged Bitumen' en 'Fresh Bitumen'. Lage 'retention time' staat gelijk aan kleine/lichte moleculen (Bijlage 3).

In figuur 5 is te zien dat bitumen die een langere tijd is gebruikt in een asfalt toplaag zijn lichte componenten ('saturates paraffins' en 'aromatics') is verloren. De hoeveelheid grotere moleculen ('Resins' en 'Asphaltenes') is daarin tegen gelijk gebleven. Hierdoor komt er een onbalans in de SARA verhouding (Prosperi & Bocci, 2021). De kleine moleculen zorgen voor de flexibiliteit van bitumen in asfalt (Prosperi & Bocci, 2021). Het asfalt wordt hierdoor dus stijver.

4.1.2.2. Oxidatie

Zodra bitumen voor langere tijd wordt blootgesteld aan de buitenlucht gaat het reageren met zuurstof. Dit proces wordt oxidatie genoemd (Soenen et al., 2016). De dubbele bindingen springen dan open waardoor de structuur van bitumen verandert.

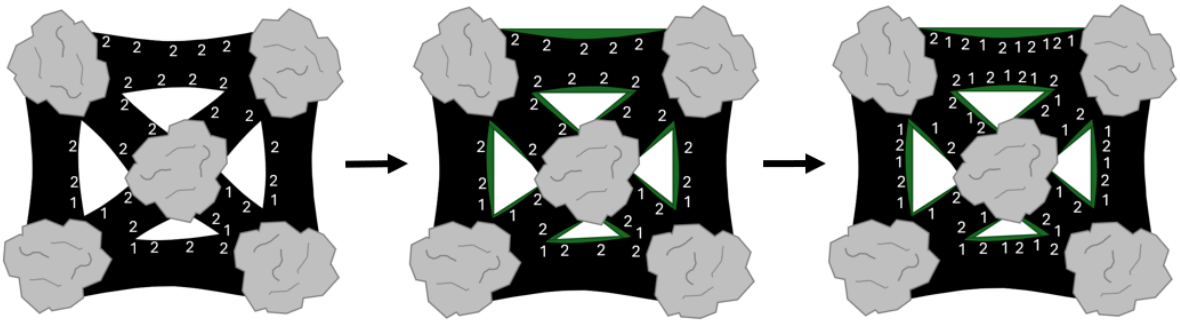


Figuur 6. FTIR absorsie spectrum van nieuwe bitumen en 80 uur intensief verouderde bitumen (Ooms producten laboratorium).

Een van de meeste gebruikte methoden om de mate van oxidatie van bitumen te meten is FTIR (Fourier transform Infrared Spectroscopy) (Pipantikos et al., 2024). Hierbij wordt infrarood op een bitumenmonster geschenen en aan de hand van de mate van absorptie kunnen de functionele groepen worden bepaald. Ook de veroudering van bitumen kan worden vastgesteld. In het lab wordt doormiddel van verschillende methoden zoals PAV (Pressure Aging Vessel) en geblazen lucht de bitumen verouderd (Pipintakos et al., 2021). Oxidatie zorgt voor verandering in structuur waardoor ook het absorptiespectrum veranderd. De meest maatgevende parameters voor veroudering zijn de keton groep en sulfoxide groep bij 1700 en 1030 cm^{-1} (Pipantikos et al., 2024). In Figuur 6 is te zien dat de FTIR op deze punten een hogere waarde aangeven bij de verouderde bitumen.

4.1.3. *LVO-v (Levensduur Verlengend Onderhoud met Verjongingsmiddel*

Levensduur verlengend onderhoud met verjongingsmiddel is een manier om de veroudering van bitumen te herstellen. Het zijn meestal chemische vloeistoffen gebaseerd op olie (Loise et al., 2019). Voorbeelden hiervan zijn olie geproduceerd uit cashewnoot schillen, plantaardige olie en bitumen zelf (Ongel & Hugener, 2015).

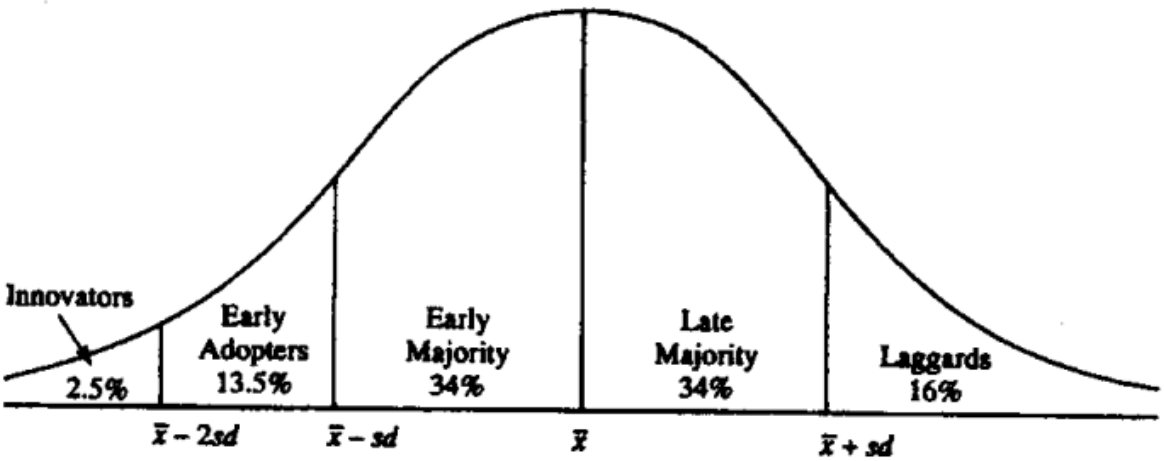


Figuur 7. Schematische weergave van verjongingsmiddel in bitumen. Grijs zijn de steentjes, zwart is de bitumen, 1 zijn de kleine moleculen en 2 zijn de grote moleculen. (Bijlage 3)

Het verjongingsmiddel zorgt dat de SARA verhouding weer in balans komt (Prosperi & Bocci, 2021). De verdwenen kleine moleculen die de bitumen flexibel maken moeten dus weer toegevoegd worden aan de chemische samenstelling. Dit proces gebeurd in vier stappen. Bij de eerste stap vormt het verjongingsmiddel een dunne laag om de bitumen. Vervolgens begint de vloeistof de bitumen binnen te dringen door het te verzachten. In de derde stap penetreert het volledig de bitumen en neemt de viscositeit af. Tot slot verspreid het zich na verloop van tijd over de volledige bitumen. In Figuur 7 is dit proces schematisch weergegeven.

4.2. Sociaalwetenschappelijk

4.2.1. Innovatie-Adoptie en -Diffusie



Figuur 8. Innovatie-adoptie en -diffusie model (Rogers, Singhal, & Quinlan, 2014)

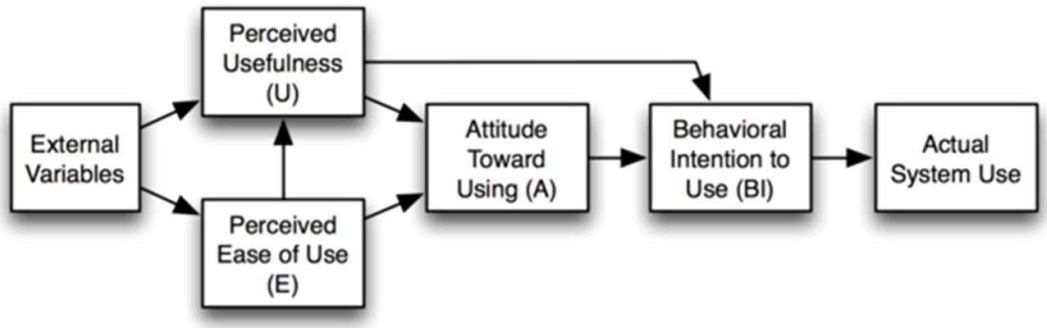
Het innovatie-adoptiemodel van Everett Rogers beschrijft hoe nieuwe ideeën en technologieën zich verspreiden binnen een samenleving of groep (Rogers, Singhal, & Quinlan, 2014). Dit model, ook wel bekend als de *Diffusion of Innovations*-theorie, verdeelt gebruikers van een innovatie in vijf categorieën op basis van hun bereidheid om iets nieuws te omarmen. Figuur 8 illustreert deze verdeling als een normaalverdeling, waarbij de groepen elkaar in tijd opvolgen.
De eerste groep, innovators (ongeveer 2,5%), bestaat uit risiconemers en visionairs die als eersten een nieuwe technologie of idee adopteren (Bossink, 2018). Ze zijn vaak goed geïnformeerd en beschikken over de middelen om risico's te nemen. Vervolgens komen de early adopters (13,5%). Zij hebben een belangrijke rol in het verspreiden van innovaties binnen hun sociale kring. Daarna volgt de grootste groep: de early majority (34%). Deze mensen zijn voorzichtiger, maar staan open voor verandering zodra de innovatie zich bewezen heeft. Zodra de zij de innovatie hebben geadopteerd volgt de late majority (34%) vaak snel. Zij adopteren pas wanneer de meeste mensen de innovatie al gebruiken. Zij zijn sceptischer en hechten waarde aan traditie. Tot slot zijn er de laggards (16%), die sterk vasthouden aan het oude en pas als allerlaatsten de innovatie overnemen.
Het ‘omslagpunt’ ligt tussen de Early Adopters en Early Majority (Bossink, 2018). De Innovators en Early Adopters zijn over het algemeen makkelijk te interesseren voor een innovatie. De overgang naar Early Majority gaat vaak moeilijker of lopen bedrijven op vast. Een belangrijke reden hiervoor is dat de eerste twee groepen vaak minder kritisch zijn. De groepen die hierna volgen stellen hogere eisen. Daarom wordt dit punt gezien als het omslagpunt. Roggers was het hier zelf niet mee eens (Bossink, 2018).

4.2.2. Open Innovatie

Open innovatie is een concept geïntroduceerd door Henry Chesbrough in zijn boek *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology* (2003). Het beschrijft een innovatieparadigma waarbij bedrijven zowel interne als externe ideeën en wegen gebruiken om technologie te ontwikkelen en op de markt te brengen.

Traditioneel vertrouwden bedrijven op een gesloten innovatiemodel, waarbij onderzoek en ontwikkeling volledig intern plaatsvonden. Chesbrough stelt dat deze benadering verouderd is vanwege factoren zoals de grotere beschikbaarheid van externe kennis, de mobiliteit van getalenteerde werknemers en de opkomst van durfkapitaal (Chesbrough, 2003). In plaats daarvan pleit hij voor een open innovatiemodel, waarin bedrijven actief externe ideeën en technologieën integreren en hun eigen innovaties delen met anderen.
Open innovatie wordt gekenmerkt door een aantal belangrijke principes die het onderscheiden van traditionele, gesloten innovatiemodellen. Ten eerste maakt open innovatie gebruik van zowel interne als externe ideeën om technologische ontwikkelingen en productverbeteringen te realiseren (Chesbrough, 2003). Bedrijven beperken zich dus niet langer tot alleen hun eigen R&D-afdeling, maar staan open voor kennis en innovaties van buitenaf, zoals universiteiten, startups, klanten of zelfs concurrenten. Daarnaast volgen bedrijven meerdere wegen naar de markt; innovaties hoeven niet altijd volledig in eigen huis te worden ontwikkeld en verkocht, maar kunnen bijvoorbeeld ook worden gelicentieerd aan andere partijen of via samenwerkingen op de markt worden gebracht. Een ander kenmerk is het flexibele omgaan met intellectueel eigendom: in plaats van alle technologieën strikt af te schermen, delen bedrijven soms bewust hun patenten of technologieën om bredere toepassingen en verdere innovatie te stimuleren. Licenties is hier een voorbeeld van. Bij dit intellectueel eigendom geeft een bedrijf, tegen betaling, het recht aan een andere organisatie om een product of dienst te produceren en verkopen (Bossink, 2018). Tot slot speelt samenwerking een centrale rol in open innovatie. Organisaties bouwen strategische partnerschappen met externe partijen om sneller en efficiënter te kunnen innoveren. Deze kenmerken maken open innovatie een dynamische en adaptieve benadering die aansluit bij een snel veranderende markt.

4.2.3. Technology Acceptance model (TAM)

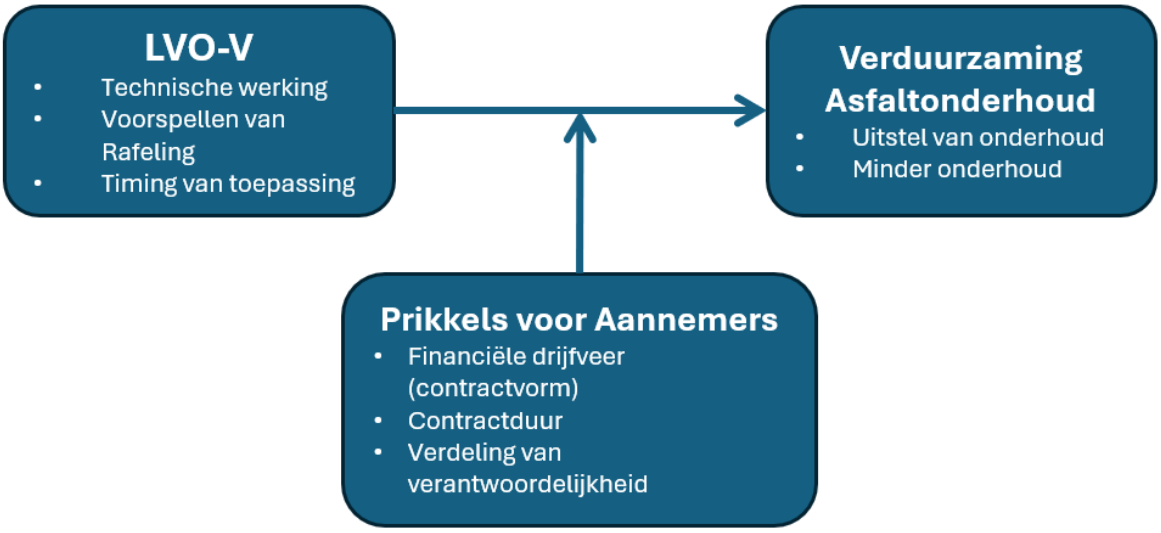


Figuur 9. Technology Acceptance Model (TAM) (Davis,1986)

Het Technology Acceptance Model (TAM), ontwikkeld door Davis (1986) en weergegeven in Figuur 9, is een veelgebruikte benadering om te verklaren hoe gebruikersgedrag de acceptatie van informatietechnologie beïnvloedt. Het model is breed toegepast en grondig geëvalueerd in de wetenschappelijke literatuur. Diverse meta-analyses en studies (zoals King & He, 2006; Schepers & Wetzels, 2007; Ma & Liu, 2004) bevestigen dat TAM een krachtig, betrouwbaar en valide instrument is om technologieacceptatie te voorspellen.

Volgens het model wordt de gedragsintentie om technologie te gebruiken beïnvloed door zowel de houding tegenover het gebruik als de ervaren bruikbaarheid van het systeem (Davis, 1986). Deze houding ontstaat op haar beurt uit de waargenomen bruikbaarheid (*perceived usefulness*) en gebruiksgemak (*perceived ease of use*). Davis (1986) omschrijft bruikbaarheid als "de mate waarin iemand verwacht dat een systeem zijn of haar prestaties zal verbeteren" (p.10), terwijl gebruiksgemak wordt gedefinieerd als "de mate waarin iemand denkt dat het systeem eenvoudig te gebruiken is" (p.12). Externe factoren kunnen beide percepties beïnvloeden (Venkatesh & Davis, 1996).
Hoewel de attitude in het oorspronkelijke model een centrale rol speelde, toonden Davis et al. (1989) later aan dat deze slechts een beperkte invloed heeft op gedragsintentie. Op basis hiervan adviseerden zij om attitude als aparte factor te schrappen en het model te versimpelen tot de drie hoofdcomponenten: *perceived usefulness*, *perceived ease of use* en *behavioural intention*.

5 Conceptueel Model

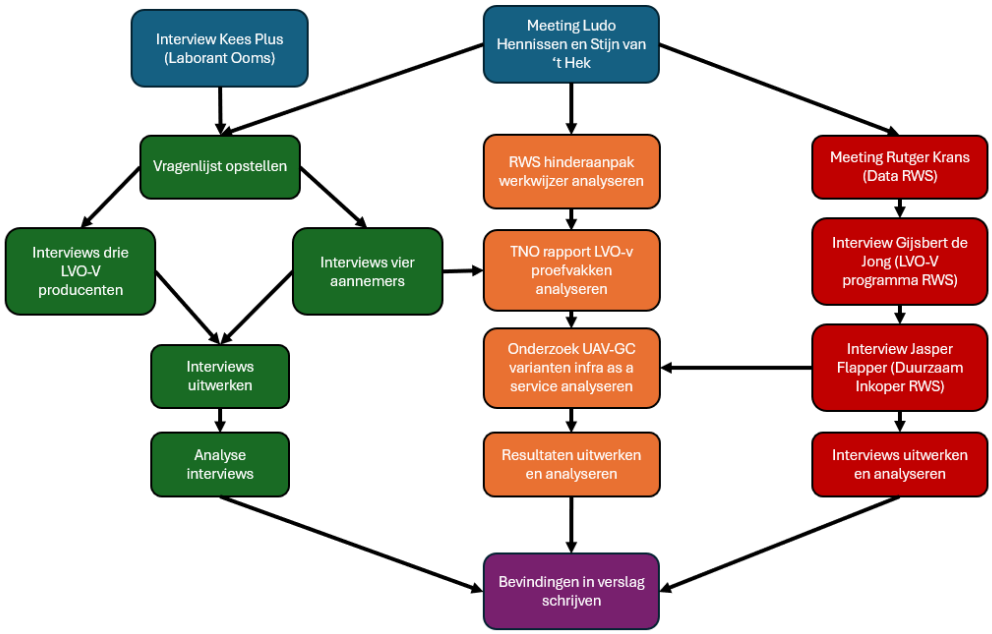


Figuur 10. Conceptueel model

Het conceptueel model uit Figuur 10 geeft een weergave van de concepten van het onderzoek en de relaties hiertussen. De hoofdthema's uit het onderzoek zijn LVO-v, verduurzaming van asfaltonderhoud en prikkels voor aannemers. LVO-v heeft een direct effect op de verduurzaming van asfaltonderhoud. Het stimuleren van aannemers heeft een modererend effect op deze relatie.
Aan de linkerkant van het model staat het technisch product LVO-v. Hierbij horen alle technische aspecten, mogelijkheden en tekortkomingen. Timing is hierbij een belangrijk onderdeel. Zoals in de literatuurstudie is beschreven moet verjongingsmiddel worden toegepast voordat de eerste rafelingen optreden. Wordt de emulsie echter te vroeg aangebracht wordt er niet het maximale uit de werking gehaald. Hiervoor zou je willen kunnen voorspellen wanneer de eerst rafeling optreed. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door bitumenkwaliteit direct op het asfalt te meten. Een andere methode zou kunnen zijn door, op basis van aanlegdata, visuele inspecties en weerdata, een model te ontwikkelen die de rafeling voorspelt.
De technische aspecten van LVO-v hebben direct invloed op de verduurzaming van asfaltonderhoud (rechts). Hiermee wordt voornamelijk het uitstellen van onderhoud bedoeld. Zoals in de literatuurstudie is beschreven houd LVO-v de bitumen flexibel. Hierdoor zal het langer duren voordat het asfalt begint met rafelen en de toplaag dus vervangen moet worden. Dit resulteert op de lange termijn in minder onderhoud. Hierdoor hoeft er minder asfalt aangebracht te worden wat duurzamer is.
Een drijfveer creëren voor aannemers heeft een modererend effect op deze relatie. Aannemers die open staan voor LVO-v en hier een financieel belang uit halen kunnen de adoptie van LVO-v sterk beïnvloeden. Dit zal voornamelijk gerealiseerd worden door de contractvorm aan te passen. Hierin zal een financieel belang voor de aannemer moeten worden opgenomen. Daarnaast zal de optimale contractduur moeten worden bepaald. Ook de verdeling van verantwoordelijkheid tussen Rijkswaterstaat en de marktpartij zal worden onderzocht.

6 Onderzoeksplan

Verschuren & Doorewaard (2010) stellen dat aan het begin van een onderzoek drie keuzes gemaakt dienen te worden. De eerste keus is *breed-* of *diep onderzoek* waarin beslist word of er op grote schaal onderzocht wordt of op kleine schaal de diepte in wordt gegaan. Aan de hand van de onderzoeksvragen is te zien dat een brede aanpak voor dit onderzoek het beste past. Het natuurwetenschappelijk onderzoek vergt enige diepgang zoals is bereikt in het literatuuronderzoek. Voor met name onderzoeksvraag drie is het echter van belang een breed beeld te krijgen van de markt.
Daarna moet er worden gekozen tussen *kwalitatief* onderzoek of *kwantitatief* onderzoek. Hier is gekozen voor een kwalitatieve aanpak. Het voeren van interviews helpt bij een breed beeld krijgen van de markt. Interviews vallen onder kwalitatief onderzoek.
Tot slot zal gekozen moeten worden tussen *empirisch* of *deskresearch* (Verschuren & Doorewaard, 2010). Voor het laatste is reeds bestaande dat nodig. Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat deze data niet voldoende aanwezig is om antwoord te geven op de onderzoeksvraag. Er is daarom voor empirisch onderzoek gekozen.



Figuur 11. Onderzoeksplan empirisch onderzoek.

Het onderzoeksplan weergegeven in figuur 11 komt voort uit de eerder gemaakte keuzes. Het begint met de meeting met Ludo Hennissen van Rijkswaterstaat en Stijn van 't Hek van Dura Vermeer (Blauw). Ludo Hennissen is Programmamanager transitie pad duurzame wegverhardingen en een grote naam binnen de wereld van areaal onderhoud. Stijn van 't Hek is directeur infra binnen Dura Vermeer. Samen met Jeroen Bleeker (Directeur Unihorn) kwamen zij tot het probleem dat onderzocht wordt in dit onderzoek. Hoe kan het wegenonderhoud duurzamer, efficiënter en voorspeld worden. Tijdens deze meeting werd bepaald welke stakeholders van

belang zijn bij dit onderzoek. Wie moeten worden geïnterviewd om een breed en accuraat beeld te krijgen van de situatie. Met behulp van deze stakeholders zou vervolgens een antwoord geformuleerd moeten worden op de onderzoeksvraag.

6.1. LVO-v Producenten en Aannemers

Aan de linkerkant van het onderzoeksplan (Groen) bevinden zich de LVO-v producenten en aannemers. Hiervoor moet allereerst een vragenlijst worden opgesteld. In deze vragenlijst moeten de belangrijke aspecten uit het onderzoek gevraagd worden. De vragenlijst voor LVO-v producenten moet anders zijn dan voor aannemers zodat deze stakeholders binnen hun expertisegebied kunnen antwoorden.
De drie LVO-v producenten die geïnterviewd worden zijn Esha, Latexfalt en Pavecare. Dit zijn de meest relevante en grote producenten in Nederland. Esha is de grootste en tevens gevalideerd door Rijkswaterstaat (Esha Infra Solutions, z.d.). Het is interessant om producenten van verjongingsmiddel te interviewen omdat zij de LVO-v uiteindelijk moeten leveren. Zij weten wat er mogelijk is en wat de limitaties zijn. Deze interviews moeten dan ook antwoordgeven op de linker kant conceptueel model.
De vier aannemers die geïnterviewd gaan worden zijn Dura Vermeer, Besix, Dostal en Heijmans. Dit zijn de enige aannemers in Nederland die in een variabel onderhoudscontract zitten. Een variabel onderhoudscontract is een vernieuwde contractvorm voor het onderhoud van rijkswegen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023). Deze aanpak legt de nadruk op gelijkwaardige samenwerking tussen Rijkswaterstaat en marktpartijen, waarbij gezamenlijk wordt gewerkt aan het beheren van de onderhoudsbehoefte binnen het beschikbare budget. Het contract is gebaseerd op zes kernwaarden: veiligheid, beschikbaarheid, betrouwbaarheid, klanttevredenheid, duurzaamheid/milieubewustheid en borging van de netwerkkwaliteit. Door deze waarde gedreven benadering wordt flexibiliteit in het onderhoudsproces bevordert. Een aannemer kan bijvoorbeeld voorstellen een onderhoud te vervroegen of uit te stellen, mocht dit efficiënter zijn. Het eerste district met een variabel onderhoudscontract is Zuid Nederland (SiWo contranct) waar Dura Vermeer, KWS en Besix onder vallen. Oost Nederland heeft een vergelijkbaar contract met Dostal en Heijmans. Deze aannemers zijn interessant omdat ze zich reeds bezig houden met voorspelbaarheid en efficiëntie omdat dit een grote rol speelt in de contracten. Deze stakeholders zullen dan ook antwoord moeten geven op de voorspelbaarheid van asfaltonderhoud uit het linker deel van het conceptueel model. Daarnaast zullen ze, vanuit het perspectief van de aannemer, kijken naar hoe er een belang gecreëerd kan worden voor aannemers om verjongingsmiddel toe te passen (onderkant van conceptueel model).
Deze acht interviews moeten vervolgens uitgewerkt zodat de antwoorden geanalyseerd kunnen worden. De antwoorden kunnen vervolgens met elkaar vergeleken worden. Omdat elke LVO-v producent en aannemer dezelfde vragen krijgen kunnen de antwoorden naast elkaar worden gezet. Hierin kunnen vervolgens overeenkomsten en verschillen worden gevonden.

6.2. Rijkswaterstaat

Binnen Rijkswaterstaat zijn ook een aantal interessante stakeholders die geïnterviewd gaan worden (Rood). Rutger Krans is een belangrijke naam en komt in vrijwel elk gesprek terug als het over data binnen Rijkswaterstaat gaat. De heer Krans is programma manager van het programma “Voorspellend asfaltonderhoud met big data”. Hij is invloedrijk op het gebied van data binnen Rijkswaterstaat. Data

is belangrijk voor dit onderzoek omdat het moment van LVO-v implementatie bepaald zou kunnen gaan worden op basis van data.
Na het interview met Rutger Krans wordt een interview gehouden met Gijsbert de Jong. De heer de Jong is implementatiemanager verjonging crème asfalt bij Rijkswaterstaat. Deze persoon bezit alle kennis op het gebied van LVO-v binnen Rijkswaterstaat. Hij weet welke toepassingen er al gedaan worden en wat de tekortkomingen hierin zijn. Naast het perspectief vanuit de aannemers en producenten van verjonging crème is het ook interessant om te kijken vanuit het perspectief van Rijkswaterstaat op LVO-v. Hierbij zullen de verschillen tussen bedrijven (aannemers en LVO-v producenten) en overheidsinstanties (Rijkswaterstaat) naar boven komen.
Deze interviews moeten uitgewerkt worden zodat de resultaten geanalyseerd kunnen worden. De resultaten kunnen, in tegenstelling tot het groene deel van het onderzoeksplan, niet vergeleken worden met elkaar. Het is echter wel mogelijk om de bijzonderheden uit de gesprekken onder elkaar te zetten. Daarnaast kunnen de bevindingen uit de interviews met Rijkswaterstaat een perspectief bieden om mee naar de andere interviews te kijken.

6.3. Documenten

Om het empirisch onderzoek een brede basis te geven worden er drie type documentatie geanalyseerd. Het rapport van TNO is hier een van. In dit rapport zijn de resultaten van een aantal proefvakken van Rijkswaterstaat opgenomen. Het doel was om de werking van een aantal soorten verjongingsmiddelen te vergelijken. Daarnaast werd het getest op verschillende type wegen en op verschillende momenten aangebracht.
In het document ‘RWS Hinderaanpak Werkwijzer’ staan de richtlijnen, regels en doelstelling van RWS van de snelwegen in Nederland. Hierin staan bijvoorbeeld duurzaamheidsdoelstellingen en regels over wegafzettingen.
In het onderzoek naar contractvormen heeft RWS gekeken naar hoe contracten er uit zouden moeten zien voor duurzaamheid. Hierin wordt gekeken naar het verschil tussen de verantwoordelijkheid bij RWS leggen of bij de aannemer zelf. Dit is een belangrijk document voor de onderkant van het conceptueel moel.

De bevindingen van zowel de groene, rode en oranje onderdelen van het onderzoeksplan zullen samengebracht worden in het empirisch onderzoek (Paars). De analyse van de resultaten zal proberen een antwoord te formuleren op de hoofd- en deelvragen.

7 Empirisch onderzoek

7.1. Technologische Mogelijkheden en Tekortkomingen

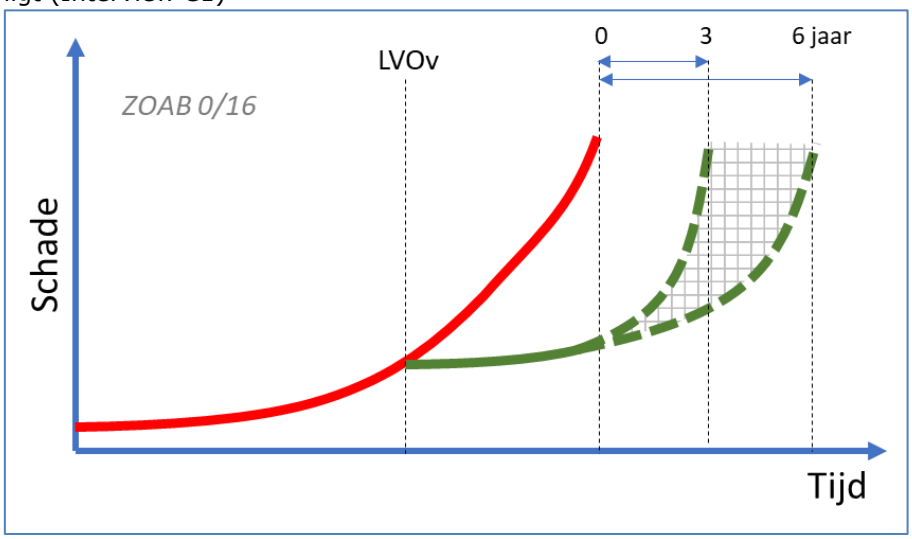
7.1.1. Mogelijkheden

LVO-v biedt diverse technische en operationele mogelijkheden voor het verlengen van de levensduur van asfalt. Allereerst maakt het preventieve toepassing mogelijk, waardoor de slijtage en rafeling van asfalt worden vertraagd. Door het verouderingsproces van bitumen vroegtijdig aan te pakken, wordt het bindmiddel weer flexibeler en stelt het rafeling uit (Interview C2). De kleine moleculen worden opnieuw toegevoegd aan de bitumen (Interview C2). Hierdoor kan het volledig vervangen van de toplaag aanzienlijk worden uitgesteld. In praktijk blijkt een levensduurverlenging van twee tot zes jaar per behandeling haalbaar (Bijlage 1). Dit is afhankelijk van de leverancier en staat van het asfalt. In extreme gevallen wordt het onderhoud zelfs met 12 jaar uitgesteld.
Een van de meest belangrijke mogelijkheid van verjongingscrème is de vermindering in de hoeveelheid asfalt die moet worden aangelegd. LVO-v zorgt dat een weg langer mee gaat waardoor onderhoud wordt uitgesteld (Bijlage 1). Dit resulteert op de lange termijn in minder onderhoud waardoor minder asfalt hoeft worden aangelegd. Verjongingsmiddel verduurzaamd hiermee het asfaltonderhoud. Zowel de hoeveelheid productie van asfalt als het transport en de uitstoot bij aanleg worden verlaagd. Er zijn minder grondstoffen nodig en de CO_2-uitstoot wordt beperkt.
LVO-v kan daarnaast ook per rijstrook worden toegepast (Bijlage 1). Niet elke rijstrook slijt even hard. Zo slijt de rechter rijstrook, door vrachtverkeer, over het algemeen sneller (Interview D2). Hierdoor is het vaak zo dat de rechter rijstrook een keer extra vervangen moet worden. Verjongingsmiddel kan dit verschil oplossen door rijstroken los te behandelen. Daarnaast kan het ook meerdere keren gedurende de levenscyclus van de weg worden herhaald (Bijlage 1). Op deze manier kan het maximale uit het asfalt worden gehaald.
Een belangrijke operationele winst van LVO-v is dat het aanzienlijk minder hinder veroorzaakt dan traditionele onderhoudsmethoden, omdat toepassing relatief snel en met minimale afsluitingen kan plaatsvinden (Interview D2). Dit resulteert in een kortere duur van verkeershinder, wat naast praktische voordelen ook maatschappelijke kosten verlaagt. Deze operationele winst past perfect binnen de 'Hinderaanpak' van Rijkswaterstaat waar gefocust wordt op het beperken van verkeershinder (*Bijlage 5*). De nadruk ligt hier op vroegtijdige, integrale planning en bonussen voor het voorkomen van verkeershinder.
Daarnaast kan LVO-v een rol spelen in het oplossen van het vele achterstallig onderhoud (Interview B2 en B4). En snelle maatregel die onderhoud 2 tot 6 jaar uitstelt zorgt voor meer tijd voor ander onderhoud.

7.1.2. Tekortkomingen

Ondanks deze voordelen bestaan er ook een aantal technische en operationele tekortkomingen bij het gebruik van LVO-v. Eén van de voornaamste uitdagingen is de technologische validatie. Niet alle producenten beschikken over volledige validatie door Rijkswaterstaat (Bijlage 1). Dit komt met name door de remstroefheid van het wegdek direct na toepassing. Het wegdek is dan gladder door de emulsie waardoor de minimale remstroefheid niet wordt gehaald (Interview C2). Er is hierdoor slechts één leverancier (Esha) gevalideerd en heeft hiermee een monopolie

positie (Bijlage 1). Dit zorgt ervoor dat er geen marktwerking is en Esha een machtspositie krijgt. Voor Rijkswaterstaat, een overheidsinstantie, is dit niet wenselijk.
Verder speelt weersgevoeligheid een grote rol bij de operationele beperkingen van LVO-v. De toepassing kan alleen plaatsvinden onder gunstige weersomstandigheden: droog, met een minimale temperatuur van circa 5 graden Celsius en lage luchtvochtigheid (Bijlage B3). Ideale weersomstandigheden is een zonnetje en boven de 20 °C (Interview C1). Dit vermindert operationele flexibiliteit en bemoeilijkt de planning. Werkzaamheden moeten soms langdurig vooruit gepland worden. Dit zorgt voor een financieel risico wat nu volledig bij de aannemer ligt (Interview C1)



Figuur 13. Visuele weergave van degradatie van een asfaltweg over de tijd (Rood). Hieraan toegevoegd de verandering in degradatie curve bij het aanbrengen van LVO-v (Groen). (Bijlage 4)

Tot slot is timing een belangrijke tekortkoming. Schades aan asfalt lopen exponentieel op (zie Figuur 13). Het moment van aanbrengen bepalen wordt hierdoor moeilijker. Te vroeg aanbrengen geeft niet het maximale effect. Daarnaast is het volgens Dostal (Interview B2) zonde van het geld. Te laat is echter ook niet effectief omdat reeds verloren steentjes niet kunnen worden terug gehaald (Interview C3). Het stopt tijdelijk de verdere degradatie door de bitumenbruggen tussen de steentjes weer flexibel te maken, maar herstelt de ontstane rafeling niet (Interview C2). Idealiter breng je het verjongingsmiddel aan vlak voordat de eerste rafeling optreed (Interview C1). Hiervoor zou je deze rafeling willen voorspellen.

7.2. Moment van aanbrengen

Hoe kan, op basis van bitumenmetingen of digitale weginspectie data, het optimale toepassingsmoment van LVO-v bepaald worden voor effectief asfaltonderhoud?

Er zijn drie manieren om het moment waarop LVO-v wordt aangebracht te bepalen (Interview D1):

1. Bitumenkwaliteit direct op de weg meten.
2. Rafeling voorspellen aan de hand van data.
3. Periodiek

Bitumenkwaliteit direct op de weg meten zou de meest accurate manier zijn. De techniek is echter nog niet voldoende ontwikkeld om accuraat toe te passen (Interview A3). FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy) is zeer gevoelig voor vocht en zal dus nooit rijdend gemeten kunnen worden. Alle vocht uit een stuk asfalt onttrekken is nagenoeg onmogelijk.
Een scan apparaat wat de verhouding steentjes bitumen kan vastleggen zou mogelijk wel kunnen werken. Hierbij zou aan de hand van deze verhouding iets kunnen worden gezegd over de veroudering van de bitumen. De scanapparaten zijn hiervoor nog niet ver genoeg ontwikkeld.
Rafeling voorspellen aan de hand van data is een manier om het juiste moment van LVO-v toepassen te bepalen (Interview D1). Uit interviews is gebleken dat er een aantal belangrijke aspecten zijn die zorgen voor veroudering:

- Aanleg data (Interview A3 en B4)
- Bitumenkwaliteit bij aanleg (Interview B2 en C1)
- Vorst dooi cycly en zoutstrooien (A3 en C1)
- UV (Interview A3 en C1)
- Verkeers Belasting (Interview A3)

Met al deze data zou je een model kunnen maken wat de rafeling voorspelt. Door de data van oude wegen te bekijken en deze te vergelijken met het moment waarop rafeling optreed, zou je dit moment voor andere wegen kunnen voorspellen. De controle moet worden gedaan aan de hand van weg inspecties. Dit zouden visuele inspecties kunnen zijn of LCMS-2 inspecties. Visuele inspecties, denk aan Inspech, gebruiken camera’s en kunnen dus goed rafeling herkennen. LCMS-1 heeft een te lage resolutie en is slecht in het herkennen van rafeling (Bijlage 4). LCMS-2 daarin tegen heeft een hogere resolutie en is wel in staat rafeling te detecteren.
Volgens Heijmans (Interview B4) heeft de TNO reeds geprobeerd aan de hand van LCMS data een voorspellend model te maken. Het probleem blijkt echter dat Rijkswaterstaat vrijwel alle data in bezit heeft maar dit niet openbaar maakt (Interview B2 en D1). Daarnaast blijkt uit het gesprek met dataspecialisten Rutger Krans en Luuk Hopman van Rijkswaterstaat (Interview D1) dat de eerder genoemde data er wel is maar niet geanalyseerd kan worden. Dit komt bijvoorbeeld omdat ze nog in PDF bestandjes zitten.
Tot slot is het mogelijk om een weg periodiek te behandelen. Dit is de manier waarop het op het moment wordt gedaan. Esha (interview C1) adviseert bijvoorbeeld om na 4 jaar te kijken wat de staat van de weg is. Behandelen met verjongingsmiddel moet volgens hen binnen 5 jaar.
Op de korte termijn is de laatste optie, periodiek aanbrengen, de meeste efficiënte manier. Zowel het rafeling voorspellend model als een apparaat wat bitumenkwaliteit direct op de weg meet zijn nog niet ontwikkeld. Een levensduur voorspellend voorspellend model zal waarschijnlijk de hoogste kans van slagen hebben. Deze manier is relatief goedkoop omdat de data reeds beschikbaar is. Deze

technieken sluiten elkaar niet uit en zouden parallel aan elkaar gebruikt kunnen worden (Interview D1).

7.3. Integreren in het huidige beleid

Hoe creëren we, door middel van contractvormen, een drijfveer voor aannemers om duurzaam asfaltonderhoud te realiseren?

7.3.1. Huidige contracten

Rijkswaterstaat heeft op het moment twee soorten contracten met variatie binnen de contracten: BOC (Basis Onderhouds Contracten) en DBFM (Disign , Build, Finance en Maintain) contracten.

7.3.1.1. BOC contract

BOC contracten worden over het algemeen gebruikt om de wegen van Rijkswaterstaat te onderhouden. Deze contracten duren vrijwel altijd 4 jaar en hebben als belangrijkste kenmerk dat Rijkswaterstaat de Assetmanager is (Interview D3). Dit betekent dat Rijkswaterstaat de metingen doet en het areaal monitort. Zij bepalen vervolgens ook welk type onderhoud op welke locatie en op welk moment gedaan moet worden. De aannemer, die een bepaald gebied heeft gekregen, is vervolgens verantwoordelijk voor de uitvoer van dit geplande werk. Een belangrijke tekortkoming bij dit contract is de termijn. 4 Jaar wordt over het algemeen als te kort ervaren (Interview B2). Er wordt weinig verantwoordelijkheid genomen. Aannemers zijn snel geneigd alleen het hoogst nodige te doen. Daarnaast krijgt een aannemer in deze contracten betaald voor het aanleggen van asfalt (Interview C1). Hoe meer asfalt er wordt aangelegd, hoe meer hij verdient. Dit creëert geen motivatie tot verduurzamen door juist minder asfalt aanleggen.

7.3.1.2. DBFM contract

DBFM contracten duren veel langer, vaak 25 tot 30 jaar (Interview D3). Het grote verschil met BOC contracten is dat de aannemer hier de assetmanager is. Dit betekent dat de aannemer zelf de metingen doet en bepaalt welk onderhoud op welk moment uitgevoerd moet worden. Een DBFM contract begint vaak bij een aannemer die GO (groot onderhoud) uitvoert (Interview C1). Hierbij wordt zowel de toplaag als tussenlagen en soms zelfs de fundering vervangen. De aannemer is vervolgens de resterende contractduur verantwoordelijk voor de prestatie van de weg (Interview D3). Omdat de aannemer de assetmanager is, is hij dan ook vrij in het kiezen van het type onderhoud en moment.
De F (Finance) component creëert echter vaak problemen bij DBFM contracten (Interview D2). Aan het begin van het contract worden er afspraken gemaakt over wanneer welk onderhoud gedaan wordt (Interview B4). Op basis van deze tijdlijn wordt bepaalt op welke momenten de bank geld vrijmaakt voor het afgesproken onderhoud. Mocht de weg echter harder achteruit gaan dan gedacht kan je het onderhoud niet naar voren schuiven omdat je het geld nog niet krijgt. Blijkt een weg echter nog goed te zijn is het ook niet mogelijk het onderhoud uit te stellen omdat het geld al vrij gegeven wordt. Dit zorgt voor een tekort aan flexibiliteit binnen het contract.

7.3.2. LVO-v Integreren

LVO-v kan op meerdere manieren geïntegreerd worden in het huidige systeem van Rijkswaterstaat. De meest eenvoudige manier is de maatregel simpelweg toevoegen aan de BOC contracten (Interview D3). In deze contracten is Rijkswaterstaat de assetmanager en is dus in staat te bepalen welk onderhoud waar uitgevoerd moet worden. Verjongingscreme zou hier aan kunnen worden toegevoegd. Dit bied als

voordeel dat Rijkswaterstaat de controle houd. Daarnaast is dit op de korte termijn waarschijnlijk de meest haalbare optie omdat deze contracten al lopen.
Het nadeel is echter dat je hierdoor geen marktwerking hebt. Waar een aannemer een financieel belang heeft om efficiënt te werken, heeft een overheidsinstantie dit minder. Dit zal er hoogstwaarschijnlijk in resulteren dat de verjongingscrème te laat of pas na rafeling wordt aangebracht. Daarnaast blijft het financieel risico, van bijvoorbeeld verandering in weersomstandigheden, bij de aannemer liggen.
De contractduur blijft hier ook een probleem. Aannemers zullen, ervan uitgaande dat er op de korte termijn meerdere gevalideerde LVO-v's op de markt zijn, sneller geneigd zijn een goedkoop verjongingsmiddel aan te schaffen wat minder lang mee gaat. Modimuls ZV (Latexfalt) is iets duurder maar gaat 6 jaar (Interview C2). Dit maakt het efficiënter en duurzamer vanuit een maatschappelijk perspectief. Voor een aannemer is dit echter niet interessant omdat het contract maar 4 jaar duurt. Idealiter zou deze contractduur verlengd moeten worden. Als de samenwerking echter niet goed verloopt creëert dit wel een risico (Interview B1).

DBFM contracten zijn voor LVO-v stukken beter. Omdat de aannemer zelf de assetmanager is gaat hij opzoek naar de meest effectieve manier van onderhoud. Verjongingsmiddel wordt dan ook veel vaker ingezet op DBFM contracten (Interview B4 en C1). Na de aanleg van een nieuwe weg wordt dan besloten om bijvoorbeeld na 6, 12 en soms 18 jaar verjongingsmiddel preventief toe te passen (Interview C2). Omdat de prestaties van verjongingsmiddel nog al varieert (Bijlage 1), zou de F component idealiter uit de contracten gehaald moeten worden (Interview D2). Bij deze DBM contracten houd Rijkswaterstaat de regie over het geld waardoor verandering in onderhoudsmoment besproken kunnen worden. Op de A27 (Everdingen-Hooipolder) wordt met een DBM contract van 15 jaar geëxperimenteerd (Interview D3). Hoge kosten en risicobeheersing zorgen er echter voor dat dit contract hier niet de volledige potentie haalt.
In een onderzoek van Sweco is gekeken naar IaaS (Infra as a Service) (Bijlage 6). Hierin zijn drie varianten op een UAV-GC contract gemaakt. Dit zijn BOC contracten waarbij de aannemer, naast het uitvoeren, ook het ontwerp van de weg maakt. Rijkswaterstaat stelt de eisen voor het resultaat (Interview D3). Variant 2 heeft de meeste potentie voor verjoningscrème. In dit contract staan expliciete bonussen voor gewenste resultaten. Als in het ontwerp rekening gehouden wordt met duurzaamheid, beperken van verkeershinder en snelheid van uitvoering, staat hier een bonus tegenover. LVO-v zou hier mooi in passen als duurzame maatregel.

7.4. Mogelijkheden voor Unihorn

Op het eerste gezicht lijkt het toepassen van verjongingsmiddel (LVO-v) niet direct aan te sluiten bij de kernactiviteiten van Unihorn. Unihorn is immers geen aannemer of producent van onderhoudsmiddelen, maar een advies- en ingenieursbureau dat zich richt op inspecties, laboratoriumonderzoek en ontwerp binnen infrastructuurprojecten (Interview A1). De uitvoering van onderhoudsmaatregelen zoals LVO-v valt in principe buiten hun primaire dienstverlening.
Om toch een antwoord te geven op de deelvraag '*Hoe kan LVO-v, inclusief de bepaling van het toepassingsmoment, worden geïntegreerd in de primaire dienstverlening van Unihorn?'* is voornamelijk het bepalen van het moment van aanbrengen interessant.

Zoals in paragraaf 7.2. besproken is het moment van aanbrengen belangrijk voor de effectiviteit van verjongingsmiddel. Voornamelijk voorspellen op basis van data lijkt hierbij een potentiële methode. Hierbij zijn inspecties om rafeling te detecteren van groot belang (zie 7.2.). Uit het onderzoek van TNO blijkt dat LCMS 1, de huidige

methode voor weginspecties, niet goed genoeg is in het detecteren van rafeling (Bijlage 4). LCMS 2 heeft een hogere resolutie en is beter in staat om rafeling vast te leggen. Het huren van een LCMS apparaat is echter duur (12 duizend euro per dag) wat een belemmering is voor grootschalige toepassing (Interview B4). Unihorn zou hier van grote waarde kunnen zijn. Het adviesbureau beschikt namelijk over Inspech, dat visuele schade aan asfalt detecteert en classificeert (Interview A1). Inspech detecteert rafeling door middel van camera beelden en artificiële intelligentie. Dit maakt het goedkoop en betrouwbaar.
Deze unieke waarde stelt Unihorn in staat om een sleutelrol te spelen in het bepalen van het optimale toepassingsmoment van LVO-v. Door visuele inspectiedata van Inspech, gecombineerd met aanlegdata en eventueel weers- en verkeersbelastinginformatie, kan een voorspellend modellen ontwikkeld worden.
Op deze manier hoeft Unihorn de toepassing van verjongingsmiddelen niet zelf uit te voeren om toch een essentiële schakel in het proces te vormen. Door haar data en adviesrol slim in te zetten, kan het bedrijf LVO-v integreren in haar primaire dienstverlening als expert in inspectie. Bovendien versterkt deze aanpak Unihorns positie als innovatieve marktleider en past het binnen de strategische koers van het bedrijf om voorop te lopen in de markt (Interview A1).

8 Discussie

8.1. Bitumen en LVO-v

De relatie tussen de literatuurstudie en het empirisch onderzoek binnen dit onderzoek is duidelijk complementair. De literatuur biedt de noodzakelijke theoretische onderbouwing, terwijl het empirisch onderzoek zich richt op de praktische toepasbaarheid van LVO-v.

Bij het thema bitumen biedt de literatuurstudie een gedetailleerde beschrijving van de chemische opbouw van bitumen (zie 4.1.1). Het beschrijft dat bitumen uit SARA-componenten bestaat, en hoe veroudering door verdamping van lichte componenten en oxidatie leidt tot stijfheid en het loslaten van steentjes. Deze kennis wordt gebruikt als basis om het empirisch onderzoek te begrijpen. Hier wordt alleen gefocust op het effect van LVO-v op verouderd asfalt, zonder de chemie van bitumen zelf te behandelen (zie 7.1.). De literatuur is hier dus essentieel om te begrijpen waarom LVO-v zou moeten werken.

Voor verouderingsprocessen beschrijft de literatuur verschillende mechanismen (oxidatie, verdamping, sterische verharding) en hoe deze chemisch verlopen. In het empirisch onderzoek wordt oxidatie niet behandeld. Verdamping wordt wel erkend, maar ligt de focus op het praktische behandelen ervan met verjongingsmiddelen. Er wordt niet beperkt in gegaan op de onderliggende processen. Wederom biedt de literatuur de noodzakelijke achtergrondkennis die nodig is om de effectiviteit van LVO-v in de praktijk te beoordelen.

Bij het onderzoek naar LVO-v zelf wordt dit patroon voortgezet. De literatuur beschrijft nauwkeurig hoe verjongingsmiddel op chemisch gebied werkt (Zie 4.1.3.). Het empirisch onderzoek richt zich daarentegen op praktische aspecten, zoals kosten, operationele voordelen en mogelijkheden (Zie 7.1.1.). Beide benaderingen zijn waardevol, maar zonder het chemische inzicht uit de literatuur blijft de praktische werking van LVO-v moeilijk te doorgronden.

Tekortkomingen van verjongingsmiddel worden niet behandeld in het literatuuronderzoek. Er is hier weinig tot geen onderzoek naar gedaan in de literatuur. Het empirisch onderzoek geeft een duidelijk overzicht van alle tekortkomingen zoals weersgevoeligheid en validatie (Zie 7.1.2.). Ook hier legt de literatuur de chemische basis en bouwt de empirie hier praktisch op door.

Deze vergelijking laat zien dat de literatuurstudie de fundamentele kennis levert om het empirisch onderzoek inhoudelijk te begrijpen en te interpreteren. Zonder de chemische inzichten in bitumen en veroudering zou het lastig zijn om de resultaten opgedaan in het empirisch onderzoek goed te kunnen beoordelen. Daarnaast is er weinig tot geen onderzoek gedaan naar verjongingsmiddel in de literatuur. Dit zorgt ervoor dat het grootste deel van de resultaten uit de empirische studie komen.

8.2. Moment van aanbrengen

Een belangrijk thema binnen het onderzoek naar LVO-v is het bepalen van het optimale toepassingsmoment, waarbij het voorspellen van rafeling centraal staat.. De literatuur richt zich hierbij vooral op de meetmethode FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), die de oxidatiegraad van bitumen vaststellen en daarmee de mate van veroudering in kaart brengen (Zie 4.1.2.). Deze methode werkt

uitstekend in gecontroleerde laboratoriumomstandigheden en biedt nauwkeurige inzichten op moleculair niveau.
In de praktijk blijkt deze techniek echter moeilijk toepasbaar. FTIR is zeer gevoelig voor vocht, wat directe meting op de weg onmogelijk maakt (Zie 7.2.). Het empirisch onderzoek stelt daarom drie alternatieven voor: bitumenmetingen direct op het wegdek, het voorspellen van rafeling op basis van historische en actuele data, en een eenvoudige periodieke toepassing.
Hoewel deze praktijkgerichte oplossingen minder nauwkeurig zijn dan de theoretische modellen, zijn ze realistischer en beter uitvoerbaar binnen de huidige technologische context. Het laat zien dat er een groot verschil zit tussen theoretische bevindingen en bevindingen uit de praktijk. In de praktijk spelen er vaak meer aspecten een rol dan in de literatuur is onderzocht.

8.3. Sociaalwetenschappelijk onderzoek en contracten

Het innovatie-adoptiemodel van Rogers (2014) legt uit hoe nieuwe technologieën zich geleidelijk verspreiden via groepen zoals innovators, early adopters en uiteindelijk de early en late majority. In het literatuuronderzoek wordt dit model theoretisch onderbouwd (Zie 4.2.1.). Uit het empirisch onderzoek kan vervolgens worden herleid dat LVO-v zich momenteel aan de linkerkant van het model bevindt (rond de fase van early adopters). Aannemers en opdrachtgevers die vooroplopen passen de techniek al toe, maar brede acceptatie blijft uit (Zie 5.3.). Dit bevestigt het omslagpunt in het model: de overgang naar de early majority blijkt lastig. Het model verklaart daarmee waarom LVO-v, ondanks bewezen effectiviteit, nog niet op grote schaal is geïmplementeerd.

Het concept van *open innovatie*, zoals beschreven door Chesbrough (2003), benadrukt het belang van het delen van kennis, samenwerking tussen organisaties en het benutten van zowel interne als externe ideeën (Zie 4.2.2.). Hierdoor zou volgens het model innovatie worden versneld door samenwerking tussen partijen. Deze benadering staat echter in contrast met de praktijk zoals geschetst in het empirisch onderzoek. Daar blijkt dat Rijkswaterstaat, als centrale overheidsinstantie, beschikt over uitgebreide data over asfaltveroudering en wegonderhoud (Zie 7.2.). Deze informatie maken ze echter niet toegankelijk voor marktpartijen of onderzoekers. Veel data is opgeslagen in interne systemen en worden niet gedeeld. Dit belemmert de ontwikkeling van voorspellende modellen voor LVO-v-toepassing aanzienlijk.
Het verschil tussen theorie en praktijk is hier dat open innovatie uitgaat van transparantie en samenwerking, terwijl Rijkswaterstaat in de praktijk juist terughoudend is met het delen van data. Waar Chesbrough’s model pleit voor het benutten van externe kennis, werkt Rijkswaterstaat met interne systemen en gesloten databestanden. Hierdoor wordt het potentieel van samenwerking en innovatie belemmert, ondanks dat de theorie juist stelt dat het delen van informatie essentieel is voor succesvolle technologische vooruitgang.

Tot slot legt het TAM (Technologie Acceptance Model) *(Davis,1986)* in de literatuurstudie de basis voor de integratie in de contracten uit het empirisch onderzoek (zie EO Deelvraag 3). Het Technology Acceptance Model stelt dat de acceptatie van een technologie vooral wordt bepaald door twee factoren: de waargenomen bruikbaarheid (*perceived usefulness*) en de gebruiksvriendelijkheid (*perceived ease of use*). Deze beïnvloeden samen houding van de markt richting de innovatie en zo indirect de motivatie om een technologie daadwerkelijk te gebruiken. Het TAM legt met deze factoren de basis voor de integratie van LVO-v in

de contracten. Uit het empirisch onderzoek blijkt namelijk dat LVO-v op twee manieren geïntegreerd kan worden (Zie 7.3.). Verjongingsmiddel als verplichte maatregel in BOC contracten is de meest eenvoudige vorm maar haalt niet het maximale uit het product. De duur is bijvoorbeeld tekort en er ligt weinig verantwoordelijkheid bij de aannemer. DBFM contracten duren langer en hier is de aannemer de assetmanager. Dit zorgt er voor dat de verantwoordelijkheid bij de aannemer ligt. In het beste geval zouden het DBM contracten zijn waarbij Rijkswaterstaat het geld bezit en er geen banken in beeld zijn. Beide onderzoeken proberen hier de innovatie aan de man te brengen. De literatuur doet dit echter in een theoretisch model waar de empirie op zoek gaat naar praktische oplossingen. Op deze manier legt ook hier de literatuur de basis voor het empirisch onderzoek. Het beschrijft in brede lijnen waar markt adaptatie van afhankelijk is. In de empirie wordt vervolgens naar specifieke oplossingen gezocht.

8.4. Mogelijkheden voor Unihorn

Hoe LVO-v bij kan dragen in de primaire processen van Unihorn wordt niet behandeld in de literatuurstudie. Dit heeft als voornaamste reden dat er geen wetenschappelijke literatuur te vinden is betreffende Unihorn of Inspech. Ook camera systemen of LCMS is weinig tot geen onderzoek naar gedaan. Uit het empirisch onderzoek blijkt echter duidelijk dat Inspech van waarde kan zijn in het bepalen van het ideale onderhoudsmoment (Zie 7.4.). Inspech is een goedkope methode voor visuele inspecties en bovendien goed in staat rafeling te detecteren. Met behulp van deze data zou je rafeling kunnen gaan voorspellen en het juiste moment van LVO-v toepassing kunnen bepalen.

8.5. Implicaties

De resultaten uit dit onderzoek impliceren dat technologische innovatie alleen niet voldoende is om asfaltonderhoud te verduurzamen. Hoewel LVO-v technisch en operationeel veel voordelen biedt, zal de daadwerkelijke implementatie in de praktijk sterk afhangen van de contractuele en institutionele omgeving. Dit betekent dat Rijkswaterstaat en andere opdrachtgevers actief moeten inzetten op het herontwerpen van contractvormen om duurzame technieken zoals LVO-v aantrekkelijk te maken voor aannemers. Alleen dan kunnen innovaties daadwerkelijk grootschalig worden toegepast en zal verduurzaming van het wegennet werkelijkheid worden.
Het onderzoek is specifiek gericht op Rijkswaterstaat en is daarom voor deze overheidsinstantie het meest van waarde. Provincies, gemeentes en andere landen zullen echter deels dezelfde problemen ervaren als Rijkswaterstaat waardoor het onderzoek ook voor hen van waarde kan zijn. Daarnaast zou ook het product breder getrokken kunnen worden. LVO-v zal niet de enige en laatste duurzame maatregel zijn die door de huidige contractvormen niet opgeschaald kan worden.
Voor de literatuur is dit onderzoek van waarde omdat het de praktijk laat zien. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat er weinig onderzoek gedaan is naar LVO-v in de praktijk en de toepassing in de markt. Dit onderzoek geeft een breed beeld van de mogelijkheden en obstakels van verjongingsmiddel in de Nederlandse markt.

8.6. Zwaktes

Een belangrijke tekortkoming in dit onderzoek is het gebrek aan beschikbare literatuur over contractvorming, LVO-v en technieken om rafeling te voorspellen. De literatuurstudie biedt een basis door de chemische samenstelling van bitumen te beschrijven en in te gaan op innovatie modellen. Het ontbreekt echter, door een

tekort aan literatuur, aan daadwerkelijke diepgang op het gebied van bijvoorbeeld contracten. Hierdoor is het onderzoek sterk afhankelijk van empirische gegevens, voornamelijk verkregen via interviews. Hoewel deze informatie waardevol is, verlaagt het de wetenschappelijke validiteit omdat uitspraken niet getoetst kunnen worden aan bestaande theorieën of eerdere onderzoeken. Dit beperkt bovendien de generaliseerbaarheid van de bevindingen.

Een tweede, hieruit voortkomende zwakte is dat de vergelijking tussen literatuur en empirie in bepaalde thema's nauwelijks tot stand kan komen. De literatuurstudie is in het onderzoek gebruikt als basis waar het empirisch onderzoek vervolgens op kan voortbouwen. Hierdoor zijn er weinig thema's die zowel in de literatuur als in de empirie worden behandeld. Vooral bij onderwerpen waar de literatuur ontbreekt en het empirisch onderzoek domineert, is het niet mogelijk om overeenkomsten of verschillen te herkennen tussen theorie en praktijk. Dit belemmert een kritische reflectie en maakt de discussie minder analytisch sterk.

Vervolgonderzoek zou zich moeten richten op het vaststellen van het optimale toepassingsmoment van verjongingscrème, aangezien dit de effectiviteit van LVO-v bevordert. Met name het voorspellen van rafeling aan de hand van historische en actuele data lijkt hierin de meeste potentie te bieden. Door factoren zoals aanlegdata, verkeersbelasting, weersinvloeden en weginspecties te combineren, kan mogelijk een voorspellend model worden ontwikkeld dat rafeling voorspelt.
Een dergelijk model zou niet alleen bijdragen aan een efficiëntere inzet van verjongingsmiddelen, maar ook het gehele asfaltonderhoud voorspelbaarder en planmatiger maken. Dit kan leiden tot minder ongeplande ingrepen, lagere onderhoudskosten en een verdere vermindering van milieubelasting. Daarnaast zou het Rijkswaterstaat en aannemers in staat stellen om beter onderbouwde keuzes te maken binnen onderhoudscontracten, wat de adoptie van duurzame technieken verder kan stimuleren.

9 Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat LVO-v (Levensduur verlengend Onderhoud met Verjongingsmiddel) een veelbelovende techniek is om de duurzaamheid van asfaltonderhoud te vergroten. Het literatuuronderzoek legt de basis, waarna het empirisch onderzoek nieuwe inzichten verschaft. Zo maakt verjongingsmiddel het mogelijk om de levensduur van asfalt met 2 tot 6 jaar, en in sommige gevallen zelfs tot 12 jaar, te verlengen. Dit resulteert in minder onderhoud, lagere kosten en aanzienlijke milieuwinst doordat minder asfalt geproduceerd en verwerkt hoeft te worden. Ook operationeel biedt LVO-v voordelen. De toepassing veroorzaakt minder hinder en kan per rijstrook worden ingezet, wat flexibiliteit biedt bij ongelijke slijtage.

Tegelijkertijd kent LVO-v nog belangrijke beperkingen. De toepassing is sterk weersafhankelijk en kan alleen onder gunstige omstandigheden worden uitgevoerd, wat risico’s met zich meebrengt voor aannemers. Ook is timing cruciaal omdat het middel maximaal presteert als het wordt toegepast voor rafeling. De technologie om veroudering van bitumen direct op het wegdek te meten is echter nog niet beschikbaar. Een haalbaar alternatief is het voorspellen van rafeling op basis van data. Het gebrek aan open innovatie en beperkte datatoegang bij Rijkswaterstaat belemmerd deze methode echter. Periodiek toepassen heeft op de korte termijn het meeste potentie maar de laagste nauwkeurigheid.

LVO-v bevindt zich momenteel in de fase van ‘early adopters’. Voor bredere acceptatie is een contractuele stimulans nodig om de overstap naar de ‘early majority’ te realiseren. De huidige BOC-contracten stimuleren aannemers niet om LVO-v toe te passen, omdat zij worden betaald per uitgevoerd werk en baat hebben bij frequenter onderhoud. LVO-v zou hier echter als verplichte maatregel in kunnen worden toegepast. DBFM-contracten bieden betere kansen, omdat aannemers hier zelf verantwoordelijk zijn voor het assetmanagement en dus belang hebben bij levensduurverlenging. Deze contractvorm heeft echter beperkte flexibiliteit omdat de bank het geld beheert. De meest kansrijke aanpak lijkt dan ook een DBM contract waarbij de aannemer de assetmanager is en Rijkswaterstaat het geld bezit.

Kortom, LVO-v heeft het potentieel om asfaltonderhoud structureel te verduurzamen, maar wordt door de bovenstaande beperkingen gehinderd om grootschalig geïmplementeerd te worden. Met de juiste contractvorm en toepassingsmoment kan het echter van grote maatschappelijke waarde zijn.

10 Literatuurlijst

Aa, R. van der, Aalst, W. van, Bouman, F., Paffen, P., Schackmann, P. P., Thé, P., Vilsteren, I., & Voskuilen, J. (2018). Levensduurverlengend onderhoud met verjongingsmiddelen (LVO-V); toelichting op de weg naar implementatie. RWS, GPO.

Aderuiter. (2024, September 26). Wat is een tender? LemonB. https://tenderb.nl/kennisbank/basisbegrippen/wat-is-een-tender/

Agentschap Wegen & Verkeer. (2022). Schade aan wegverhardingen: Catalogus. Vlaanderen is Wegen en Verkeer.

Asfalt en wegenbouw Nederland | TNO. (2001, September 17). tno.nl/nl. https://www.tno.nl/nl/duurzaam/infrastructuur/asfalt/

Bossink, B. (2018). *Innovatie management* (1ste editie). Noordhoff Uitgevers.

BrainCreators. (2021). BrainCreators and Unihorn extend their partnership to conquer the road maintenance market with INSPECH, the AI-based digital road inspector. Moermanskkade. https://www.braincreators.com/news/braincreators-and-unihorn-extend-their-partnership-to-conquer-the-road-maintenance-market-with-inspech-the-ai-based-digital-road-inspector

Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.

CROW. (2023). Restlevensduur (asfaltverharding). CROW Kennisplatform. https://data.crow.nl/thesaurus/term/2749E26B-B493-4B74-8371-736010F98919

Davis, F. D. 1986, A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results. Doctoral Dissertation, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. Management Science, 35(8), 982‑1003. https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982

De weg naar duurzaam wegonderhoud. (z.d.). Inspech.com. Geraadpleegd op 21 maart 2025, van https://inspech.com/nl/

DELTARES, TNO, Klein, E. Al., & Denier Van Der Gon, E. Al. (2024). Wegdekslijtage ten gevolge van het wegverkeer. In Rijkswaterstaat – WVL, Emissieschattingen Diffuse Bronnen. https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/25D%20-%20Factsheet%20Wegdekslijtage%20wegverkeer_202405302.pdf

Esha Infra Solutions. (z.d.). *Levensduurverlengend en preventief asfaltonderhoud*. Geraadpleegd op 19 april 2025, van https://www.esha.nl/producten/asfaltonderhoud/levensduurverlengend-en-preventief-asfaltonderhoud

King, W. R., & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. Information & Management, 43(6), 740‑755. https://doi.org/10.1016/j.im.2006.05.003

Lesueur, D. (2009). *The colloidal structure of bitumen... Advances in Colloid and Interface Science*, 145(1–2), 42–82

Levensduurverlengend onderhoud in de Coentunnel | Esha Infra Solutions. (n.d.). Esha Infra Solutions. https://www.esha.nl/projecten/LVO-V coentunnel-2023

Loise, V., Caputo, P., Porto, M., Calandra, P., Angelico, R., & Rossi, C. O. (2019). A review on Bitumen Rejuvenation: Mechanisms, materials, methods and perspectives. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 20). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/app9204316 (Loise et al., 2019)

Ma, Q., & Liu, L. (2004). The technology acceptance model: A meta-analysis of empirical findings. Journal of Organizational and End User Computing, 16(1), 59-72. https://doi.org/10.4018/978-1-59140-474-3.ch006

Masson, J. F., & Lacasse, M. A. (1999). A review of adhesion mechanisms at the crack sealant/asphalt concrete interface. In *3rd International RILEM symposium on durability of building and construction sealants* (pp. 259-274).

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023, February 7). *Variabel onderhoud wegen Zuid-Nederland*. https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2023/01/rijkswaterstaat-start-met-vernieuwde-aanpak-bij-contract-voor-variabel-onderhoud-wegen-zuid-nederland

Ontwerp. (2023, May 22). Unihorn. https://unihorn.nl/expertise-ontwerp/

Over Inpech. (z.d.). Inspech.nl. Geraadpleegd op 13 maart 2025, van https://inspech.com/nl/company

Over Unihorn. (2024, January 4). Unihorn. https://unihorn.nl/over-unihorn/

Pipintakos, G., Soenen, H., Ching, H. V., Vande Velde, C., Van Doorslaer, S., Lemiere, F., & Varveri, A. (2021). Exploring the oxidative mechanisms of bitumen after laboratory short-and long-term ageing. *Construction and Building Materials*, *289*, 123182. (Pipintakos et al., 2021)

Pipintakos, G., Sreeram, A., Mirwald, J., & Bhasin, A. (2024). Engineering bitumen for future asphalt pavements: A review of chemistry, structure and rheology. *Materials & Design*, 113157 (Pipantikos et al., 2024)

Prosperi, E., & Bocci, E. (2021). A review on bitumen aging and rejuvenation chemistry: Processes, materials and analyses. *Sustainability*, *13*(12), 6523.

Qiu, J., Stegeman, R., Huurman, R., Diemer, J.-W., & AsfaltNu. (2023). PMB DETECTIE IN OUD ASFALT (Door BouwCirculair). https://moederbestek.nl/wp-content/uploads/2023/10/bijlage-3-MEMO-FTIR-bij-oud-asfalt-BOUWcirculair-versie-def.pdf

Redelius, P. G. (2000). Solubility parameters and bitumen. *Fuel*, *79*(1), 27-35.

Rijkswaterstaat & NewForesight. (2022, mei 16). Roadmap transitiepad wegverharding. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2014). Diffusion of innovations. In *An integrated approach to communication theory and research* (pp. 432-448). Routledge.

Schepers, J., & Wetzels, M. (2007). A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects. Information & Management, 44(1), 90-103. https://doi.org/10.1016/j.im.2006.10.007

Soenen, H., Lu, X., & Laukkanen, O. V. (2016). Oxidation of bitumen: Molecular characterization and influence on rheological properties. *Rheologica acta*, *55*, 315-326. (Soenen et al., 2016)

Staatscourant 2021, 43211 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen. (2021, October 15). https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2021-43211.html

Talma, A., Steenbeek, J., & S. de Haan. (2021). Ketenanalyse Asfalt 2021. In L. Wiersma (Red.), Ketenanalyse Asfalt 2021 (2.0). https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/p0005-prod-b24ed4bd9ec3440d82663a9531074c0e/public/skao_publication_document/0001/20/3357a99a22482787d912d0d05a082e6ccdc00e1e.pdf

Unihorn. (2025, March 12). Unihorn. https://unihorn.nl/
Venkatesh, V., & Davis, F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test. Decision sciences, 27(3), 451-481.
Verschuren, P.J.M., & Doorewaard, H. (2010). Designing a Research Project (2nd ed.). Boom uitgevers Amsterdam. (Verschuren & Doorewaard, 2010)

12 Appendix

12.1. Bijlage 1 (Producenten vergelijking)

	Latexfalt (Interview C2)	Esha (Interview C1)	PaveCare (Interview C3)
Validatiestatus	Gedeeltelijk gevalideerd. De werking is gevalideerd maar de remstroefheid nog een knelpunt na het aanbrengen nog niet.	Volledig gevalideerd (werking én stroefheid).	Gedeeltelijk gevalideerd. De werking is gevalideerd maar de stroefheid nog niet.
Probleem met stroefheid?	Ja, vooral in de beginfase na applicatie.	Nee, succesvol opgelost.	Ja, kort na aanbrengen.
Aantal producten	Twee. Een voor voor open (Modimuls ZV) en een voor dicht asfalt (Neomex Eco).	Eén product: Pentax. Pentax M wordt getest.	Eén product.
Toepasbaarheid asfaltsoorten	Open en dicht asfalt (met specifiek product).	Alle soorten. Afhankelijk van de dichtheid wordt de hoeveelheid aangepast	Alleen open asfalt. Niet voor DAB.
Wanneer toepassen?	Idealiter voordat rafling is opgetreden.	Idealiter voordat rafeling is opgetreden. Advies: Binnen 5 jaar na aanleg	Voor maximale werking vroeg in het verouderingsproces.
Herhaalbaar gebruik	Ja	Ja	Ja
Gemiddelde levensduurverlenging	Minimaal 6 jaar. Tot 12 jaar	2 - 5 jaar, tot 12 jaar bij herhaling.	3 - 5 jaar gemiddeld.
Kan het aangebracht worden na rafeling	Alleen bij lichte rafeling.	Ja. Je fixeert dan de rafeling.	Alleen bij lichte schade.
Weercondities voor applicatie	Geen regen of vorst.	Droog, boven de 10°C en een lage luchtvochtigheid.	Droog, >5°C, <85% luchtvochtigheid.
Uitvoering per rijstrook mogelijk?	Ja.	Ja.	Ja.
Reactietijd na aanvraag	Niet genoemd.	Binnen 24 uur mogelijk.	Binnen 1–3 weken.
Belemmeringen	Normale contracten te kort en validatie stroefheid.	Starre planning en risico bij de aannemer.	Trage validatie; korte contracten.
Voorkeurscontracten	DBFM-contracten (20 jaar).	DBFM-contracten met lange looptijd.	Langdurige onderhoudscontracten.

12.2. Bijlage 2 (Discussieschema)

Thema	Antwoord Literatuurstudie	Antwoord Empirisch Onderzoek	Overeenkomsten	Verschillen	Redenen
Bitumen	Bitumen bestaat uit SARA-componenten (Masson & Lacasse, 1999). Veroudering door verdamping en oxidatie leid tot verstijving van de bitumen en loslaten van steentjes (Prosperi & Bocci, 2021).	Geen direct onderzoek naar bitumen. Alleen wat LVO-v met de bitumen doet.	n.v.t	Literatuur focust op chemische processen van bitumen. Empirisch onderzoek kijkt alleen naar effect van LVO-v op bitumen.	Literatuur legt de basis die nodig is om LVO-v te begrijpen.
Verouderings-processen	Bij Oxidatie springt de dubbele binding open wat zorgt voor een voor verandering in de structuur. (Soenen et al., 2016)	Oxidatie wordt niet behandeld in de literatuurstudie.	n.v.t	n.v.t.	Literatuur legt de basis die nodig is om LVO-v te begrijpen. Oxidatie kan niet worden tegengegaan met LVO-v.
	Bij verdamping verdwijnen de lichte componenten uit de SARA-verhouding. (Prosperi & Bocci, 2021)	Verdamping wordt erkend als veroudering. Focus ligt op het tegengaan van deze veroudering. (Zie 5.1.1.)	Beide erkennen verdamping als type veroudering	Literatuur legt het proces chemisch uit. Empirisch onderzoek kijkt alleen naar het effect van LVO-v op deze veroudering.	Literatuur legt de basis om LVO-v te begrijpen.
LVO-v	LVO-v is een olie substantie wat in de bitumen trekt. Het gaat verdamping tegen en stelt onderhoud uit.	• LVO-v stelt onderhoud gemiddeld 2 tot 6 jaar uit. • Het kost 3,- per m^2. • Het brengt de milieu impact omlaag omdat asfalt langer mee gaat.	Beiden beschrijven wat LVO-v is en erkennen dat het onderhoud uitstelt.	In de literatuurstudie ligt de focus op de chemische werking terwijl is het empirisch	De literatuur geeft de benodigde achtergrond kennis om praktijk te begrijpen.

	(Prosperi & Bocci, 2021)	• Het kan per rijstrook aangebracht worden. • Minimale en minder verkeershinder (5.1.1.)		onderzoek de nadruk ligt op de praktische toepassing.	
	Tekortkomingen van LVO-v worden niet besproken.	• Maar 1 marktpartij gevalideerd • Juiste weer omstandighed en nodig • Timing van toepassen belangrijp voor effectiviteit. (5.1.2.)	n.v.t.	n.v.t.	Literatuurstudie wordt gebruikt als basis voor het empirisch onderzoek. Daarnaast is deze informatie niet beschikbaar in de literatuur.
Rafeling voorspellen voor optimale toepassings-strategie	FTIR methode wordt uitgelegd. Het kan oxidatie en dus asfalt veroudering meten. (Pipantikos et al., 2024).	Drie manieren om moment van toepassen te bepalen: bitumenmeting direct op de weg, rafeling voorspellen op basis van date en periodiek toepassen. (5.2.)	Beide bespreken manieren om bitumen te meten.	Uit de literatuur komen methode die werken in theorie en in het lab. Uit de empirie komen antwoorden die praktisch gericht zijn.	Praktijk is anders dan theorie en laboratorium.
Innovatie-adoptie	Innovatietheorie van Rogers wordt uitgelegd. Diffusie gaat via fases van adoptie. Omslagpunt bij early majority blijkt lastig. (Rogers, Singhal, & Quinlan, 2014)	Uit het empirisch onderzoek kan afgeleid worden dat LVO-v in de vroege fase zit. (5.3)	Beiden onderkennen het belang van adoptieproces.	Theorie beschrijft generiek model, praktijk wijst op concrete barrières en oplossingen.	Theorie helpt verklaren waarom LVO-v nog niet breed toegepast wordt.
Open innovatie	Open innovatie is de Integratie van interne en externe ideeën tussen partijen. Informatie en ideeën blijven niet meer	Voor LVO-v is brede samenwerking nodig voor succesvolle toepassing. Rijkswaterstaat houd echter alle data intern wat	Beide bespreken openheid tussen partijen	Theorie beschrijft ideaal beeld. Praktijk wordt beperkt door geslotenheid van data binnen	praktijk is vaak ingewikkelder dan theorie.

	achter gesloten deuren maar worden slim gedeeld. (Chesbrough, 2003)	snelle innovatie beperkt. (5.2.)		Rijkswatersta at.	
TAM en contracten	TAM Laat zien dat een aantal parameters bepalen hoe makkelijk een innovatie wordt geadopteerd. Perceived ease of use en perceived usefulness bepalen de houding tegenover een product. (Davis,1986)	LVO-v kan worden geïntegreerd in BOC contracten waar het een verplichte maatregel is. Simpele oplossing maar contract te kort en te weinig verantwoordelijk heid bij de aannemer. DBFM contracten die langer duren en waarbij de aannemer de assetmanager is werken beter. Het liefst beheert Rijkswaterstaat het geld in plaats van de bank. (5.3)	Beide beschrijven hoe een innovatie opgeschaald kan worden in de markt.	Theorie beschrijft een theoretisch model. Empirie focust op praktische oplossingen.	Theorie legt de basis voor de empirie.
Rol van Unihorn	Geen resultaten	Inspech, het visuele inspectie systeem van Unihorn, kan van waarde zijn in het voorspellen van rafeling.	n.v.t.	n.v.t.	Geen wetenschappeli jke literatuur over Inspech.

12.3. Bijlage 3 (Artikel Latexfalt)

Artikel van Latexfalt over hun LVO-v product. Hier wordt uitgelegd hoe kleine moleculen uit Bitumen kunnen 'verdampen'. Dit zijn de moleculen die de bitumen flexibel houden. Vervolgens wordt er uitgelegd hoe LVO-v in de bitumen trekt en de bitumen weer 'verjongd'.

12.4. Bijlage 4 (Rapport TNO)

Artikel van TNO genaamd: 'DOS/LCMS analyse LVOv-vakken 2019-2021'. Dit rapport onderzoekt de effectiviteit van Levensduur Verlengend Onderhoud (LVOv) met verjongingsmiddelen op verschillende typen asfaltdeklagen (zoals ZOAB, ZOAB+, en ZOABTW) aan de hand van meetdata uit de jaren 2019–2021. TNO analyseert de schadeontwikkeling op proefvakken met behulp van DOS/LCMS-meettechniek en vergelijkt behandelde en onbehandelde wegvakken. De studie toont aan dat LVO-v een vertragend effect heeft op rafeling, vooral zichtbaar bij gebruik van het verbeterde LCMS-2 meetsysteem. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan voor toepassing in onderhoudsstrategieën, waaronder het belang van tijdige inspectie en differentiatie per asfaltsoort.

12.5. Bijlage 5 (Rijkswaterstaat Hinderaanpak Werkwijzer)

De Werkwijzer Hinderaanpak is een beleidsdocument van Rijkswaterstaat dat richtlijnen geeft voor het beperken van hinder tijdens (vaar)wegwerkzaamheden. De aanpak is gebaseerd op drie pijlers: *Slim Plannen*, *Slim Bouwen* en *Slim Reizen*. Binnen deze aanpak staat een integrale afweging van veiligheid, bereikbaarheid, duurzaamheid en hinder centraal. Er is veel aandacht voor publieksgerichte uitvoering, samenwerking met regionale partners en het benutten van data en innovatie. De werkwijzer biedt concrete handvatten voor planning, contractering, communicatie en monitoring en is bedoeld voor iedereen binnen RWS (en daarbuiten) die betrokken is bij infraprojecten. Het document vormt een basis voor een efficiënte, voorspelbare en maatschappelijk verantwoorde uitvoering van infrastructureel werk.

12.6. Bijlage 6 (Handleiding UAV-GC contracten met duurzaamheid)

Deze handleiding bespreekt drie contractvarianten van de UAV-GC die zijn aangepast op het Infra-as-a-Service (IaaS) model. Binnen IaaS is de opdrachtnemer niet alleen uitvoerder, maar ook economisch eigenaar van de infrastructuur gedurende de exploitatieperiode. De handleiding beschrijft drie beloningsstructuren: met voltooiingsvergoeding, met bonus-malus op prestaties, en met restwaardebepaling. Elke variant biedt prikkels voor de opdrachtnemer om duurzaam en efficiënt te beheren. De publicatie bevat voorbeeldteksten en richtlijnen die opdrachtgevers kunnen gebruiken bij het vormgeven van innovatieve, prestatiegerichte contracten waarin beheer en onderhoud integraal worden meegenomen.

12.7. Bijlage 7 (Gebruik van ChatGPT)

In deze scriptie is ChatGPT gebruikt als hulpmiddel ter ondersteuning van het schrijfproces. De tool diende ter inspiratie bij het formuleren van ideeën en het structureren van teksten. Daarnaast werd ChatGPT ingezet voor het vinden van relevante bronnen en het vereenvoudigen van complexe academische teksten. Ook heeft het geholpen bij het verbeteren van de leesbaarheid en formulering van bepaalde paragrafen. Alle inhoudelijke keuzes, analyses en conclusies zijn echter

door de auteur zelf gemaakt op basis van eigen onderzoek en afwegingen. ChatGPT is dus uitsluitend gebruikt als ondersteunend instrument binnen het schrijfproces.

12.8. Interview A1 (Jeroen Bleeker)

Jeroen Bleeker is directeur Unihorn en tevens stagebegeleider. Hij werkt ruim 24 jaar bij het adviesbureau.

Inspech

Hoe is Inspech ontstaan?

Voor het onderhoud van asfalt zijn inspecties nodig. Deze doen wij al jaren met de hand. Een medewerker loopt dan met een tablet langs een weg en noteert alle schades. Rafelingen (steentjes die los laten), dwarsscheuren, lengtescheuren, etc. Daarnaast worden alle elementen in kaart gebracht. Waar staan bomen, waar staan prullenbakken, zijn de prullenbakken nog in goede staat, etc. Voor rijkswegen moest dit ook gebeuren. Dit deden we voorheen door een busje langzaam over de vlucht te laten rijden met een inspecteur achterin. Deze inspecteur noteerde vervolgens alle zichtbare schades aan de weg. Het werd op den duur alleen een beetje gevaarlijk. Er hoeft maar een vrachtwagen chauffeur even niet op te zitten letten en je hebt een ongeluk. We zijn toen overgestapt naar busjes die mee reden met het verkeer en camera's op het dak hadden. De inspecteur zat vervolgens op kantoor en markeerde alle schade die hij zag op zijn monitor. Het duurde echter niet lang voordat mijn personeel naar me toe kwam en zei: 'Jeroen, ik wil niet meer op kantoor naar een scherm kijken. Ik wil naar buiten.' We hebben toen samen met het bedrijf Braincreators een AI tool ontwikkeld die de schades op het wegdek automatisch herkent en markeert. De inspecteur hoeft nu alleen nog maar rond te rijden met het busje en op kantoor de schades die de AI niet kan plaatsen alsnog een labeltje te geven. Omdat het een AI is leert hij hier ook weer van dus dit laatste is steeds minder nodig. Klein voorbeeldje, je hebt lengte- en dwarsscheuren. Als de AI een scheur detecteert die schuin is weet hij niet welk label hij er aan moet geven. De inspecteur corrigeert de AI vervolgens en labelt de scheur als lengtescheur. Dit onthoud het systeem en volgende keer wordt een schuine scheur gelabeld als een lengtescheur.

Hoe ziet het proces van Inspech er uit?

Wij krijgen een klus van een opdrachtgever. Bijvoorbeeld de gemeente Almelo die wil dat we al hun doorstroomwegen in kaart brengen. Wij krijgen vervolgens van hun een kaart van de wegen, verdeeld in wegvakken. Deze wegen rijden we in met onze Inspech auto zodat we camera beelden hebben van hun wegen areaal. De AI detecteert vervolgens de schades en deelt ze in per wegvak. Deze data wordt daarna door het systeem geanalyseerd. Je kan bijvoorbeeld zien hoeveel rafelingen er gedetecteerd zijn en welk gebied. Daarnaast wordt er per wegvak een een score conform de CROW-methodiek gegeven van de ernst van de schade. Dit wordt uitgedrukt in restlevensduur. Dit is de hoeveelheid jaren die het duurt voordat er onderhoud gedaan moet worden. Wegvakken die binnen een jaar gedaan moeten worden zijn rood, tussen 1 en 5 jaar oranje en meer dan 5 jaar zijn groen. Het eindproduct is een digitale tweeling van hun wegen areaal. Inspech is een SAAS technologie dus alle geanalyseerde data komt bij ons in de cloud. Hier krijgt de opdrachtgever vervolgens toegang toe. Zij zijn dan ook de eigenaar van deze gegevens.

Wie zijn jullie opdrachtgevers

We werken voornamelijk voor gemeentes, provincies en Rijkswaterstaat. Deze partijen willen graag een overzichtelijk beeld van hoe hun wegen areaal er bij ligt. Hiermee hebben ze inzichtelijk waar en wat voor onderhoud gedaan moet worden. Daarnaast kunnen ze beter bepalen wanneer ze wat voor onderhoud moeten gaan doen. Als je bij bepaalde schades op tijd klein onderhoud uitvoert gaat de weg op de lange termijn langer mee. Dit zorgt er vervolgens ook voor dat ze beter kunnen

voorspellen wat de kosten voor de aankomende jaren zullen zijn. Dit kan vervolgens meegenomen worden in de begroting.

Is Inspech duurder dan handmatige weginspecties? En hoeveel efficiënter is het?
Het is op het moment nog duurder dan een handmatige weginspectie. Er zijn echter wel een aantal redenen waarom opdrachtgevers alsnog liever Inspech willen. Het is namelijk ongeveer 80% a 90% efficiënter waardoor het vele male sneller kan. Dit heeft als voordeel dat je makkelijk meer inspecties in een korte tijd kan doen. Daarnaast is het systeem vele malen consistenter dan een persoon. We hebben in het verleden wel eens gehad dat uit de analyse bleek dat een weg na een paar jaar beter was geworden. Dat is natuurlijk niet mogelijk en komt omdat het mensen werk is. De ene inspecteur vind een bepaalde schade misschien wel ernstiger dan een ander. Inspech levert altijd consistente data op zonder afwijkingen. Daarnaast levert Inspech gedetailleerde informatie ipv globale informatie omtrent de aanwezige schades.

Inspech is ontworpen voor rijkswegen. Gebruiken jullie het inmiddels ook in de binnenstad?
Ja. We zijn nu bezig met een project voor de gemeente Amsterdam en Rotterdam om alle doorstroomwegen met Inspech te doen. Dit zijn dan voornamelijk de grotere asfaltwegen.

Kernboringen

Waarom doen jullie kernboringen?

Vrijwel al het asfalt wat weg gevreesd wordt in Nederland, wordt terug gebracht naar de asfaltcentrale. Hier word het asfalt gescheiden en producten zoals steentjes worden hergebruikt. Het probleem is alleen dat er tot en met 1995 teer werd gebruikt als bindmiddel in asfalt. Teer is fantastisch spul want het plakt ontzettend en blijft heel lang goed. Het probleem met teer is alleen dat er PAK in zit. Dit bleek later een kankerverwekkend stofje te zijn. Elke aannemer die nieuw asfalt moet aan leggen, en dus bijna altijd asfalt moet afvoeren, moet dus laten controleren of er PAK in het asfalt zit. Dit doen wij voor ze. Wij hebben een geaccrediteerd laboratorium waar we bepaalde testen doen om te controleren of er teer in het asfalt zit en of de aannemer het asfalt dus terug mag sturen.
Een andere reden waarom kernboringen gedaan worden is om te controleren wat de staat van de onderste asfaltlagen. Asfalt is opgebouwd uit meerdere lagen waaronder een fundering, een aantal tussenlagen en een deklaag/toplaag. Met het blote oog is alleen te zien wat de staat is van de toplaag. Met kernboringen kan je vaststellen wat de staat is van de tussenlagen. Dit doen we vaak voor gemeentes, provincies en Rijkswaterstaat.

Hoe ziet het proces van kernboringen er uit?

Het begint natuurlijk met een opdracht vanuit een opdrachtgever. Dit is meestal een aannemer en soms (indirect) Rijkswaterstaat. Om concurrentie te voorkomen leveren wij vaak aan andere ingenieursbureaus die een klus hebben bij Rijkswaterstaat. We beginnen vervolgens met het opstellen van een boorplan. Hierin staat waar we gaan boren. Dit is nodig omdat asfaltcentrales vrij streng zijn in welk asfalt ze accepteren. Er moeten een bepaald aantal boringen gedaan worden per wegvak. Dit is afhankelijk van bijvoorbeeld het type weg. Bij een stuk rechte weg hoeven er minder boringen gedaan te worden maar bij een kruispunt veel meer. Dit alles omdat er een kans is dat er meerdere asfalt samenstellingen gebruikt kunnen zijn. Na het opstellen van een boorplan rijden we met een grote boor op een aanhangwagen naar locatie. De kernboringen die we gedaan hebben gaan vervolgens terug naar het laboratorium in Medemblik. Hier worden de asfalt lagen geanalyseerd (dikte, schade, etc.) en een PAK onderzoek gedaan met fluorescentie. Er mag maximaal 75mg/kg PAK in het asfalt zitten. Met deze gegevens stellen we een rapport op die terug gaat naar de aannemer.

Passen jullie dit alleen toe op asfaltwegen?

Nee we doen het ook veel op vliegvelden. Daar zijn de lagen onder de deklaag nog belangrijker door de zware vliegtuigen die er op landen. We doen daar daarom ook vaak valgewicht metingen. We laten dan een extreem zwaar gewicht op de landingsbaan vallen. Naast het gewicht zitten op verschillende afmetingen sensoren dicht op het asfalt. Deze sensoren registreren de ‘golfbeweging’ die het asfalt maakt na de klap. Aan de hand van deze data kan je veel zeggen over de kwaliteit van het asfalt. Ook onder de deklaag.

Passen jullie deze fleximetingen ook toe op asfaltwegen?

Zekerweten. Valgewichtmetingen of ook wel deflexímetingen zijn van groot belang om de lagen onder de deklaag in kaart te brengen. Door verkeer slijt niet alleen de deklaag maar ook de lagen er onder waardoor de structurele restlevensduur minder wordt. Dit kunnen we niet zien met Inpech en maar beperkt met kernboringen. Met deflexímetingen weet de aannemer of de tussenlagen ook vervangen moeten worden of dat een nieuwe toplaag voldoende is.

12.9. Interview A2 (Remo Hofland)

Remo is sinds 2026 teammanager ontwerp bij Unihorn. Voorheen was hij projectleider bij BAM en werkzaam bij verschillende gemeentes waaronder Uitgeest en Wieringermeer.

Wie zijn jullie opdrachtgevers?
Wij ontwerpen voor aannemers en gemeente. Aanbestedingen kunnen op twee manieren werken. Bij de eerste manier benaderd een gemeente ons om een bepaald ontwerp te maken. Denk hierbij aan de herinrichting van een winkelgebied of woonwijk. Wij krijgen dan de gegevens van deze locatie en de voorwaarde waar het aan moet voldoen. Zodra wij het ontwerp hebben opgeleverd zet de gemeente een aanbesteding uit naar de aannemers die het ontwerp vervolgens mogen uitvoeren. De andere manier is via een tender. Een opdrachtgever kan een tender uitzetten waar aannemers op reageren. Zij schrijven vervolgens een voorstel bestaande uit een kwaliteitsonderdeel en een prijsonderdeel. De aannemers outsourcen dan vaak het ontwerp gedeelte en kloppen bij ons aan.

Wat zijn belangrijke dingen waar je rekening mee moet houden?
In het proces zijn er voornamelijk een hoop aspecten, regels en stakeholders waar je rekening mee moet houden. Denk aan flora en fauna, omwonende maar ook verlichting, riool, waterhuishouding, vergunningen, etc. Alles wat je kan bedenken moet rekening mee gehouden worden. Ook duurzaamheid en inmiddels de stikstofregels moeten mee genomen worden in het ontwerp.
Daarnaast heb je ook nog de stakeholders die je in de gaten moet houden. Denk bijvoorbeeld aan nutsbedrijven. Zodra in het ontwerp staat dat er ergens asfalt gelegd gaat worden moeten bijvoorbeeld de kabels verlegd worden of vervangen. Partijen die deze kabels leggen en onderhouden moeten dan worden betrokken in het proces.

Doen jullie alleen wegen of ook bijvoorbeeld pleinen en winkelcentra?
Alles, zolang het infrastructuur is. Woningen en gebouwen doen we bijvoorbeeld niet maar de infrastructuur in een wijk dan weer wel.

Wat is de omvang van de projecten?
Heel verschillend. Het kan van een rotonde uitlopen tot een hele winkelstraat met alles er op en er aan.

12.10. Interview A3 (Kees Plug)

OPA is een soort Zoab uit Duitsland. Het heeft meer holle ruimtes en is dunner waardoor het stiller is.
FTIR is heel gevoelig voor vocht. Daarom is het heel onwaarschijnlijk dat het ooit gebruikt zou kunnen worden om bitumenkwaliteit direct op de weg te meten. Je zou dan eerst alle vocht uit het asfalt moeten onttrekken. Dit is onmogelijk omdat er altijd nog vocht in de lucht zit. Rijdend bitumen meten met FTIR heeft een nog kleinere kans van slagen omdat je hierbij de vocht niet kan onttrekken.
Verouderde bitumen geeft een hogere waarde aan bij een golflengte van 1030 en 1700.
Een andere manier zou met een (CT) scan apparaat zijn. Hiermee zou je de hoeveelheid bitumen in verhouding tot de hoeveelheid steentjes kunnen bepalen. Dit zou een indicatie kunnen zijn van slijtage en rafeling.
De meest belangrijke aspecten voor het verouderen van bitumen zijn Vorstdooi cycles, UV en belasting. Voor een voorspellend model zou je die gegevens nodig hebben samen met de aanlegdata.
Het probleem is dat wegen relatief goedkoop zijn. Asfalt is steentjes met een restproduct van olie kraken. Dat is niet duur.

12.11. Interview B1 (Besix)

Je had naar aanleiding van wat ik eerder vertelde een aantal vragen. Waar wil je mee beginnen?

Je vertelde over duurzaam asfaltonderhoud en zei dat aannemers daar nog niet zover mee waren. Hoe zit dat precies?

Dat klopt niet helemaal. Ik bedoelde dat niet de aannemers, maar Rijkswaterstaat op dat gebied achterloopt. Aannemers kunnen technisch gezien al lang duurzame oplossingen uitvoeren. Het echte probleem is dat Rijkswaterstaat onvoldoende financiële stimulans geeft om dat ook daadwerkelijk te doen. De aannemers krijgen simpelweg betaald om de toplaag te vervangen en leveren het asfalt, waarna ze daarvoor een factuur sturen. Hierdoor ontbreekt de motivatie om iets duurzaams te ondernemen. Begrijp je wat ik bedoel?

Dat herken ik volledig. Bij dit soort contracten gaat duurzaamheid inderdaad niet om materiaalkeuzes, maar vooral om slim onderhoudsplannen. Dan bedoel ik: wanneer doe je iets, welke momenten kies je, en kun je werkzaamheden combineren zodat je minder vaak terug hoeft te komen? Er is weinig ruimte voor materiaalinnovaties binnen standaard onderhoudscontracten. Je doet gewoon wat contractueel is afgesproken. Alleen wanneer er speciale redenen zijn, zoals geluidsbeperkingen, ontstaat er ruimte voor andere materiaalkeuzes.

Hoe zie jij duurzaamheid binnen deze onderhoudscontracten dan precies?

Duurzaamheid zit vooral in de planning en het onderhoudsmanagement. Op basis van schadebeelden en historie van het wegdek kun je beslissen om niet alleen de toplaag, maar ook de tussenlaag meteen te vervangen en misschien zelfs te verstevigen. Dat zorgt ervoor dat je minder vaak onderhoud hoeft uit te voeren, wat op lange termijn veel duurzamer is omdat je minder materialen gebruikt en minder wegafsluitingen hebt.

Welke maatregelen kunnen jullie nog meer nemen om proactief onderhoud toe te passen?

We passen lichte preventieve maatregelen toe, zoals verjongingscrèmes en slijtlagen voordat het asfalt zichtbaar beschadigd raakt. Dat hebben we in 2024 op grote schaal gedaan. Normaal reageer je pas als iets al misgaat, maar wij voerden die werkzaamheden al eerder uit, voordat het wegvak faalde tijdens een stroefheidstest. Daardoor hadden we bij de controles weinig problemen, omdat mogelijke problemen al preventief waren aangepakt.

Hebben jullie voor deze maatregelen LVO-v gebruikt?

We gebruikten vooral verjongingscrème van Esha. Deze wordt toegepast op relatief jonge wegvakken, voordat er rafeling of scheuren optreden. Sommige trajecten zijn al meerdere keren behandeld. Andere methoden, zoals oppervlaktebehandelingen door bijvoorbeeld PaveCare, zorgen echter vaak voor problemen met de stroefheid. Daarom kiezen wij liever voor verjongingscrèmes.

Welke gegevens gebruiken jullie precies om te bepalen wanneer onderhoud moet plaatsvinden?

We gebruiken vooral data van Rijkswaterstaat, specifiek uit de RUPS- en YVON-planning. De RUPS-planning gaat vooral over financiële langetermijnplanning, rekening houdend met de verwachte levensduur van het asfalt. De YVON-planning is locatie-specifiek, gebaseerd op schadebeelden. Beide systemen worden continu bijgewerkt met actuele inspectiegegevens. Deze data helpt ons om onderhoud efficiënt en gecombineerd uit te voeren, zodat wegafsluitingen beperkt blijven.

Doen jullie daarnaast ook zelf nog aanvullende metingen?

Nee, doorgaans vertrouwen we volledig op de gegevens van Rijkswaterstaat. Alleen voor specifieke voedingsadviezen voeren we eigen onderzoeken uit met boorkernen en VVD-metingen. Die aanvullende metingen geven ons gedetailleerde informatie die we gebruiken voor het verdere onderhoudsadvies.

Zijn de gegevens die jullie krijgen van Rijkswaterstaat voldoende betrouwbaar om onderhoud optimaal te plannen?
Ja, absoluut. We ervaren weinig problemen met de volledigheid of betrouwbaarheid van die gegevens. Wat vooral belangrijk is, is dat we de data op tijd krijgen. Daarom plannen we altijd zo ver mogelijk vooruit. Momenteel kijken we al vooruit tot en met 2027, zodat we tijdig maatregelen kunnen voorbereiden en uitvoeren.
Hoe kijk je tegen de huidige contractvormen aan vanuit duurzaamheidsperspectief?
De huidige onderhoudscontracten, zoals het SiWo-contract, zijn relatief duurzaam door hun duidelijke planning en voorspelbaarheid. We kunnen onze mensen en middelen daardoor efficiënt inzetten en verspilling beperken. Toch zou het nog beter zijn als deze contracten langer zouden duren, mits er sprake is van een goede samenwerking binnen het team. Contracten van tien jaar of langer zouden effectiever zijn voor duurzaam en efficiënt onderhoud.
Maar als je door duurzame maatregelen minder onderhoud hoeft uit te voeren, loop je dan financieel gezien geen opdrachten mis?
In theorie wel, maar in praktijk niet. Er is namelijk eerder sprake van een tekort aan capaciteit dan aan opdrachten. Er zijn momenteel maar weinig asfaltcentrales en freesmachines beschikbaar, waardoor het werk eerder beperkt wordt door capaciteitstekorten dan door gebrek aan werk. Het toepassen van duurzame en preventieve maatregelen zorgt bovendien juist voor meer voorspelbaarheid, minder risico en efficiëntere bedrijfsvoering, waardoor het financieel toch aantrekkelijk blijft.
Wat is volgens jou dan de ideale contractduur vanuit jouw ervaring?
Idealiter zou een langere contractduur, zoals tien jaar of meer, beter werken. Een langere looptijd maakt het mogelijk beter te anticiperen en efficiënter te werken, wat uiteindelijk zorgt voor duurzamer resultaat. Tegelijkertijd brengt een lange contractduur ook risico's mee als de samenwerking niet goed verloopt. Daarom kiest Rijkswaterstaat vaak voor kortere looptijden van maximaal vier jaar, eventueel met verlengopties. Dat biedt flexibiliteit om na afloop te bepalen of het verstandig is verder te gaan met dezelfde partijen.
Dank je wel voor deze uitgebreide toelichting. Heb je nog aanvullingen?
Graag gedaan. Ik hoop dat mijn antwoorden nuttig waren. Mocht je nog meer gegevens of documenten zoals de YVON-planning nodig hebben, stuur ik die graag naar je op.

12.12. Interview B2 (Dostal)

Kunt u kort toelichten welk deel van het areaal Dostal beheert binnen het contract met Rijkswaterstaat?

Ja, wij zijn binnen dit contract verantwoordelijk voor Perceel Oost. Dat is een geografisch gedefinieerd gebied dat onder Rijkswaterstaat valt. Het perceel omvat een aantal belangrijke snelwegtrajecten in het oosten van Nederland, zoals de A1 tussen Amersfoort en de Duitse grens, de A28 van Amersfoort via Zwolle tot Steenwijk, en ook de A50 tussen Zwolle en Arnhem. We praten hier over een groot en gevarieerd stuk wegennet, waarbij verschillende typen verharding, gebruiksintensiteit en onderhoudstoestanden voorkomen. Perceel Oost is in drie districten opgedeeld, en binnen deze structuur zijn wij als aannemer primair verantwoordelijk voor het onderhoud. Heijmans voert het onderhoud uit in Perceel Zuid. Voor wat betreft Perceel Noord of West heb ik geen gedetailleerde informatie, dat valt buiten mijn huidige verantwoordelijkheden.

Hoe gaan jullie om met de duurzaamheidsdoelstellingen van Rijkswaterstaat? Worden verjongingsmiddelen (LVO-v) toegepast?

Duurzaamheid staat bij Rijkswaterstaat steeds hoger op de agenda en terecht. Eén van de manieren om duurzaamheid in asfaltbeheer te verbeteren is via LVO-v: levensduurverlengende onderhoudsmaatregelen met behulp van verjongingsmiddelen. Binnen ons huidige contract passen wij die maatregelen echter niet of nauwelijks toe. Er is binnen de scope van dit contract vooral sprake van achterstallig onderhoud, waardoor het accent ligt op zwaardere ingrepen zoals deklaagvervanging (LVO) en groot onderhoud (GO). Mochten we wel een LVO-v maatregel hebben uitgevoerd, dan is dat op een klein deel geweest en ben ik daar niet rechtstreeks bij betrokken geweest. Als we het toepassen, gebruiken we Pentac van Esha, momenteel de enige gevalideerde leverancier van deze verjongingsmiddelen. Alternatieve producten zoals die van Latexfalt of Pavecare gebruiken wij niet.

Waarom worden deze middelen dan nauwelijks toegepast?

Het probleem zit hem in de aard van het contract en de toestand van het wegennet dat wij overnemen. Veel van de wegvakken bevinden zich in een vergevorderd stadium van slijtage of schade. In zulke situaties is een LVO-v maatregel simpelweg niet effectief. Verjongingsmiddelen werken preventief: ze verlengen de levensduur door het bindmiddel in het asfalt weer soepel te maken voordat er rafeling optreedt. Maar als de schade al is ontstaan, zoals bij ernstige rafeling of constructieve gebreken, dan heb je weinig aan zo’n maatregel. Bovendien zijn de budgetten binnen het contract afgestemd op zwaardere onderhoudsmaatregelen. Rijkswaterstaat heeft ons dus ook geen LVO-v maatregelen gevraagd binnen deze scope. Dit betekent niet dat ze het belang van LVO--V niet zien, integendeel, maar op dit moment is er simpelweg te veel achterstallig werk.

Kunt u uitleggen hoe het onderscheid tussen GO en LVO wordt gemaakt?

Jazeker. Binnen het onderhoud maken we onderscheid tussen LVO (levensduurverlengend onderhoud) en GO (groot onderhoud). LVO gaat over deklaagvervanging. Dit betekent dat je alleen de bovenste asfaltlaag vervangt, zonder dat je aan de constructieve opbouw van de weg komt. GO daarentegen gaat een stap verder. Daarbij wordt onderzocht hoe de onderliggende lagen presteren. We doen bijvoorbeeld draagkrachtmetingen en profielanalyses om te bepalen of de fundering van de weg nog voldoet. Op basis daarvan kiezen we voor constructieve versterking of profilering. GO is dus veel intensiever en duurder. Binnen ons contract in Perceel Oost is ongeveer de helft GO en de andere helft LVO. De selectie van welk vak onder welke categorie valt, wordt bepaald aan de hand van inspectiegegevens en overleg met Rijkswaterstaat.

Welke data gebruiken jullie voor deze analyses?

We gebruiken een combinatie van eigen metingen en data van Rijkswaterstaat.

Eigen metingen bestaan uit geautomatiseerde visuele inspecties, bijvoorbeeld met voertuigen die de toestand van het asfalt registreren via camera's en sensoren. Daarnaast gebruiken we draagkrachtmetingen met valgewichtdeflectiemeters en nemen we boorkernen. Die geven inzicht in de laagopbouw en de samenstelling van het asfalt. Puntenwolken worden gebruikt om hoogteverschillen in kaart te brengen, vooral bij kunstwerken zoals viaducten. Van Rijkswaterstaat krijgen we onder andere MJPV-data, verkeersgegevens en eerdere inspectierapporten. Die zijn niet altijd actueel, dus we doen meestal een validatieslag. We combineren al deze gegevens om te bepalen wat de technische staat van een weg is en welke maatregel nodig is.

Is voorspellend onderhoud een thema voor jullie?

Absoluut. Voorspellend onderhoud is cruciaal, zeker als je duurzaamheid serieus neemt. Door vroegtijdig en gericht onderhoud te plegen, zoals met LVO-v, kun je veel grotere ingrepen uitstellen. De uitdaging is echter om precies het juiste moment te kiezen. Te vroeg is zonde van het geld, te laat en je mist je kans. Om dit goed te doen heb je betrouwbare data en goede gedragsmodellen nodig die kunnen voorspellen wanneer bijvoorbeeld rafeling begint. Daar werken we hard aan, maar het vergt continue monitoring en analyse. Het loont de moeite, want het bespaart geld, verlengt de levensduur van de weg en vermindert hinder voor de weggebruiker.

Wie bepaalt eigenlijk wanneer onderhoud wordt uitgevoerd?

Dat is deels door Rijkswaterstaat bepaald en deels onze verantwoordelijkheid. Voor LVO heeft Rijkswaterstaat vaak al aangegeven welke vakken aangepakt moeten worden. Wij voeren het dan uit volgens planning. Bij GO ligt de verantwoordelijkheid meer bij ons als aannemer. Wij doen dan zelf onderzoek naar de technische staat en stellen een maatregel voor. In samenspraak met de scopingsmanager van Rijkswaterstaat bepalen we vervolgens of dat plan wordt uitgevoerd. Er is dus wel overleg, maar we hebben ook een stuk vrijheid. Het moment van uitvoering hangt echter ook af van budgetten en prioriteiten binnen het contract. En soms schuiven vakken door omdat een andere maatregel duurder uitvalt dan voorzien.

Zijn huidige contractvormen geschikt voor duurzaam onderhoud?

Ik vind van niet. De meeste contracten lopen vier jaar. Dat is te kort om echt verantwoordelijkheid te nemen voor de lange termijn. Het gevolg is dat aannemers geneigd zijn om alleen het hoogstnoodzakelijke te doen binnen die tijd. Duurzamere maatregelen zoals LVO-v, die juist op de lange termijn effect hebben, passen daar slecht in. Wil je dat aannemers proactief handelen, dan moet je daar ruimte voor creëren in de contractvorm. Denk aan langere looptijden, of in ieder geval een 'toolbox'-benadering waarbij maatregelen als LVO-v altijd beschikbaar zijn en direct inzetbaar als het nodig is. Dan kun je als aannemer handelen naar wat het vak op dat moment echt nodig heeft.

Hoe zit het met de kwaliteit van bitumen?

Dat is een zorgpunt. De laatste 10 tot 15 jaar is de kwaliteit van bitumen afgenomen. Er is bovendien veel variatie. Soms is het ene transport prima en het volgende veel slechter. Onderzoek van de werkgroep 'Grip op Bitumen' heeft aangetoond dat er in sommige monsters afgewerkte olie zat, iets wat absoluut niet thuishoort in bitumen. Wij merken dat de hechting en levensduur van asfaltlagen eronder lijdt. Omdat we bitumen snel moeten verwerken, is het lastig om vooraf diepgaand te testen. Daar zou je veel meer grip op willen krijgen, maar dat vergt ketensamenwerking. Tijdens de aanleg meten we wel de verdichting met nucleaire meetapparatuur, maar dat zegt weinig over de intrinsieke kwaliteit van het bindmiddel.

Worden deze aanleggegevens gedeeld met Rijkswaterstaat?

Ja, alles wordt nauwgezet geregistreerd. We houden dagrapporten bij met gegevens over weersomstandigheden, mengselsamenstelling, temperaturen, gebruikte

materialen en verdichtingsgraad. Deze informatie leveren we aan via het GIS-systeem van Rijkswaterstaat of via hun aangeleverde templates. Vaak zijn er ook steekproeven waarbij een geaccrediteerd laboratorium parallel metingen uitvoert. Dat zorgt voor een goede kwaliteitsborging. Rijkswaterstaat heeft hierdoor een zeer uitgebreid databestand.

Zou het helpen als Rijkswaterstaat meer van hun data deelt met aannemers?

Zeker weten. Er is nu sprake van dubbel werk. Rijkswaterstaat heeft vaak al veel data, maar deelt die niet altijd. Bij een aanbesteding gaan aannemers dan zelf weer inspecties uitvoeren op trajecten waar al informatie van beschikbaar is. Dat kost tijd en geld. Natuurlijk is het logisch dat data niet altijd publiek toegankelijk zijn, maar bij concrete projecten zou het efficiënter zijn om de relevante gegevens gewoon te delen. Dat leidt tot betere besluiten, snellere voorbereiding en voorkomt onnodige inspanning.

Welke aanbevelingen zou u geven aan Rijkswaterstaat?

Mijn belangrijkste aanbeveling is: zorg dat LVO-v maatregelen standaard zijn opgenomen in elk contract, als een optie die je kunt inzetten. Niet elk vak heeft het nodig, maar als het moment zich aandient moet je niet tegengehouden worden door contractbeperkingen. Daarnaast is voorspelbaarheid cruciaal. Met betere data, transparantie en samenwerking kunnen we onderhoud beter plannen en uitvoeren. En kijk nog eens goed naar de contractduur en de verantwoordelijkheidsverdeling. Als je als opdrachtgever wilt dat aannemers meedenken en vooruitkijken, dan moet je daar ook de ruimte en prikkel voor geven.

Mag ik u later nog benaderen voor aanvullende vragen?

Natuurlijk, geen probleem. Mijn contactgegevens zijn beschikbaar via de collega’s van het projectteam. Ik help graag mee als je later nog ergens tegenaan loopt.

12.13. Interview B3 (Dura Vermeer)

Hoe kijken jullie als aannemers naar de houding van Rijkswaterstaat ten opzichte van duurzaamheid en LVO?
Rijkswaterstaat is verdeeld in meerdere beheersgebieden zoals Noord-Nederland, Oost, West-Nederland Zuid, enzovoorts. De ervaring leert dat elke beheerder hier anders mee omgaat: de één staat open voor duurzame initiatieven zoals LVO-v, terwijl de ander vasthoudt aan traditionele methoden. Dit bepaalt hoeveel kansen wij als aannemer krijgen om nieuwe technieken toe te passen. Het hangt dus sterk af van het gebied waarin je werkt en wie de beheerder is: sommige geven ruimte aan innovatie, anderen blijven bij wat ze kennen en waarvan ze weten dat het werkt.

Passen jullie al LVO toe in jullie projecten?
Ja, we hebben LVO-v toegepast in pilots binnen bijvoorbeeld Noord-Nederland en West-Nederland Noord. In een HBS-contract met Ronald van RWS hebben we kunnen werken met verjongingsmiddelen, omdat men daar erkende dat asfalt tegenwoordig minder lang meegaat. In Zuid-Nederland zat het eerst in het contract, maar werd het er later weer uitgehaald, wat vreemd was omdat het eerst expliciet onderdeel van de uitvraag was. Het is zelfs zo dat we het op een bepaald moment niet meer mochten toepassen, ondanks dat het eerder wel gevraagd was. Dat maakt het lastig en inconsistent.

Welke producent hebben jullie gebruikt voor LVO-v?
We hebben samengewerkt met Esha. Voor zover ik weet is Esha nog steeds de enige die officieel gevalideerd is. Latexfalt is er ook mee bezig, maar heeft die validatie nog niet binnen. Dit is typerend voor de situatie: enerzijds wordt het belang van LVO-v erkend, anderzijds worden er zoveel barrières opgeworpen dat het moeilijk is om verder te komen.

Wat is je ervaring met de houding van Rijkswaterstaat tegenover nieuwe technieken zoals LVO?
Het hangt echt af van de persoon die je tegenover je hebt. Sommige mensen zijn bereid risico’s te nemen en denken mee, anderen zijn heel terughoudend. Er zijn argumenten van beide kanten: de één zegt dat we nieuwe auto's ook gewoon toelaten op de weg, dus waarom geen nieuw product? De ander zegt: die paar oude voertuigen moeten ook veilig kunnen rijden, dus liever geen risico.

Zijn er risico’s verbonden aan het toepassen van LVO?
Ja, maar dat geldt voor elke nieuwe deklaag. Denk aan uitvoeringsrisico’s en opleveringsrisico’s, bijvoorbeeld als het gaat om stroefheid. Maar net als bij gewone deklagen zijn deze risico’s beheersbaar, mits je het goed aanpakt en voldoende ruimte krijgt om dat zorgvuldig te doen. Het grootste risico is het tijdelijke dipje in stroefheid na het aanbrengen, maar dat is te managen.

Welke data gebruiken jullie bij het uitvoeren van onderhoud?
Wij gebruiken deels data van Rijkswaterstaat, zoals visuele inspecties en stroefheidsmetingen. Die inspecties worden jaarlijks gedaan, maar wij krijgen vaak niet de volledige dataset. Wat we wél krijgen, is: de vakken die niet voldoen aan stroefheid of vlakheid. Verder voeren we zelf ook inspecties uit. Onze uitvoerders verzamelen veel data in het veld. Daarnaast gebruiken we open data (zoals uit KernGIS), en ons eigen systeem PIM.

Wat doen jullie met data van voorgaande aanleg?
Die data krijgen we nauwelijks. Soms kunnen we via KernGIS iets terugvinden. Als we bij inspectie merken dat er bijvoorbeeld veel dwarscheuren zijn, duidt dat op een probleem met de onderlaag. Dan vragen we de beheerder of er nog archiefgegevens zijn. Helaas is het archief van Rijkswaterstaat vaak zo rommelig dat we er zelden bruikbare informatie uit krijgen. Als het echt nodig is, bieden we zelf verhardingsonderzoek aan, maar meestal zegt men: “Doe nu de deklaag, want over een paar jaar is er toch groot onderhoud.”

Krijgen jullie ruimte van Rijkswaterstaat om zelf onderhoud te plannen op basis van jullie data?
In de SiWo contracten krijgen we inderdaad die ruimte. Rijkswaterstaat wijst een slecht stuk asfalt aan, en wij inspecteren dan het vak en vaak ook de aangrenzende delen. Vervolgens adviseren we om een groter stuk aan te pakken als dat logischer is vanuit technisch en hinder-oogpunt. Vaak gaat Rijkswaterstaat mee in ons advies.
Wat is PIM en hoe gebruiken jullie dat?
PIM is ons interne systeem voor werkvoorbereiding en kwaliteitsborging. We gebruiken het om werkvlakken te definiëren, asfaltmengsels toe te wijzen, boorkernen te registreren, en uiteindelijk ook om een landkaart te maken van wat waar is toegepast. Het is een belangrijk hulpmiddel voor ons asfaltproces en helpt om grip te houden op de kwaliteit.
Worden aanlegomstandigheden zoals temperatuur en weersdata geregistreerd?
Ja, dat doen we in onze opleverrapporten. We zouden hier graag meer mee doen, bijvoorbeeld met realtime temperatuurdata van sensoren op de walsen, maar dat is vaak pas interessant als er een garantieverplichting op zit. In reguliere contracten gebeurt dat minder, omdat de prikkel ontbreekt.
Hebben jullie aanleggegevens van eerdere aannemers beschikbaar?
Nee, meestal niet. Als we willen weten hoe oud een tussenlaag is, kijken we soms in KernGIS of vragen we het op. Maar vaak is er geen bruikbare informatie beschikbaar. Als er structurele schade blijkt te zijn, overleggen we of we verhardingsonderzoek aanbieden. Meestal wordt gezegd dat het toch binnenkort groot onderhoud krijgt, dus doen we alleen wat noodzakelijk is.
Wie is verantwoordelijk voor groot onderhoud?
De beheerder (PPO) moet het areaal functioneel houden tot het geplande groot onderhoud, meestal zo’n 15 jaar. Daarna gaat het over naar GPO (Grote Projecten en Onderhoud), die het projectmatig oppakt. Dat betekent dat je als aannemer binnen PPO moet zorgen dat het asfalt die 15 jaar haalt.
Hoe lang moet een contract duren om succesvol LVO toe te passen?
Minimaal 15 jaar. Pas dan loont het om in te zetten op levensduurverlenging in plaats van vervanging. Bij kortlopende contracten of wanneer de verantwoordelijkheid voor het beheer niet bij de aannemer ligt, is er geen prikkel om LVO-v toe te passen.
Zou een beloningsstructuur werken waarbij je betaald krijgt voor minder asfalt?
Alleen als de bonus groot genoeg is. Als ik €3 uitgeef aan LVO en een bonus van €5 krijg, is dat prima. Maar als ik voor datzelfde geld een volledig nieuwe deklaag kan aanleggen die langer meegaat en minder afsluitingen vereist, dan kies ik daarvoor. Het moet financieel aantrekkelijk zijn en in verhouding staan tot de kwaliteit en het risico.
Waarom is LVO-v dan toch vaak niet aantrekkelijk?
Omdat het betekent dat je vaker moet afsluiten, met alle overlast van dien. Dat levert een malus op vanuit het verkeersluw-loket. Ook moeten er binnen Rijkswaterstaat mensen zijn die die afsluitingen willen verdedigen intern. Zonder die steun wordt het gewoon te moeilijk gemaakt. In Noord-Holland lukte het wel, dankzij iemand als Peter T. die er zijn missie van had gemaakt.
Wie is Peter T.?
Peter T. werkte bij GPO en was zeer betrokken bij LVO-v. Hij zat ook in het kennisclubje LVO en begeleidde projecten persoonlijk, zelfs ’s nachts. Hij was echt bevlogen. Als je contact zoekt, kan ik je ook in contact brengen met Jeroen Papenhuijsen, die toen ook erg enthousiast was.
Wat is de rol van het verkeersluw-loket?
Het verkeersluw-loket bewaakt de bereikbaarheid. Als wij een weg willen afsluiten,

moeten zij goedkeuring geven. Ze wegen af of een geplande afsluiting erger is dan een ongeplande calamiteit. Ook zorgen zij dat niet meerdere afsluitingen tegelijk plaatsvinden op nabijgelegen wegen, zoals A7 en A9 tegelijk. Hun rol is cruciaal voor de uitvoerbaarheid van LVO-v.

Heb je nog suggesties voor mensen of thema's om te onderzoeken?

Verdiep je in assetmanagement, ISO 55000 en het afwegingskader van kosten, risico’s en prestaties. Spreek met het verkeersluw-loket, contractmanagers, mensen van het LVO-v kennisclubje binnen Rijkswaterstaat, en kijk ook naar de reden waarom LVO-v soms uit contracten wordt geschreven. De praktijk wijst uit dat LVO-v technisch werkt, maar het wordt ons vaak gewoon te moeilijk gemaakt.

Mag ik je later nog benaderen als ik aanvullende vragen heb?

Ja hoor, stuur gerust een mailtje. Als je contact wilt met Peter of Jeroen, kan ik je helpen met doorverwijzen.

12.14. Interview B4 (Heijmans)

Uitgebreid Interview met Heijmans over LVO-v (Levensduurverlengend Onderhoud met Verjongingscrème)

Gebruiken jullie bij Heijmans al LVO-v?

Ja, wij gebruiken LVO-v inmiddels binnen verschillende contractvormen. Vooral binnen onze DBFM-contracten passen we het structureel toe als onderdeel van onze onderhoudsstrategie.

Gebruiken jullie het veel? Welke producent gebruiken jullie? Waar passen jullie het toe?

Ja, binnen onze DBFM-contracten komt LVO-v standaard terug als preventieve maatregel. Dit betreft onder meer contracten op delen van de A9, A27, A1 en A12. De precieze producent is vaak afhankelijk van het project, maar wij maken momenteel gebruik van producten van Escha. We hebben ook een aandeel in Latexfalt, maar of en wanneer we die producten gebruiken, hangt af van validatie en geschiktheid voor het specifieke contract. Soms moet ik dit navragen bij collega's die dichter op asset management zitten.

Wat is jouw definitie van LVO-v ?

Voor mij valt LVO-v echt onder preventief onderhoud. Het gaat om maatregelen zoals het aanbrengen van verjongingscrèmes op asfalt, met als doel de veroudering van het bitumen te vertragen en daarmee rafeling en andere schade uit te stellen. Dit in tegenstelling tot correctief onderhoud zoals het vervangen van de deklaag, wat plaatsvindt wanneer schade al zichtbaar en onomkeerbaar is.

Hoe zetten jullie LVO-v precies in?

In de praktijk berekenen we per contract hoeveel verlenging we met LVO-v kunnen realiseren. Bij sommige contracten moeten we 25 jaar onderhoud garanderen. Dan is het doel om in die periode de deklaag maar één keer te vervangen. Met goed getimede LVO-v behandelingen kunnen we 3 tot 4 jaar levensduurwinst behalen. Soms doen we dit meerdere keren binnen die periode, afhankelijk van de verkeersbelasting per rijstrook.

Gebruiken jullie het ook in reguliere onderhoudscontracten?

Nee, vrijwel niet. In reguliere contracten, bijvoorbeeld die onder het standaard ROK-regime vallen, is er geen budget beschikbaar voor preventieve maatregelen. Rijkswaterstaat repareert daar alleen wat echt kapot is. Je krijgt dus een situatie waarin het budget prioriteit geeft aan urgentie, en preventie simpelweg niet op de radar staat.

Hoe kijk je naar de houding van Rijkswaterstaat?

Die is vooral reactief. Onderhoud wordt pas uitgevoerd als er aantoonbare schade is. Een mooi vergelijk is een auto: pas als je motor een raar geluid maakt of een onderdeel stuk is, ga je naar de garage. Terwijl preventief onderhoud je zou kunnen behoeden voor dure reparaties later. Hetzelfde geldt voor LVO-v. Het is als tijdig olie verversen of je ramen schilderen voordat het hout rot. Helaas staat dat soort denken nog niet structureel op de kaart bij Rijkswaterstaat.

Zijn er voorbeelden waar preventief onderhoud wél goed werkt?

Zeker. Bijvoorbeeld op de A59 bij Rosmalen, een oud DBFM-project. Daar rijdt periodiek een ploegje met een hotbox over de weg om kleine schades meteen te herstellen. Daardoor blijft de weg in topconditie. Dat soort onderhoudsstrategieën zijn in standaardcontracten zelden terug te vinden.

Wat voor wagentje is dat precies?

Een "hotboxje": een mobiel keteltje met warme bitumen. Daarmee rijdt een team over de weg, vaak 's nachts, om kleine schades direct te vullen. Ze werken met een actielijst op basis van inspecties door kantonniers, aangevuld met beschikbare momenten zoals afsluitingen door ongelukken.

Hoe werkt de financiële component bij DBFM-contracten?

Tijdens de tenderfase maken we afspraken met de bank over wanneer welk

onderhoud plaatsvindt. Die tijdslijnen bepalen ook wanneer het geld vrijkomt. Als je vroeger of later onderhoud wilt uitvoeren dan gepland, krijg je het geld niet op het gewenste moment. Je zit dus vast in een vooraf bedacht scenario. Dat beperkt je flexibiliteit om op basis van nieuwe inzichten of betere technieken zoals LVO-v bij te sturen.

Hoe gaan jullie om met data-inwinning?

Binnen DBFM's zijn wij volledig verantwoordelijk voor onze eigen data. We gebruiken camera-auto's, LCMS-gegevens, visuele inspecties met Unihorn-software, en voeren waar nodig ook valgewichtmetingen of boorkernen uit. Die data wordt vervolgens geanalyseerd en vertaald naar onderhoudsbeslissingen. Binnen reguliere contracten zijn we deels afhankelijk van data van Rijkswaterstaat, al doen we daar ook eigen visuele inspecties.

Is de LCMS-data goed bruikbaar?

Die is gedetailleerd, maar erg duur. Het kost 12 duizend euro per dag om een LCMS apparaat te huren. Ook is hij lastig bruikbaar voor langjarige vergelijkingen omdat je de gegevens moeilijk over elkaar kan leggen. Wij pleiten daarom voor gebruik van beelddata in combinatie met cellulaire grids. Voornamelijk omdat je met visuele inspecties zoals Inspech hetzelfde kan zien als met LCMS. Zo kunnen we schade per locatie volgen door de tijd heen, wat cruciaal is voor het bouwen van voorspellende modellen. TNO probeert wel een model te maken waarmee rafeling kan worden voorspel. Dat model heet LAM (Levensduur voorspellend asfaltmodel).

Gebruiken jullie aanlegdata?

Ja, onder meer via PIM (boorkernen, verdichtingsmetingen, etc.). Daarnaast registreren we uitvoeringsdata met thermische camera's en GPS op onze machines. Daarmee kunnen we analyseren hoeveel overgangen een wals maakt, of welke temperatuur het asfalt had tijdens de verwerking. Die data houden we vooralsnog intern, maar gebruiken we om te leren.

Hoe is de kwaliteit van bitumen?

Tot op heden ervaren wij weinig problemen. Onze centrales doen uitgebreide ingangscontroles. Als onderdeel van het project "Grip op Bitumen" hebben we ook een drietrapsstrategie met vervolgonderzoeken bij twijfelachtige partijen. Eventuele problemen worden vroegtijdig gesignaleerd en afgekeurd. We vermoeden dat leveranciers hier inmiddels ook op anticiperen.

Wat weet je van het LAM-model van TNO?

LAM staat voor Levensduur Asfalt Model. Het is ontwikkeld binnen het Asfalt Impuls-programma en voorspelt schade zoals rafeling en verlies van stroefheid. De data-input komt met name uit LCMS en boorkernen. De ambitie was om ook aanlegdata te integreren, maar die is helaas vaak summier. Het model is waardevol, maar nog niet volledig toegankelijk voor derden.

Hoe zou een ideaal contract voor LVO-v eruitzien?

Idealiter krijg je langere contracten (bijvoorbeeld 15 jaar) waarin de aannemer ook beloond wordt voor het beperken van onderhoudsingrepen. In plaats van meer asfalt = meer geld, zou je beloond moeten worden voor minder ingrepen bij dezelfde of betere kwaliteit. Dat vereist dat je samen met de opdrachtgever de scope bepaalt en afstemt op data en gezond verstand.

Wordt dat al toegepast?

Sporadisch. Binnen RUPS en SiWo contracten zie je wel initiatieven waarin de aannemer eerder aan tafel komt. Daar kun je optimaliseren: in plaats van twee keer klein onderhoud op aparte vakken, plan je één keer groot onderhoud voor beide tegelijk. Maar ook daar ontbreekt vaak het geld voor de optimale aanpak.

Wat zou je Rijkswaterstaat adviseren?

Begin met het wegwerken van achterstallig onderhoud. En reserveer specifiek budget voor LVO-v op jonge wegvakken, bijvoorbeeld tussen 4 en 8 jaar oud. Alleen

zo voorkom je dat alles opgaat aan urgente problemen. Een asset management-strategie die echt preventie stimuleert, moet top-down worden opgezet.

Hoe zit het met de contractduur en de rol van banken?

Een looptijd van 25 jaar is lastig vanwege de banken. Zij eisen vaste onderhoudsmomenten, wat innovatie belemmert. Als de overheid zelf financiering op zich zou nemen, zou je veel meer flexibiliteit kunnen inbouwen. Contracten van circa 15 jaar zijn in mijn ogen ideaal: lang genoeg om preventie en LVO-v rendabel te maken, kort genoeg om marktwerking te behouden.

Afsluiting

Heijmans onderstreept het belang van visie, samenwerking en preventie. Als Nederland het wegonderhoud toekomstbestendig wil maken, moet er ruimte komen voor slimme technieken zoals LVO-v. Dat begint bij de juiste contracten, financiering en een proactieve houding van alle betrokken partijen.

12.15. Interview C1 (Esha)

Top. Oké, nou om dan gelijk maar van start te gaan. Ik begreep via via dat jullie de enige LVO-v hebben die gevalideerd is bij Rijkswaterstaat. Klopt dat?
Dat klopt als een bus, ja. We zijn gevalideerd, zowel op werking als op stroefheid. Dat was een vereiste van Rijkswaterstaat. De werking is getest door TNO en TU Delft met betrekking tot het product, en die validatie hebben we al jarenlang. Maar de stroefheid was altijd een issue, de gladheid van de weg. En dat hebben wij een aantal jaren geleden succesvol af kunnen ronden. Dus ja, we zijn als enige gevalideerd op dat vlak.
Oké, dat is mooi. Hebben jullie dan ook een mooie positie in de markt?
Ja, zolang het duurt, hebben we die positie zeker. We hebben een leuke positie, ja, dat klopt.
En hebben jullie één LVO-v of hebben jullie meerdere toepassingen?
Nee, we hebben één product. Pentax is de bekendste en dat is ons product. Pentax is een merknaam. Rijkswaterstaat is wel bezig met ons om te kijken of we nog een product kunnen valideren. We hebben daar al wat testen mee gedaan, en dat is Pentax M. Dat is een gemodificeerde versie van Pentax.
Pentax M zei je, van Michael?
Ja, klopt.
En zijn die geschikt voor alle soorten asfalt?
In principe zijn ze voor alle soorten asfalt geschikt. Rijkswaterstaat focust zich met name op de ZOAB-deklagen, omdat het wegenareaal daar het meeste uit bestaat. Maar in principe kun je Pentax op ieder type asfalt toepassen. De hoeveelheid die je toepast hangt af van het type asfalt. Hoe dichter de deklaag, hoe minder je kunt inbrengen in de open poriën.
Ja, precies, zodat de afwatering nog steeds goed blijft.
Ja, dat is bij Rijkswaterstaat sowieso een vereiste. Het onthult het steenskelet en verjongt de oude bitumenbruggetjes, waardoor de waterdoorlatendheid gewaarborgd blijft.
En het moment van toepassing is misschien wel het belangrijkste punt. Hoe bepalen jullie dat?
Dat bepalen wij in principe niet. Dat bepaalt de wegbeheerder of de kantonnier tijdens zijn visuele inspecties, en eventueel op basis van rafeling die gemeten wordt met apparatuur zoals digitale scanners. De maatregel is preventief bedoeld. Wij geven bij ons advies vaak aan: als je een asfaltlaag hebt aangebracht, kijk dan na vier jaar wat er gebeurt en zorg binnen het vijfde jaar voor preventief onderhoud. Net als bij kozijnen in een woning. Als je een nieuw kozijn zonder laklaag laat plaatsen, moet je na tien jaar een nieuw kozijn aanschaffen. Maar als je het goed onderhoudt, hoef je het nooit te vervangen.
Dus jullie doen het in principe periodiek, en de metingen worden door Rijkswaterstaat gedaan?
Ja, die meten hun eigen wegdek met apparatuur. Ze scannen de weg en meten zo rafeling of de staat van de wegstructuur. Dat doen bedrijven in opdracht van Rijkswaterstaat. Wij adviseren alleen over het tijdig aanbrengen van het product. De levensduur van een ZOAB-deklaag is ongeveer acht jaar. Je moet in het zesde jaar LVO-v aanbrengen, zodat je de levensduur tot tien of twaalf jaar kunt verlengen.
Kan de LVO-v maatregel nog toegepast worden als er al rafeling is opgetreden?
Dat kan nog wel. Je fixeert dan de rafeling en voorkomt verdere schade. Hoe meer steentjes er al weg zijn, hoe moeilijker het wordt. Idealiter breng je de maatregel aan vlak voor de eerste rafeling.
Zijn jullie al bekend met manieren om het moment van rafeling te voorspellen of te meten?

Daar wordt onderzoek naar gedaan. Maar het is lastig, want weersomstandigheden zoals zoutstrooien in de winter versnellen het verouderingsproces. UV-straling en vocht doen dat ook. De beste manier blijft visuele inspectie. Er zijn methodieken in ontwikkeling om dit te robotiseren met rijdende scanners. Op labschaal kun je het ook meten, maar het blijft lastig door verschillen in bitumenleveranciers en herkomst van asfalt.

Ik hoorde van verschillende aannemers dat de bitumenkwaliteit per leverancier ook verschillend is, en dat het zelfs binnen twee weken kan wisselen.

Dat klopt. Wij gebruiken bitumen op een andere manier dan asfaltcentrales. Bij een asfaltcentrale heb je een silo vol bitumen die in bulk in het productieproces wordt gegoten. Wij maken er een product van, een emulsie, met hele kleine deeltjes, dus we hebben een constante kwaliteit nodig. Bij een asfaltcentrale maakt het niet zoveel uit als er kleine variaties in zitten, maar voor ons is dat cruciaal.

Hoeveel passen jullie het nu al toe?

Op dit moment tussen de 1,5 en 2,5 miljoen vierkante meter landelijk. Voor Rijkswaterstaat is dat ongeveer 1 à 1,2 miljoen vierkante meter.

Waar wordt dat onder andere toegepast?

Onder andere op de A73, bij KWS in Roosendaal, in Noordoost Nederland, Groningen, Drenthe. Eigenlijk overal, maar het hangt af van het rayon en de aannemer.

Kunnen jullie de behandeling meerdere keren aanbrengen?

Ja, dat kan. We hebben trajecten waar we het drie keer hebben aangebracht. Dat kan de levensduur met zes tot twaalf jaar verlengen. Stroefheid blijft behouden, het probleem zit eerder in de waterdoorlatendheid.

Hoe snel kunnen jullie aan de slag na een aanvraag?

Als de planning en het weer het toelaten, kunnen we binnen 24 uur beginnen. We hebben de mensen, de wagens en de productiecapaciteit.

Onder welke weersomstandigheden kunnen jullie werken?

Het moet droog zijn, boven de 10 graden, en liefst met lage luchtvochtigheid. Idealiter is het zonnig en rond de 20 graden.

Hoe lang stelt jullie verjongingsmiddel het onderhoud uit?

Ongeveer 2 tot 5 jaar. Dit is redelijk afhankelijk van de staat van het wegdek. We hebben gevallen gezien waar het de levensduur tot 12 jaar verlengde.

Wat houdt jullie tegen om het meer toe te passen?

Planning en vergunningen. Als het sneeuwt, staan er meteen strooiwagens op de weg. Maar als de zon schijnt, mogen wij niet aan de slag zonder vooraf vastgelegde slots.

Hoe ziet een ideaal contract eruit?

Een ideaal contract moet de aannemer belonen voor het verlengen van de levensduur van het asfalt in plaats van voor het aanbrengen van zoveel mogelijk tonnen nieuw asfalt. In de praktijk zit het huidige verdienmodel vaak nog zo in elkaar dat hoe meer asfalt je aanlegt, hoe beter je betaald krijgt. Dat staat haaks op duurzaam onderhoud. Wij pleiten daarom voor een systeem waarbij je juist meer verdient als je erin slaagt om met minder ingrepen het wegennet in goede staat te houden. Dat betekent dus een omkering van de prikkel.

Daarnaast moet het risico dat weersomstandigheden roet in het eten gooien niet volledig bij de aannemer liggen. Op dit moment komt het nog vaak voor dat een aannemer kosten moet maken of een planning ziet mislukken als het weer plotseling omslaat, terwijl dat buiten hun macht ligt. Wij zien meer in gedeeld risicodragerschap. Bijvoorbeeld dat Rijkswaterstaat of de opdrachtgever een deel van dat risico op zich neemt. Dat maakt het voor de uitvoerende partijen aantrekkelijker om met innovatieve of weersgevoelige technieken zoals LVO-v te werken. Flexibiliteit in planningssystemen is hierin ook essentieel: nu moeten we

soms al maanden van tevoren een uitvoeringsslot vastleggen. Dat werkt niet met een techniek die afhankelijk is van weersomstandigheden.

Hoe zit het met langere contracten?

Lange contracten hebben zeker voordelen als het gaat om duurzaam onderhoud. Kijk naar DBFM-contracten (Design, Build, Finance, Maintain), zoals bij Parkway6 of Noaber18. Dat zijn consortia die een stuk snelweg voor 20 tot 25 jaar in beheer krijgen. Zij bouwen de weg en onderhouden die vervolgens ook. Omdat zij verantwoordelijk zijn voor het hele traject – inclusief de kosten van toekomstig onderhoud – hebben zij er direct belang bij om die weg in topconditie te houden en zo min mogelijk groot onderhoud te hoeven uitvoeren. Daardoor kiezen ze veel vaker voor levensduurverlengende maatregelen zoals verjongingsbehandelingen. Het voordeel is dus dat je de uitvoerende partij verantwoordelijk maakt over een langere termijn, en ze zelf laat beslissen wat de slimste keuzes zijn qua onderhoud. Het nadeel is dat je daarmee ook de marktwerking deels stilzet. Je kunt niet meer elke vier jaar een nieuwe aanbesteding doen of partijen laten concurreren op prijs. Dat is een politieke keuze. Maar als duurzaamheid en kostenbesparing op lange termijn de prioriteit zijn, dan is langere contractvorming echt het overwegen waard.

Kunnen jullie ook per rijstrook behandelen?

Ja, dat kan zeker. In de praktijk gebeurt dat ook regelmatig. Wat je vaak ziet is dat de rechterrijstrook, waar het vrachtverkeer rijdt, veel zwaarder wordt belast dan de linker strook. Daardoor slijt die sneller. Soms kiezen we ervoor om alleen die rechterstrook te behandelen met een verjongingskuur. In andere gevallen is juist die strook al zo ver versleten dat het niet meer zinvol is om daar een behandeling toe te passen, en doen we alleen de linker rijstrook om die juist preventief te behouden. In overleg met de opdrachtgever kijken we per situatie wat het meest logisch is. We kunnen heel precies werken, zelfs op baan- of strookniveau.

Zijn er andere stakeholders waar ik mee moet praten?

Zeker. Naast de technisch inhoudelijke mensen van Rijkswaterstaat raad ik aan om te praten met de afdelingen die verantwoordelijk zijn voor verkeersmaatregelen en vergunningverlening. Want die bepalen in de praktijk voor een groot deel hoe snel of langzaam wij aan het werk kunnen. Wij kunnen vaak al binnen 24 uur klaarstaan met mensen, machines en materiaal. Maar als je dan nog moet wachten op een vergunning of op goedkeuring van een verkeersplan, dan lig je alsnog stil. Daarnaast zijn de uitvoerders van verkeersmaatregelen – de mensen die de weg afzetten, bebording regelen, enzovoorts – cruciaal. Zij bepalen de afzettingslengte. Soms mogen we maar 500 meter per keer behandelen, terwijl onze machines prima 8 kilometer per uur kunnen rijden en dus veel langere stukken kunnen doen. Als we meer ruimte krijgen, kunnen we veel efficiënter werken. Ook daar valt dus nog veel te winnen qua afstemming en standaardisatie.

Zijn er verder nog obstakels waar jullie tegenaan lopen?

Een van de grootste obstakels is de starheid van het huidige systeem. De planning is erg rigide, en vaak moet je weken of maanden vooruit een tijdslot reserveren. Als het dan regent, kun je niet werken, maar zijn de kosten wel gemaakt. Soms ligt dat risico bij de aannemer, soms bij ons. Niet alle aannemers of rayons van Rijkswaterstaat gaan daar flexibel mee om. Wij hebben met sommige partijen goede afspraken kunnen maken over kostenverdeling, maar dat is niet standaard. Daar is nog veel ruimte voor verbetering.

Welke concurrenten spelen er verder mee op dit vlak?

De belangrijkste partijen naast ons zijn PaveCare en Latexfalt. PaveCare is meer een aannemer en heeft geen eigen productie. Latexfalt is wel een producent, maar is eigendom van meerdere grote aannemers. Wij zijn de enige partij in Nederland die én zelf produceert én volledig onafhankelijk is van aannemers of asfaltcentrales. Dat geeft ons de ruimte om echt vanuit het product en de techniek te denken, in plaats van vanuit het verdienmodel van de asfaltproductie.

Dank je wel voor je tijd.
Graag gedaan. Stuur gerust het eindrapport op, ik ben benieuwd.

12.16. Interview C2 (Latexfalt)

Kun je om te beginnen wat meer vertellen over Latexfalt en wat jullie precies doen?
Zeker. Latexfalt is leverancier van bindmiddelen, maar wij opereren iets anders dan traditionele leveranciers zoals Shell of Total. Waar traditionele leveranciers voornamelijk vanuit aardolie werken, specialiseren wij ons juist in modificaties en specifieke toepassingen van bindmiddelen. Bijvoorbeeld bij snelwegen: daar is bindmiddel nodig met verbeterde cohesie-eigenschappen, waarvoor we polymeren toevoegen.
Ook bij fietspaden leveren wij bijzondere bindmiddelen, omdat je misschien wel hebt gezien dat fietspaden soms rood zijn. Dat rood krijg je niet met standaard bitumen, omdat deze van nature zwart is. Technisch gezien zou het wel kunnen door veel pigment toe te voegen, maar dat is niet efficiënt. Daarom produceren wij bindmiddelen waarmee we kleur gemakkelijk kunnen realiseren.
Een derde belangrijk punt is het verlijmen van asfaltlagen. Asfalt bestaat altijd uit meerdere lagen en die moeten stevig aan elkaar worden gelijmd. Traditioneel gebeurt dat met warme bitumen, maar dat brengt arbotechnische risico's mee. Wij maken hiervoor emulsies die bij kamertemperatuur vloeibaar zijn en gemakkelijk en veilig aan te brengen.

Jullie leveren ook het product LVO-v, klopt dat?
Ja, dat klopt inderdaad. Het emulsiegedeelte waar ik net over sprak, daar valt het product LVO-v onder. Het betreft een specifiek verjongingsmiddel voor asfalt, bedoeld om de levensduur van bestaande wegen te verlengen.

Ik heb begrepen dat er drie partijen in Nederland actief zijn met dergelijke middelen. Ik hoorde dat jullie nog niet volledig gevalideerd zijn, hoe zit dat precies?
Dat is gedeeltelijk juist. De werking van ons product is inmiddels gevalideerd en bewezen effectief. Waar we echter nog validatie voor nodig hebben, is het punt van remstroefheid vlak na toepassing. Om precies te zijn: direct nadat wij ons product hebben aangebracht, moet een voertuig snel genoeg kunnen afremmen. Dat is momenteel het enige aspect waarop onze validatie nog niet volledig afgerond is.

Hebben jullie meerdere producten voor deze LVO-toepassingen of slechts één specifiek product?
We hebben momenteel twee actieve producten in ons portfolio. Eerder hadden we nog een derde variant, maar die passen we niet meer actief toe. Onze huidige producten zijn Modimuls ZV voor open asfalt, en Neomex Eco voor dicht asfalt. Daarnaast hebben we nog Neomex Eco Color, specifiek bedoeld voor gekleurd asfalt.

Kun je LVO-v ook inzetten wanneer er al enige rafeling op het wegdek zichtbaar is?
Dat hangt af van de ernst van de rafeling. Het product kan effectief worden ingezet als er sprake is van lichte rafeling, idealiter nog voordat die rafeling officieel in het bestek als schade wordt geregistreerd. LVO-v herstelt geen verloren steenslag, maar verstevigt wel de bestaande verbindingen tussen de steenslagdelen door de bitumenbruggen opnieuw kracht bij te zetten. Het stopt het verdere verval dus effectief, maar kan geen ontbrekende materialen terugbrengen.

Kun je uitleggen hoe het verouderingsproces van asfalt precies in elkaar steekt?
Asfalt veroudert op twee manieren. Ten eerste door oxidatie, een chemisch proces

waarbij zuurstof reageert met het bitumen, waardoor dit stijver en minder flexibel wordt. Ten tweede, wat minder bekend is, verdwijnen korte, vloeibare moleculen geleidelijk uit het bitumen. Deze korte moleculen zijn essentieel voor de flexibiliteit van het asfalt. Naarmate deze moleculen verdwijnen, blijft een steeds stijver materiaal achter, dat veel sneller gaat rafelen en verouderen.
Dit tweede proces lijkt enigszins op hoe water of andere vloeistoffen langzaam verdampen bij kamertemperatuur. Hoe lager het kookpunt van een molecuul, hoe sneller het verdampt. Bij asfalt verdampen op een vergelijkbare wijze langzaam de korte moleculen, waardoor de bitumen stijf en bros worden.

Hoe pakt jullie product LVO-v dit specifieke verouderingsproces aan?
Met LVO-v brengen we exact die korte, vluchtige moleculen terug in het asfalt. We herstellen daarmee als het ware de oorspronkelijke moleculaire balans van het bindmiddel. Dit betekent concreet dat het asfalt weer flexibeler wordt, de hechting beter wordt, en het rafelingsproces aanzienlijk wordt vertraagd. We herstellen niet het oxidatieproces zelf, maar we verzachten het bindmiddel aanzienlijk waardoor de levensduur fors wordt verlengd.

Hoe voorkomen jullie dat het product de poriën van open asfalt niet dichtmaakt?
Dat doen we door het product zorgvuldig te doseren en door middel van een speciale applicatietechniek, waarbij we gebruikmaken van een zogenaamd 'airjet-systeem'. Hiermee blazen we de emulsie gericht en diep het asfalt in, waardoor het product goed verspreid wordt zonder de poriën te blokkeren. Hierdoor blijft het asfalt drainerend functioneren.

Waarom vormt remstroefheid nog steeds een probleem bij jullie validatie?
Het probleem van de remstroefheid ontstaat omdat bij het aanbrengen van het product altijd een dunne laag emulsie achterblijft op het oppervlak van de steentjes. Dit laagje moet snel worden verwijderd door verkeer, maar dat gebeurt momenteel niet snel genoeg. We werken actief aan het verbeteren van dit proces door verschillende methoden te testen, waaronder een betere manier van afstrooien met zand.

Hoe lang stellen jullie het onderhoud uit met LVO-v?
Wat we momenteel gevalideerd hebben gekregen vanuit TNO, is dat je minimaal zes jaar onderhoud kunt uitstellen. Hierbij wil ik wel duidelijk maken: het gaat niet om zes extra jaren vanaf het moment dat het asfalt aan vervanging toe is, maar zes jaar vanaf het moment dat je het product toepast. Dit is dus belangrijk om helder te hebben, omdat het soms verwarring veroorzaakt bij interpretatie van de resultaten. We hebben echter al gevallen gezien waar het rafeling tot 12 jaar uitstelt.

Kunnen jullie LVO-v ook in meerdere lagen toepassen, bijvoorbeeld meerdere keren gedurende de levensduur van een weg?
Ja, dat kan inderdaad. Ik dacht eerst dat je bedoelde meerdere lagen tegelijk toepassen, en dat zou weinig nut hebben. Maar het opnieuw toepassen van LVO-v na een aantal jaren is zeker mogelijk. Je zou bijvoorbeeld bij een DBFM-contract van 20 jaar het product idealiter aanbrengen wanneer je het contract begint, vervolgens na zes jaar opnieuw, en dan weer na twaalf jaar. Eventueel kun je op achttien jaar nog een behandeling doen met een van onze andere producten om echt goed door die twintig jaar heen te komen.

Wat is het ideale moment om LVO-v toe te passen? Hoe bepaal je dat?
Het meest eenvoudige antwoord daarop is om te kijken naar visuele inspecties van

het asfaltoppervlak. Zodra je de eerste tekenen van lichte rafeling ziet, moet je eigenlijk gaan ingrijpen. Maar wil je het wetenschappelijk en onderbouwd doen, dan moet je iets preciezer te werk gaan. Je kunt bijvoorbeeld een LCMS (Laser Crack Measurement System) gebruiken om het wegdek gedetailleerd te analyseren en het exacte punt te bepalen waarop de conditie begint te verslechteren. Daarnaast kun je het bindmiddelgehalte en de stijfheid van het asfalt monitoren.
Wat belangrijk is om te begrijpen, is dat schade aan asfalt exponentieel verloopt. Aan het begin verloopt de achteruitgang traag, maar zodra het asfalt eenmaal bepaalde schade heeft opgelopen, versnelt het verval enorm. Het ideale moment om in te grijpen is dus net voordat die exponentiële versnelling begint, zodat je het verval effectief kunt stoppen en stabiliseren.

Onder welke omstandigheden kan LVO-v niet worden toegepast? Zijn er nog belangrijke criteria?
Er zijn twee situaties waarin het product absoluut niet toegepast kan worden: bij vorst en bij regen. De reden hiervoor ligt in het chemische proces waarmee we werken. We gebruiken een emulsie, een oplossing waarbij we onze actieve stof verdelen in kleine bolletjes in water. Dit maakt het mogelijk om het product bij kamertemperatuur vloeibaar aan te brengen. Zodra de emulsie op het asfaltoppervlak ligt, verdampt het water en blijven de actieve stoffen achter die dan in het asfalt trekken.
Als het regent, wordt dit verdampingsproces verstoord omdat er teveel water aanwezig is, en bij vorst bevriest het water, waardoor de emulsie niet meer werkt. Daarom zijn deze omstandigheden uitgesloten voor een effectieve toepassing van het product.

Tegen welke praktische of zakelijke problemen lopen jullie momenteel aan bij de toepassing van LVO-v?
Vanuit zakelijk oogpunt lopen wij inderdaad tegen een aantal specifieke problemen aan. Allereerst hebben we het eerder genoemde punt van remstroefheid. Onze expertise ligt vooral bij het produceren en aanbrengen van bindmiddelen en emulsies, niet bij de verkeersveiligheidsaspecten zoals remstroefheid. Dit is iets waarvoor wij externe hulp hebben moeten inschakelen, omdat we intern simpelweg de juiste expertise hiervoor missen.
Daarnaast zien wij vooral uitdagingen in de korte contracttermijnen die Rijkswaterstaat vaak gebruikt. Veel contracten zijn vier jaar, wat niet optimaal is voor een product dat zes jaar levensduurverlenging biedt. Hierdoor kiezen aannemers regelmatig voor goedkopere en kortere oplossingen van concurrenten. Ons product is inherent iets duurder, omdat we een uitgebreide techniek gebruiken (zoals inblazen van de emulsie) voor betere verspreiding door het asfalt heen. Op de lange termijn is dit efficiënter en duurzamer, maar dit voordeel komt alleen volledig tot zijn recht bij langlopende contracten zoals DBFM-contracten.
Het ideale scenario zou daarom zijn dat aannemers financieel beloond worden voor het maximaliseren van de levensduur van wegen en het minimaliseren van het aanleggen van nieuw asfalt. Dit zou duurzaamheid stimuleren en innovatie aanmoedigen.

Zijn er nog andere onderzoeksrichtingen, mogelijkheden, of contacten die je mij zou aanbevelen?
Ja, zeker. Ik denk dat het erg nuttig voor jouw onderzoek kan zijn om in gesprek te gaan met Remy van den Beemt van BAM. Zij ontwikkelen momenteel namelijk een voorspellend model om precies te kunnen bepalen wanneer onderhoud, zoals LVO-v toepassing, nodig is. Ze richten zich voornamelijk op dicht asfalt, maar het principe van hun voorspellende aanpak is vergelijkbaar met wat jij beschrijft.

Dit model kijkt bijvoorbeeld naar factoren zoals visuele inspectie, LCMS-metingen, bindmiddelgehalte en stijfheid van het asfalt. Als je daarin geïnteresseerd bent, kan ik je graag met Remy in contact brengen, omdat zij hierin al belangrijke stappen hebben gezet en relevante inzichten kunnen bieden voor jouw onderzoek.

Heel erg bedankt voor deze uitgebreide en heldere uitleg. Mag ik eventueel later nog vragen stellen?
Ja, absoluut. Geen enkel probleem. Mijn beschikbaarheid varieert soms vanwege drukte, maar je kunt mij altijd mailen. Het kan zijn dat ik af en toe wat trager reageer, maar ik sta zeker open om aanvullende vragen te beantwoorden. Verder ben ik ook zelf erg benieuwd naar het eindresultaat van je onderzoek en ontvang ik graag een exemplaar zodra het klaar is. Succes ermee, en ik kijk uit naar je uiteindelijke bevindingen!

12.17. Interview C3 (Pavecare)

Kun je uitleggen wat EAB is en wanneer je dat toepast?
EAB is een maatregel die we gebruiken om rafeling te corrigeren. Het wordt toegepast bij wegen die matig tot ernstig zijn gaan rafelen. Met behulp van een EAB-machine mengen we zand in de juiste gradaties met een bitumen-emulsie en water. Dit mengsel wordt vervolgens gelijkmatig over het wegdek verdeeld. Het doel is om verdere schade te beperken en de toestand van het wegdek tijdelijk te verbeteren.

Is EAB een LVO- of een LVO-v maatregel?
EAB is een LVO-maatregel. Het is dus geen LVO-vmaatregel.

Laten we ons nu richten op jullie LVO-v product. Is dat al gevalideerd door Rijkswaterstaat?
Nog niet volledig. De werking van het materiaal zelf is al wel aangetoond, maar voor volledige validatie moeten we nog twee proefvakken aanleggen waarin we moeten aantonen dat de stroefheid voldoende is. Pas daarna kan het product als gevalideerd worden beschouwd door Rijkswaterstaat.

Hebben jullie één LVO-v product of meerdere?
We hebben op dit moment één soort LVO-v product.

Is dit product toepasbaar op alle soorten asfalt?
Nee, niet op alle soorten. Het werkt niet op dicht asfalt, zoals DAB, omdat het materiaal daar niet in kan trekken. Maar voor alle open mengsels is het geschikt: SMA, DGD, ZOAB en ook tweelaags ZOAB.

Hoe bepalen jullie het juiste moment om LVO-v toe te passen?
Dat bepalen we momenteel meestal niet zelf. In de proefvakken van Rijkswaterstaat is al vastgesteld dat de betreffende ZOAB-stukken geschikt zijn. Wij volgen in dat geval gewoon de aanwijzingen. In bredere zin hangt het moment van toepassen sterk af van het doel. Wil je het maximale uit de maatregel halen, dan moet je het vroeg genoeg aanbrengen. Maar soms is iemand ook al geholpen met slechts één jaar verlenging, bijvoorbeeld als de schade in augustus of september begint toe te nemen. Dan kan het toch zinvol zijn om nog een LVO-v maatregel toe te passen — puur om één winter te overbruggen.

Wat zijn mogelijke strategieën om het juiste moment van toepassen te bepalen?
Wijzelf bij Pavecare houden ons niet bezig met deze strategische kant. LVO-v is de goedkoopste maatregel in het hele palet, dus we zeggen vaak: doe het liever te vroeg dan te laat. Het vervangen van asfalt kost zo'n €30 per vierkante meter, terwijl een LVO-v maatregel slechts €3 per vierkante meter kost. Dan kun je beter wat marge nemen.

Kan LVO-v ook nog worden toegepast als er al schade is?
Dat hangt af van het doel. Als je bijvoorbeeld nog een jaar of twee wilt winnen, kan dat wel. Maar als je een verlenging van drie tot vijf jaar beoogt, dan is het meestal te laat. De schade wordt dan niet meer effectief geremd. De maatregel stopt verdere degradatie, maar herstelt geen rafeling die er al is.

Hoeveel jaar onderhoud kun je gemiddeld uitstellen met een LVO-v maatregel?
We rekenen meestal met een bandbreedte van drie tot vijf jaar. Soms kan het iets langer zijn, maar dat hangt sterk af van de omstandigheden.

Kun je het product ook aanbrengen per rijstrook, of moet het over de hele rijbaan?
We kunnen het ook los per rijstrook aanbrengen. Dat is geen probleem.

Is het mogelijk om meerdere keren LVO-v toe te passen op dezelfde locatie?

Zeker. Als je na drie jaar ziet dat de veroudering opnieuw begint, maar er nog geen schade is, dan kun je de maatregel nogmaals toepassen. Er zit echter wel een theoretische grens aan, vanwege de waterdoorlaatbaarheid.

Heeft het aanbrengen van bitumen invloed op de waterdoorlaatbaarheid van ZOAB?

In theorie wel, maar in de praktijk vervuilt ZOAB meestal van onderaf — niet aan de bovenkant waar de LVO-v maatregel zit. Na zes à zeven jaar zit daar vuil dat de afwatering belemmert. De bitumenlaag bovenop heeft daar relatief weinig invloed op. De maatregel zit in de bovenste centimeter, terwijl de afwatering vooral via de onderste lagen verloopt.

En hoe zit het met de stroefheid van het wegdek na aanbrengen?

De stroefheid is na het aanbrengen initieel even een aandachtspunt. We gebruiken een bitumen-emulsie — dat is water met bitumen. Die moet "omslaan": het water moet verdampen. Gemiddeld genomen is de weg na twee uur weer veilig begaanbaar. De eerste laag is dan al deels ingereden voordat je eventueel een tweede toepassing doet.

Geven jullie als Pavecare ook adviezen aan aannemers over meerjarige toepassing?

Nee, dat gebeurt zelden. De vraag is meestal gericht op directe toepassing. Vooruitplannen gebeurt eigenlijk niet.

Hoe snel kunnen jullie LVO-v uitvoeren na aanvraag?

Dat hangt af van onze planning, maar meestal kunnen we binnen één tot drie weken starten. De beperkende factor is vaak Rijkswaterstaat zelf, vanwege hun aanvraag- en afzettingsprocedures. Zo'n afzetting aanvragen duurt vaak al drie weken.

Onder welke weersomstandigheden mag de maatregel worden aangebracht?

Het moet droog zijn, de temperatuur moet boven de vijf graden liggen, en de luchtvochtigheid mag niet boven de 85% uitkomen.

Welke belemmeringen ervaren jullie bij het opschalen of toepassen van LVO-v?

Het validatietraject van Rijkswaterstaat is lang en stroperig. We zijn er nu al vijf jaar mee bezig. Ze willen het maximale rendement uit een maatregel halen, en dat beperkt de toepassingsmogelijkheden. Ze stellen bijvoorbeeld dat een weg maximaal zeven jaar oud mag zijn voordat je een LVO-v mag aanbrengen, terwijl we in de praktijk zien dat het ook na twaalf jaar nog waardevol kan zijn.

Wat zijn volgens jou de structurele problemen met de huidige contractvormen?

De meeste onderhoudscontracten lopen vier jaar. Aannemers hebben daarin geen belang bij levensduurverlenging; ze willen asfalteren. Dat is hun verdienmodel. Daardoor ligt de focus op vervanging in plaats van onderhoud. Als je wilt dat LVO-v vaker en effectiever wordt toegepast, zou je deze maatregel uit reguliere contracten moeten halen en apart aanbesteden — eventueel door Rijkswaterstaat zelf gestuurd.

Zijn er wel contractvormen die volgens jou beter werken?

Ja. Contracten waarbij de aannemer zowel de aanleg als het langdurige onderhoud verzorgt (bijvoorbeeld 15 jaar lang), zorgen ervoor dat diezelfde partij belang heeft bij duurzaam onderhoud. Dan wil de aannemer zo min mogelijk kosten maken en de weg toch in goede staat houden.

Zou een model werken waarin de aannemer juist wordt beloond voor minder asfalteren?

Dat zou kunnen, maar dan moet je de verantwoordelijkheid bij die aannemer leggen voor de staat van de weg. Dat vereist andere sturingsmechanismen. In de praktijk is het waarschijnlijk makkelijker om LVO-v onder directe regie van Rijkswaterstaat te plaatsen.

Heb je suggesties voor andere experts die ik zou kunnen spreken?
Ja. Ton Kneepkens van Arcadis is een goede naam. Hij heeft jarenlang bij de provincie gewerkt als wegbeheerder en combineert praktische kennis met academische inzichten. Hij kan waarschijnlijk een waardevolle bijdrage leveren aan je onderzoek.
Tot slot: produceren jullie het materiaal zelf?
Nee, we kopen de bitumen-emulsie in bij het Duitse bedrijf **AS** en brengen het zelf aan.

12.18. Interview D1 (Rutger Krans)

Verslag overleg met Rutger Krans, Luuk Hopman, Jeroen Bleeker en Dion Putter
15 April 2025

Rijkswaterstaat bezit heel veel soorten data. LCMS, stroefheidsmetingen, langs- en dwarsvlakheidsmetingen, en aanlegdata zijn hier voorbeelden van. Elk jaar wordt dit landsdekkend verzameld en gebruikt om 5 jaar vooruit te kunnen kijken qua onderhoudsbehoefte. Daarnaast wordt er data vanuit projecten zoals grootonderhoudsprojecten (nul dossiers) en ook vanuit opleverings-/kwaliteitsonderzoeken (pdf) verzameld. Elke data soort bij Rijkswaterstaat heeft een eigenaar. Deze groep beheert bijvoorbeeld de aanlegdata of LCMS data.
Er was bijna een overeenkomst een de data opbaar te maken. Hierbij zou de data alleen voor bepaalde doeleinde gebruikt mogen worden. Dit voorkomt dat verzekeraars een claim indienen bij RWS omdat blijkt uit de openbare data dat, bijvoorbeeld, de stroefheid metingen niet meer voldeden.
Bij het openbaar maken van data is het belangrijk dat ook de kennis gedeeld word. Data is één maar het op de juiste manier interpreteren en analyseren van data is nog veel belangrijker.
Vanuit interviews met aannemers van de gebiedscontracten is naar voren gekomen dat er weinig data vanuit RWS beschikbaar is of beschikbaar wordt gesteld. Dit wordt als een gemis ervaren omdat er op basis van data juist meer gericht aanvullend onderzoek kan worden gedaan om het type asfaltonderhoud te kunnen bepalen maar ook mogelijk in de toekomst te kunnen gaan voorspellen wanneer het juiste onderhoudsmoment optimaal zou zijn (Assetmanagement).
Er is nog geen beeld over wat de meest efficiëntste contractduur zou zijn voor de onderhoudscontracten vanuit Rijkswaterstaat. Nu zijn deze voor de SiWo 4 jaar maar wordt door aannemers als (te) kort ervaren om met hun kennis en kunde te etaleren en het onderhoud te kunnen optimaliseren.
De onderhoudscontracten worden door de 7 regio’s binnen Rijkswaterstaat zelf opgesteld en uitgevraagd en de regio’s zijn zelf verantwoordelijk om de staat van de verhardingen op het gewenste kwaliteitsniveaus. Sommige regio’s zijn onder verdeeld in districten met totaal 15. Het is (nog) niet bekend of er per district in de toekomst een onderhoudscontract komt zoals bij de SiWo contracten nu het geval is
Inspech is een innovatie om visuele inspecties te digitaliseren. Unihorn rijd rond met een auto waar vier camera’s en twee GPS systemen op gemonteerd zijn. Deze maken gecombineerd een ortho projectie van de het wegenareaal. Met een door gediplomeerde weginspecteurs getrainde AI worden vervolgens de schades gemarkeerd. Deze schades worden gecontroleerd door een gecertificeerde inspecteur. Op basis van het soort schade, ernst van de schade en omvang van de schade kan een analyse worden gedaan conform de DWW dan wel CROW-eisen ook qua planjaren. (meer informatie in het bijgevoegde filmpje).
Om het moment van LVO-v implementatie te bepalen op basis van data zijn er drie mogelijkheden die elkaar niet uitsluiten:

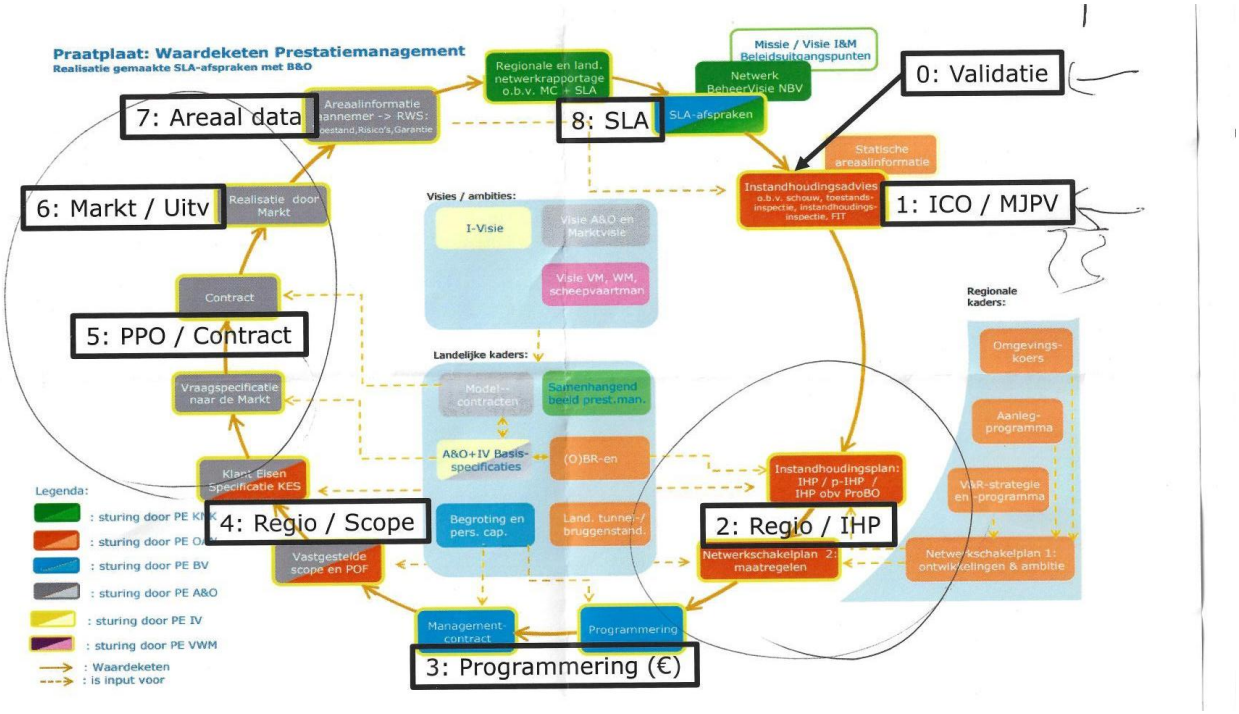
1. **Bitumen kwaliteit direct op de weg meten**
   Er zijn een aantal geruchten dat het mogelijk is om de kwaliteit van bitumen direct op de weg te meten. Je zou dan de veroudering kunnen vaststellen door een camera of scan apparaat onder een auto te hangen. Op basis van de veroudering kan je voorspellen wanneer rafeling zal optreden en wanneer de verjongings crème moet worden aangebracht. Unihorn doet daar op dit moment onderzoek naar.

2. **Voorspellen met visuele inspecties**
   Doormiddel van visuele inspecties (Bijvoorbeeld www.inspech.nl) en aanlegdata (PIM) zou je kunnen voorspellen wanneer rafeling zal gaan optreden. Je zou hiervoor de aanleggegevens en visuele inspectiedata van wegen naast elkaar kunnen zetten. Op basis hiervan zou je het moment waarop de eerste rafelingen op een andere weg zullen beginnen kunnen voorspellen maar ook kunnen terugzien.

3. **Periodiek**
   Mochten bovenstaande methodes niet betrouwbaar genoeg zijn is het mogelijk om periodiek LVO-v aan te brengen. Een weg gaat een X aantal jaar mee dus na, bijvoorbeeld, 3 en 6 jaar passen we een LVO-v toe.

Gijsbert de Jong en Henk Senhorst zitten in het team wat zich bezighoud met LVO-v binnen Rijkswaterstaat.

12.19. Interview D2 (Gijsbert de Jong)



Gijsbert de Jong werkt bij de afdeling Innovatie en Markt bij Rijkswaterstaat. De afgelopen 5 jaar heeft hij het Verjongingsmiddel ondergebracht in het onderhoudsproces Asfalt (zie plaatje Waardeketen) van Rijkswaterstaat. Met ingang van 2025 wordt dit in de jaarlijkse onderhouds-advisering opgenomen. Zoals in de bovenstaande afbeelding is weergegeven is de werkwijze op 8 punten ingepast.
De werkwijze LVO-v is Toestands-Afhankelijk gevalideerd. In de onderhoudsstrategie wordt verwacht dat de Rechter Rijstrook een kortere levensduur heeft dan de andere rijstro(o)k(en). De eerst- en meest voorkomende schade is Rafeling (steenverlies door verouderde bitumen). In de levensloop wordt dan ook vaak op deze rechter rijstrook de ZOAB-deklaag een keer extra vervangen.

In de nieuwe werkwijze wordt bij de eerste waarneming van steenverlies de verjongingscreme toegepast en daarmee wordt een toekomstige vervanging van asfalt in later jaren voorkomen. Een opgestelde business case laat grote winst zien op de LifeCycle kosten, maar ook op gebied van duurzaamheid (er wordt asfalt uitgespaard). Er is ook minder hinder voor het verkeer omdat het toepassen van Verjongingscreme vele malen sneller gaat dan asfalt vervangen.
Deze werkwijze heeft wel de consequentie dat snel moet worden gehandeld om niet te laat te komen en de schadeontwikkeling van de Rafeling te lang doorgaat. Op het drukke wegennet van RWS lukt het niet altijd.
Rijkswaterstaat werkt nu nog steeds met wegvakken. Dit creeert een ‘Lappendeken’ waarbij er op één weg meerdere soorten asfalt ligt met een verschillende aanlegdatum. Om dit op te lossen wil Rijkswaterstaat richting ‘Netwerkschakels’ waarbij er tussen twee knooppunten één stuk weg ligt. Verjoningscreme zou deze deken kunnen oplossen. Behandel het ene (oudere) wegvak met verjongingscreme zodat deze op het zelfde moment vervangen moet worden als het aanliggende (nieuwere) wegvak.

Om die reden wordt ook nog een onderzoek gestart naar Gebruiks Afhankelijke toepassing. In de DBFM-contracten op RWS-areaal wordt dit ook gedaan. Door bijvoorbeeld Verjongingscreme op leeftijd in te plannen is het toepassen veel beter vooraf in te plannen en programmatisch aan te besteden en uit te voeren. Mogelijk neemt ook de hinder door 'onverwacht onderhoud' hierdoor af in de hele lifecycle.

Contractering
Er is op dit moment 1 partij (ESHA) die gevalideerd is en op het RWS-areaal Verjongingscreme mag toepassen. Verjongingscreme heeft nog geen structurele plaats in de onderhoudscontracten opgenomen. Op dit moment wordt op regie van RWS de uitvoering als meerwerk opgedragen aan de reguliere onderhoudsaannemer waarbij deze aannemer verplicht is de gevalideerde partij in te schakelen. Dit geeft nog extra administratief werk en geeft soms wel wat spanning in de contracten omdat Verjongingscreme een ander verdienmodel heeft.
Mogelijk dat in de toekomst contracten met een langere onderhoudsperiode ontstaan met een goede prikkel op beschikbaarheid, duurzaamheid en kosten waar de aannemer zelf de keuze kan maken voor de toepassing van Verjongingscreme.
DBFM contracten werken goed voor LVO-v omdat de onderhoudstermijn lang is. De F (financiële component) zorgt echter voor problemen en geeft onvoldoende flexibiliteit om van eerdere contractafspraken af te wijken. Wellicht is de DBM-vorm geschikt met een lange(re) looptijd.
Assetmanagement
Rijkswaterstaat is bezig met een professionalisering van Assetmanagement en richt zich op het werken in NetwerkSchakels. Die NetwerkSchakels moeten in de toekomst als geheel worden onderhouden. Nu liggen er in een NetwerkSchakel nog vaak stukken asfalt met verschillende leeftijden en onderhoudsmomenten. Verjongingscreme kan ook in deze strategie ingepast worden om vervangingsmomenten van stukken asfalt onderling te verschuiven.

12.20. Interview D3 (Jasper Flapper)

Interview met Jasper Flapper – Duurzaam Asfaltonderhoud bij Rijkswaterstaat

Wat is jouw functie bij Rijkswaterstaat?

Ik werk bij het Inkoopcentrum Grond-, Weg- en Waterbouw, afgekort ICG. Dat is de afdeling binnen Rijkswaterstaat die zich bezighoudt met inkoopbeleid en inkoopmodellen voor de gehele GWW-sector. Wat wij doen, is zorgen voor de standaardisatie van de inkooppraktijk. Denk aan modelcontracten, voorwaarden en sjablonen die Rijkswaterstaat kan gebruiken bij elk nieuw project. Zo hoeven we niet telkens opnieuw het wiel uit te vinden voor elk contract. Naast het beheer van die modellen geven wij ook advies over het afwijken van het inkoopbeleid of van modellen, dat noemen we een mandaatverzoek. Specifiek houd ik me vooral bezig met het verduurzamen van die inkoopmodellen en het inkoopbeleid.

Daarbij werk ik voor de helft van mijn tijd in het programma Duurzame Infra, dat is gericht op het verduurzamen van de infrastructuur in brede zin. Binnen dat programma werk ik aan het transitiepad duurzame wegverharding, onder leiding van Ludo. Voor die rol ben ik inkoopstrateeg. Mijn andere helft werk ik aan het verduurzamen van de eigen inkoopinstrumenten binnen ICG. En momenteel ben ik bezig met een overgang naar batenmanagement, waarin het doel is dat de reguliere Rijkswaterstaatorganisatie meer eigenaarschap neemt in het verder brengen van duurzaamheid.

Hoe verwerken jullie duurzaamheid in contracten?

Duurzaamheid is inmiddels een fundamenteel onderdeel van ons inkoopproces geworden. De basis hiervan is het aanbesteden met de Milieukostenindicator, ofwel MKI. Dat is een Europese methodiek waarmee je de milieukosten van een product of dienst over de hele levenscyclus uitdrukt in euro's. Denk aan de milieuschade die ontstaat bij het winnen van grondstoffen, de productie, transport, aanleg, onderhoud en zelfs de sloop en hergebruikmogelijkheden aan het einde van de levensduur.

In plaats van alleen naar de prijs te kijken bij een aanbesteding, kijken wij nu ook naar die MKI-score. De aannemer levert samen met zijn aanbieding een berekening aan van de milieukosten van zijn oplossing. Daarmee kunnen we partijen die duurzamer werken een voordeel geven bij de gunning, zelfs als hun prijs iets hoger ligt. Sinds 2021 is dit vastgelegd in ons inkoopbeleid: bij alle GWW-projecten moeten we de MKI meenemen in de beoordeling.

Wat zijn de peloton- en koploperaanpak waar je het over hebt?

Goede vraag. De pelotonaanpak en de koploperaanpak zijn twee complementaire strategieën om de sector te verduurzamen.

De **pelotonaanpak** is bedoeld om de hele markt in beweging te krijgen. We stellen minimale MKI-eisen op per type asfalt. Die eisen worden om de twee jaar strenger. Het idee is dat wie niet meebeweegt met de verduurzaming, uiteindelijk niet meer aan de eisen voldoet en dus wordt uitgesloten van toekomstige opdrachten. Zie het als een soort bezemwagen achter het peloton die iedereen dwingt om in beweging te blijven.

De **koploperaanpak** richt zich juist op het belonen van partijen die vooroplopen in duurzaamheid. Voor ongeveer een derde van ons jaarlijkse asfaltvolume hanteren we nu deze aanpak. We vragen aan de markt: hoe laag kunnen jullie gaan qua MKI-score voor dit type asfalt? Op basis daarvan stellen we strengere eisen op voor dat specifieke project, zodat alleen de meest duurzame aanbieders kans maken. Het idee hierachter is dat we koplopers ruimte en zekerheid willen bieden om te blijven investeren in duurzame innovaties.

Hoe zit LVO-v in die aanpak?

LVO-v past op verschillende manieren in onze strategie. In de huidige situatie programmeert Rijkswaterstaat nog zelf welk onderhoud waar en wanneer wordt

uitgevoerd. Als assetmanager maken wij de analyse van de wegconditie en beslissen dan: hier moet de toplaag vervangen worden, daar volstaat een LVO-v behandeling. In dat model schrijven we exact voor wat de aannemer moet doen, waar en wanneer.
LVO-v kan ook een rol spelen in een ander model, waarin we het assetmanagement uitbesteden aan de markt – bijvoorbeeld via DBFM-contracten. Daarin sturen we niet op specifieke ingrepen, maar op prestaties zoals de beschikbaarheid van de weg. Aannemers hebben daar zelf de vrijheid om te bepalen wat de meest efficiënte manier is om de prestatie te realiseren. In dat soort contracten zie je dat LVO-v vaak preventief wordt ingezet. Niet omdat wij het voorschrijven, maar omdat het financieel slim is voor de aannemer.

Kun je meer vertellen over die DBFM-contracten?

DBFM staat voor Design, Build, Finance, Maintain. Dat zijn langlopende contracten – denk aan 25 tot 30 jaar – waarin de markt verantwoordelijk is voor ontwerp, uitvoering, financiering en onderhoud. De opdrachtgever betaalt via een jaarlijkse beschikbaarheidsvergoeding. De aannemer wordt dus beloond als de weg beschikbaar en in goede staat blijft.
Een interessant voorbeeld is het contract A27 Everdingen-Hooipolder. Dat is een zogeheten DBM-contract: er zit geen financieringscomponent meer in, maar wel een onderhoudsverantwoordelijkheid van 15 jaar. Daarin wordt ook op prestaties afgerekend. Dit soort contracten zijn inhoudelijk interessant omdat ze ruimte bieden voor innovatieve onderhoudsstrategieën zoals LVO-v. Het nadeel is dat ze complex en duur zijn, wat de opschaling belemmert.

Welke uitdagingen zie je bij het toepassen van LVO-v binnen de huidige contracten?

De grootste uitdaging is dat er momenteel maar één gevalideerde aanbieder van LVO-v producten is. En als overheid mogen we geen opdrachten uitschrijven waarin impliciet of expliciet een monopolie wordt gegeven aan één partij. Zolang er geen concurrentie is, kunnen we LVO-v dus niet als standaardmaatregel opnemen. Daarnaast zijn sommige verjongingsmiddelen duurder en vallen hun voordelen buiten de termijn van standaardcontracten (bijvoorbeeld 4 jaar). Dat maakt ze commercieel minder aantrekkelijk voor aannemers.

Welke oplossingen zie je daarvoor?

Een mogelijkheid is dat Rijkswaterstaat zelf het patent van een LVO-v product opkoopt en beschikbaar stelt aan de markt. Dan kunnen meerdere aannemers het toepassen, zonder juridische problemen. Een andere oplossing is contracten zo vormgeven dat langere termijn voordelen, zoals 6 jaar levensduurverlenging, meegewogen worden in de beoordeling. Dat vraagt om een andere manier van aanbesteden en denken over waarde.

Wat zijn de verschillende contractvormen die jullie gebruiken?

Naast DBFM hebben we vooral UAV-GC-contracten (Uniforme Administratieve Voorwaarden voor Geïntegreerde Contracten). Dat zijn functionele contracten waarin we beschrijven wat het resultaat moet zijn, maar de aannemer verantwoordelijk is voor de invulling. Verder hebben we BOC-contracten (Basis Onderhoudscontracten), die worden gebruikt voor het monitoren van de staat van het areaal. Daarop worden nadere overeenkomsten gesloten voor specifieke werkzaamheden.
In het huidige model ligt het assetmanagement dus bij Rijkswaterstaat zelf. We gebruiken data van BOC-contracten en inspecties om onderhoudsplannen te maken. LVO-v zou dan één van de maatregelen in zo’n onderhoudsplan kunnen zijn, mits het product juridisch en praktisch toepasbaar is.

Welke documentatie zou je aanraden voor verder onderzoek?

Ik raad je aan om de volgende documenten te bekijken:

- De MKI-handleiding van Piano: hierin staat precies hoe MKI berekend wordt.

- De KCI-strategie (Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur): dat is onze routekaart richting 2030.
- De inkoopstrategie van de Buyer Group Duurzame Wegverharding: die bevat de uitgangspunten voor duurzame inkoop.
- Het rapport van Sweco over "Infra as a Service": hierin staan opties hoe je prestaties en levensduur kunt verankeren in contracten zoals UAV-GC.

Denk je dat DBM-contracten zoals bij de A27 de toekomst zijn?
Inhoudelijk zeker. Ze bieden de ruimte om integraal na te denken over levensduur, prestaties en duurzaamheid. Maar ik maak me zorgen over de huidige praktijk. Het A27-project kampt met zoveel kostenproblemen dat de aandacht volledig gaat naar risicobeheersing en budget, in plaats van naar de innovatieve aspecten van het onderhoud. Dat ondermijnt de potentie van het model.
Tot slot, hoe zie jij de rol van inkoop in dit hele proces?
Inkoop is faciliterend. Wij stellen kaders, modellen en strategieën op, maar uiteindelijk hangt het succes van verduurzaming af van de keuzes van de assetmanager: willen we zelf regie houden of het beheer overlaten aan de markt? Beide zijn legitiem, maar vereisen een andere aanpak. Inkoop kan beide ondersteunen, mits de richting helder is.