

FLUOR**FIBV – Ketenanalyse scope 3**

Asfalt

Getekend voor:	Functie	Naam	Handtekening	Datum
Opsteller	Process manager / CO ₂ coördinator	Jan Theelen	 Jan Theelen 2019.03.1 9 10:03:28 +01'00'	19-3-2019
Verificatie	O&M manager	Jos Thijs	 Jos Thijs Digitally signed by Jos Thijs DN: cn=Jos Thijs, o=FLUOR CORPORATION, email=jos.thijs@fluor.com Date: 2019.03.19 10:03:28 +01'00'	
Verificatie	Onafhankelijk kennisinstituut	David Eisma	eis16106  Digitally signed by eis16106 DN: cn=eis16106, email=eis16106@fluor.com Date: 2019.03.19 14:00:34 +01'00'	
Goedgekeurd	Executive Director	Ger van der Schaaf		



Tabel 1: Revisielog

Revisie	Wijziging	Status	Datum
1.0	Finale versie ter ondertekening door FIBV management	Final	05-12-2016
2.0	Update initiatieven op de projecten	Final	21-11-2018
3.0	Volledige revisie	Final	19-3-2019

Tabel 2: Distributieschema

Nr.	Functie	Naam (optioneel)	Digitaal	Hardcopy
1	Executive Director	G. van der Schaaf	X	
2	Sales Lead	C. Gilding	X	
3	Team lead Business Management & Contracts	R. de Looff	X	
4	FIBV medewerkers	-	X	
5	Communicatie	S. Joppe, S. Haverman	X	
6	LadderCI	KIWA	X	
7	Onafhankelijk kennisinstituut	D. Eisma	X	



Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doelstelling en aanpak.....	4
1.3	Afbakening	4
1.4	Leeswijzer.....	4
1.5	Afkortingen	5
2.	Analyse van de keten	6
2.1	De keten.....	6
2.2	Productie (A1-A3).....	7
2.2.1	Grondstoffenwinning en –transport.....	7
2.2.2	Asfaltproductie.....	7
2.3	Transport en aanbrengen (A4-A5)	7
2.4	Gebruik (B)	8
2.5	Sloop (C+D).....	8
3.	Analyse van CO ₂ -emissies en optimalisaties.....	9
3.1	CO ₂ emissies brancherepresentatieve asfaltmengsels	9
3.2	Optimalisatiemogelijkheden emissies van de asfaltketen.....	10
3.2.1	Optimalisatiemogelijkheden	10
3.2.2	Impact van optimalisaties	11
3.3	Optimalisatiemogelijkheden emissies buiten de asfaltketen	12
4.	Voorbeelden Asfaltoptimalisaties FIBV.....	13
4.1	Project A9 Gaasperdammerweg	13
4.2	Project A27/A1.....	13
5.	Conclusie	14
6.	Referenties:.....	15



1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Fluor Infrastructure BV (FIBV) is actief in het ontwerpen, realiseren en beheren van grote infrastructurele werken in Nederland. Tot de orderportefeuille behoren onder andere projecten als de A9 Gaaspedammerweg (Exploitatiefase), A27/A1 (Exploitatiefase) en de A10 Zuidasdok (Realisatiefase). FIBV participeert in deze projecten en vervult vanuit haar kennis en expertise doorgaans de projectmanagement en projectbeheersingsrollen, zoals risicomanagement, project controls en inkoop. Binnen infrastructurele projecten van FIBV zijn in het algemeen het aanbrengen van asfalt en beton(-constructies) en het gebruik van staal de grootste bronnen van CO₂-uitstoot. Indien ook exploitatiefases van projecten in combinatie met de levenscyclus van de materialen in beschouwing wordt genomen, dan zorgt asfalt (voornamelijk de deklagen) voor de grootste bijdrage aan de emissies. Daarnaast is asfalt een materiaal dat zich, gezien de (toekomstige) toepassingen, uitermate goed leent om vanuit FIBV, in samenwerking met ketenpartners, te optimaliseren om CO₂-emissies te beperken. In dat kader is daarom besloten om een asfalt ketenanalyse te maken. Deze analyse is van toepassing voor alle projecten waar FIBV een aandeel in heeft.

1.2 Doelstelling en aanpak

Het doel van deze analyse is het inzichtelijk maken van CO₂-emissies die het gevolg zijn van het gebruik van asfalt inclusief de daarbij behorende activiteiten en de rol die FIBV samen met ketenpartners kan spelen om deze emissies te reduceren. Afhankelijk van de karakteristieken van specifieke projecten kunnen keuzes gemaakt worden die voor de betreffende projecten tot een reductie van emissies leiden.

De basis voor deze ketenanalyse wordt gevormd door de levenscyclusanalyse-aanpak die gebruikt wordt binnen DuBoCalc. DuBoCalc is een tool dat binnen grote infrastructurele projecten door Rijkswaterstaat gebruikt wordt om de milieupact van de projecten inzichtelijk te maken. Deze milieupact wordt uitgedrukt in milieukosten (MKI's), waarbij één van de elementen waaruit een MKI is opgebouwd de CO₂-emissie is. Per fase uit de levenscyclus van asfalt wordt de CO₂-emissie beschouwd en wordt gekeken of en hoe deze gereduceerd kan worden. Hierbij wordt gerefereerd aan stappen uit de asfaltketen en die binnen DuBoCalc onderdeel zijn van zogenaamde modules (een groep activiteiten binnen een stap uit de asfaltketen). Voor deze analyse is gebruik gemaakt van het LCA achtergrondrapport Nederlandse asfaltindustrie¹ (EcoChain en TNO, 2018) waarbij de data gebaseerd zijn op basis van 1 ton asfalt.

1.3 Afbakening

FIBV participeert in de realisatie en het beheer- en onderhoud van grote infrastructurele projecten (hoofdzakelijk snelwegen). Indien wordt gekeken naar de soorten asfalt die daarbij worden toegepast, dan zijn dit hoofdzakelijk onder- en tussenlagen (Asphalt Concrete bin/base) en deklagen (enkel of dubbellaags zeer open asfaltbeton). Binnen deze ketenanalyse ligt de focus dan ook op dit soort asfatlmengsels.

1.4 Leeswijzer

In deze ketenanalyse wordt eerst ingegaan op de beschrijving van de asfaltketen van productie tot en met sloop. Vervolgens worden de emissies die gepaard gaan met de verschillende stappen van de keten beschouwd en wordt er gekeken naar optimalisatiemogelijkheden en de (potentiële) impact daarvan. Er wordt afgesloten met een aantal concrete voorbeelden van toegepaste asfaltoptimalisaties in projecten van FIBV en de conclusie.



1.5 Afkortingen

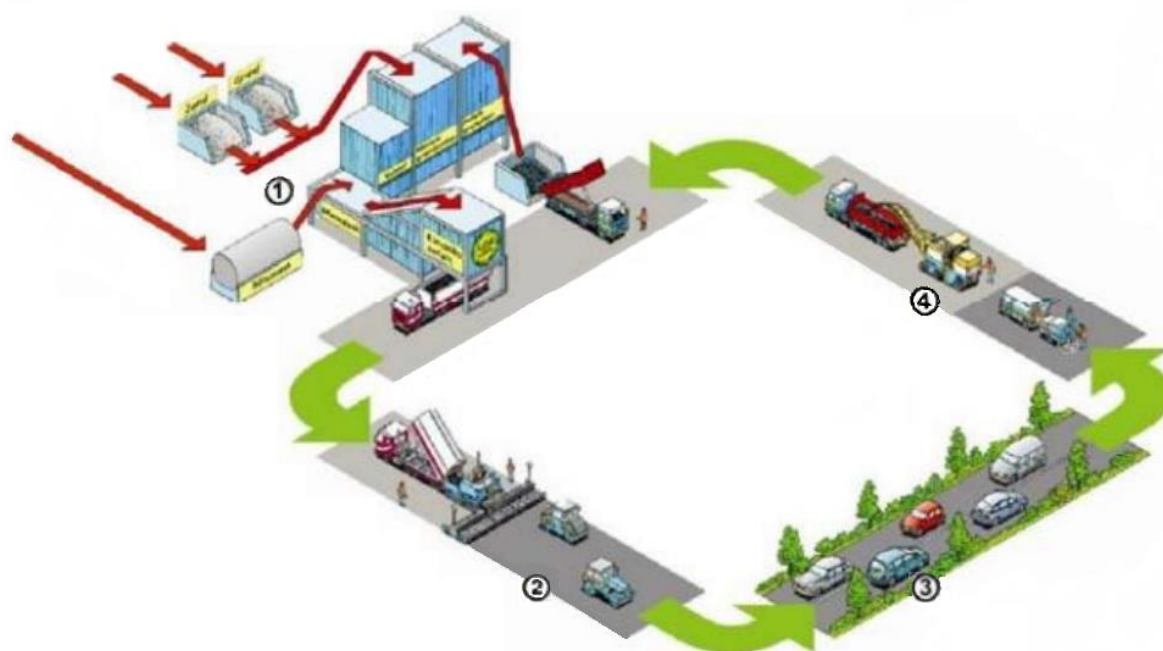
Afkorting	Definitie
AC	Asphalt Concrete (asfaltbeton)
DBFM	Design Build Finance & Maintain
DuBoCalc	Duurzaam Bouwen Calculator
FIBV	Fluor Infrastructure B.V.
MKI	Milieukostenindicator
LCA	Levenscyclus Analyse
PR	Partiële Recycling
ZOAB	Zeer Open Asphalt Beton

Tabel 1: Afkortingen

2. ANALYSE VAN DE KETEN

2.1 De keten

In de keten van het asfalt zitten diverse schakels die van invloed zijn op de CO₂-uitstoot door de productie en het gebruik van asfalt. Per schakel, waarbij ook ketenpartners betrokken zijn, wordt beschreven wat de invloed is van de desbetreffende schakel op de CO₂-emissie en in hoeverre FIBV deze kan beïnvloeden. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de keten voor het productie en gebruik van asfalt.



Figuur 2.1: kringloop van het asfalt (bron: VBW Asfalt)

De hoofdstappen/fasen van de asfaltketen hierbij zijn:

1. Productie: materialen, transport en productie (modules A1 t/m A3 in DuBoCalc) met als ketenpartners grondstoffenleveranciers (incl. transport) en asfaltbedrijven (centrales).
2. Aanbrengen: transport en verwerking (modules A4 en A5 in DuBoCalc) met als ketenpartners transporteurs en asfaltbedrijven (verwerking)
3. Gebruik: beheer en onderhoud (module B in DuBoCalc) met als ketenpartners asfaltbedrijven (onderhoud en vervanging).
4. Sloop en recycling: verwijderen en verwerking (modules C en D in DuBoCalc) met als ketenpartners asfaltbedrijven (inname freesasfalt) en transporteurs.

De rol en invloed van FIBV in de verschillende stappen van de keten zijn hierna per stap nader beschreven.



2.2 Productie (A1-A3)

2.2.1 Grondstoffenwinning en –transport

- + **Bitumen:** In het asfalt worden twee typen bitumen toegepast namelijk een harde en een zachte bitumen. Ze worden geproduceerd door de raffinage van aardolie. Bitumen wordt per vrachtwagen aangevoerd.
- + **Zand:** Als zand wordt kwartszand toegepast dat wordt, afhankelijk van de locatie van de centrale, aangevoerd per binnenvaartschip of vrachtwagen.
- + **Steenslag:** Er wordt doorgaans zandsteen of graniet als steenslag toegepast, dat wordt afhankelijk van de locatie van herkomst met zeeschepen (Schotland en Noorwegen) of binnenvaartschepen (België) aangevoerd.
- + **Vulstof:** De vulstof is een mengsel van gemalen kalksteen en vliegassen. Het wordt in de basis per vrachtwagen aangevoerd.
- + **Asfaltgranulaat:** Asfaltgranulaat is oud asfalt dat na te zijn gebroken of gefreesd wordt ingezet bij de productie van nieuw asfalt.
- + **Overig:** Afhankelijk van de situatie en wensen kunnen nog aanvullende stoffen/materialen toegevoegd worden om het asfalt de gewenste eigenschappen te geven. Dit kunnen bijvoorbeeld vezels of kleurstoffen zijn.

De invloed van FIBV op het proces van inwinnen van grondstoffen is het grootst bij de keuze van het percentage hergebruikt asfalt in de toe te passen mengels. De keuze voor het percentage hergebruik wordt gemaakt in de ontwerpfase van projecten, waarbij op basis van verkeersintensiteiten en benodigde levensduur een verhardingsadvies wordt uitgebracht waarin tevens de eisen uit de overeenkomst met de opdrachtgever zijn meegenomen. In het verhardingsadvies wordt de opbouw van de asfaltconstructie bepaald incl. de te gebruiken asfalmengsels per laag met als doel de kosten en impact over de projectlevenscyclus te optimaliseren.

2.2.2 Asfaltproductie

Het productieproces van asfalt bestaat uit de volgende hoofdonderdelen: drogen en verwarmen van het mineraal aggregaat en het mengen hiervan van in de juiste verhouding met een bepaalde hoeveelheid warme bitumen. De opslag van de grondstoffen vindt plaats in verwarmde tanks (bitumen), gesloten silo's (vulstof) en opslagvakken (steen, zand en asfaltgranulaat). De productie van asfalt in een gasgestookte asfaltcentrale zorgt voor minder CO₂-uitstoot dan productie in met diesel of aardolie gestookte asfaltcentrales^{2,7}.

Het asfalt dat bij de projecten van FIBV toegepast wordt, is doorgaans afkomstig van de centrales van de partner(s) waarmee binnen de projecten wordt samengewerkt. De partners hebben allemaal (deelnemingen in) asfaltcentrales die voorzien in een landelijke dekking. De dichtstbijzijnde centrale is doorgaans de centrale waar primair vanuit wordt geleverd. Tijdens werkzaamheden waarbij hoge producties nodig zijn, worden ook andere centrales gebruikt als vaste of als back-up centrale.

2.3 Transport en aanbrengen (A4-A5)

Het aanbrengen van een laag asfalt gebeurt machinaal met een asfaltspreidmachine en wordt daarna afgewalst. Indien het asfalt op een andere laag asfalt wordt toegepast, wordt de bestaande asfaltlaag voorzoen van een kleeflaag. Aangezien op de projecten van FIBV doorgaans grote hoeveelheden asfalt verwerkt worden in relatief korte periodes wordt er gewerkt met grotere machines met een grotere werkbreedte. De gemiddelde CO₂-emissie per ton asfalt wordt daarmee lager.



Verder kan FIBV tijdens de asfaltverwerking een aantal maatregelen nemen om de levensduur van het asfalt te verlengen. Zo wordt het asfalt zoveel mogelijk aangebracht zonder naden en onder de juiste weercondities (bv. niet bij lage temperaturen).

2.4 Gebruik (B)

Gedurende de gebruiksfase van een asfaltweg worden verschillende vormen van levensverlengend onderhoud (module B) aan deklagen uitgevoerd. De impact hiervan is echter minimaal: bij een weg met een hoge verkeersintensiteit, bedraagt de uitstoot door de asfaltproductie en het wegonderhoud slechts 1 à 2% van het totaal gedurende de levenscyclus van meer dan 30 jaar of meer.^{3,4} Bij wegen met zeer hoge verkeersintensiteit bedraagt het aandeel zelfs minder dan 1%.

Het investeren in levensverlengend onderhoud is een mogelijkheid om de levensduur van een deklaag te vergroten en daarmee het aantal vervangingen over een gebruikperiode van 50 jaar (vaak gebruikte periode in DuBoCalc berekeningen) te beperken. Onderhoudsactiviteiten zoals het vervangen van asfalt na incidenten wordt gezien als nieuwe aanleg.

FIBV kan tijdens de gebruiks- en onderhoudsperiode een aantal maatregelen nemen om de levensduur van het asfalt te verlengen. Door het verlengen van de levensduur van de asfaltweg, zal het vervangen/herasfalteren van een weg minder vaak nodig zijn. Maatregelen die FIBV tijdens het gebruik en onderhoud periode kan nemen:

- Levensduur van asfalt optimaliseren, onder een betrachting van de hele levenscyclus (bv. bij de initiële keuze van type mengsels).
- Preventief onderhoud, bijvoorbeeld door een ZOAB cleaner
- Sealen van asfalt^{5,6}

2.5 Sloop (C+D)

Het asfalt wordt na het einde van zijn levensduur weggefreest en terug gevoerd naar de asfaltcentrale (DuBoCalc modules C). Het gefreesde asfalt kan weer gebruikt worden tijdens de productie van nieuw asfalt (hergebruik binnen de keten). De DuBoCalc systematiek voorziet in het berekenen van de milieupact van bewerking en hergebruik buiten de asfaltketen (module D), echter omdat asfalt altijd binnen de asfaltketen hergebruikt wordt is module D niet van toepassing.



3. ANALYSE VAN CO₂-EMISSIES EN OPTIMALISATIES

3.1 CO₂ emissies brancherepresentatieve asfaltmengsels

EcoChain en TNO hebben in september 2017 het rapport “LCA-Achtergrondrapport voor Nederlandse Asfaltmengsels” opgeleverd waarin de milieuprofielen van 17 brancherepresentatieve asfaltmengsels zijn beschreven. Deze milieuprofielen zijn opgenomen in de Nationale Milieudatabase. Op 8 maart 2018 is hierop een erratum verschenen waarin de effecten van uitloging van asfalt in de gebruiksfase, voornamelijk deklagen, is meegenomen. Voor deze ketenanalyse is daarbij uitgegaan van het erratum van EcoChain en TNO van 8 maart 2018.

Voor FIBV zijn, zoals beschreven in paragraaf 1.3, de volgende brancherepresentatieve asfaltmengsels het meest relevant:

- + Onder- en tussenlagen:
 - o AC bin/base met 50% Partiële Recycling (PR)
 - o AC bin/base met 50% PR en gemodificeerde bitumen
- + Enkellaags ZOAB
 - o ZOAB regulier
 - o ZOAB regulier + (hoger bitumenpercentage)
- + Toplaag 2-laags ZOAB
 - o 2L ZOAB toplaag
 - o 2L ZOAB toplaag met gemodificeerde bitumen
- + Onderlaag 2-laags ZOAB
 - o 2L ZOAB onderlaag
 - o 2L ZOAB onderlaag met gemodificeerde bitumen

De CO₂-emissies behorend bij de verschillende fasen uit de asfaltketen zijn per mengsel hieronder weergegeven (uitgedrukt in kg CO₂-emissie eq). Voor de Gebruiksfase hebben EcoChain en TNO daarbij alleen de uitloging meegenomen in de analyse en geen onderhoudsactiviteiten als sealen. Aangezien de impact van dergelijke onderhoudsactiviteiten op snelwegen kleiner dan 1% is (zie § 2.4) is de impact op deze ketenanalyse minimaal.

Soort asfaltaag:	AC bin/base tussen/onderlaag		Enkellaags ZOAB		2L ZOAB toplaag		2L ZOAB onderlaag	
	AC bin/base 50% PR	AC bin/base 50% PR met gemod. Bitumen	ZOAB regulier	ZOAB regulier +	2L ZOAB toplaag	2L ZOAB toplaag met gemod. Bitumen	2L ZOAB onderlaag	2L ZOAB onderlaag met gemod. Bitumen
CO2 emissie totaal (kg CO2 eq)	58.3	62.6	86.5	86.3	86	97.1	88	96.5
Productie (module A1-A3)	46.4	50.7	74.6	76.1	75.8	86.9	77.8	86.3
Transport naar project (module A4)	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72
Verwerking op project (module A5)	1.07	1.07	1.07	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
Gebruik (module B)	0	0	0	0	0	0	0	0
Sloop (module C1)	3.4	3.4	3.4	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
Transport naar centrale (module C2)	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72
Afvalverwerking (module C3-C4)	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.1: CO₂-emissies per fase uit de levenscyclus van asfalt (kg CO₂-emissie eq)

Het aandeel per fase in de totale CO₂-emissie per mengsel is weergegeven in tabel 3.2.



Soort asfaltlaag:	AC bin/base tussen/onderlaag		Enkellaags ZOAB		2L ZOAB toplaat		2L ZOAB onderlaag	
Mengsel:	AC bin/base 50% PR	AC bin/base 50% PR met gemod. Bitumen	ZOAB regulier	ZOAB regulier +	2L ZOAB toplaat	2L ZOAB toplaat met gemod. Bitumen	2L ZOAB onderlaag	2L ZOAB onderlaag met gemod. Bitumen
CO2 emissie totaal (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Productie (module A1-A3)</i>	80%	81%	86%	88%	88%	89%	88%	89%
<i>Transport naar project (module A4)</i>	6%	6%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
<i>Verwerking op project (module A5)</i>	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
<i>Gebruik (module B)</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Sloop (module C1)</i>	6%	5%	4%	2%	2%	2%	2%	2%
<i>Transport naar centrale (module C2)</i>	6%	6%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
<i>Afvalverwerking (module C3-C4)</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabel 3.2: Aandeel per fase in de CO₂-emissies uit de levenscyclus van asfalt (%)

Voor de beschreven tussen- en onderlagen bedraagt het aandeel van de productie (module A1-A3) in de totale CO₂-emissies ongeveer 80%, voor de (2L) ZOAB deklagen is dit ongeveer 88%. Belangrijkste verschillen zijn:

- + Deklagen hebben een hoger bitumenpercentage en daarmee hogere emissies voor productie;
- + Productievolumes voor aanbrengen en slopen van deklagen liggen doorgaans hoger (Ecochain en TNO rekenen met 2000 ton/dag resp. 1000 ton per dag).

Verder is in de berekeningen van EcoChain en TNO uitgegaan van:

- + Productie in centrale (A3): standaardiseerde samenstelling van de asfaltmengsels geproduceerd in een virtuele asfaltcentrale. Nadere gegevens/data zijn opgenomen in het rapport van EcoChain en TNO.
- + Transport (A2): afstand tussen centrale en verwerkingslocatie: 50km
- + Transport (C2): afstand tussen sloop/freeslocatie en centrale: 50km

Aangezien onder- en tussenlagen in de regel 60 tot 100 jaar mee gaan en (ZOAB) deklagen tussen de 7 en 13 jaar, zijn optimalisaties in deklagen over langere periode gemeten (DuBoCalc rekent doorgaans met een periode van 50 jaar) zijn deklagen het interessantste om optimalisaties door te voeren. Optimalisaties ten behoeve van levensduur hebben daarbij het meeste effect. Belangrijke randvoorwaarde voor het investeren in optimalisaties is dat deze, vanuit de contractvoorwaarden, economisch gezien ook voor FIBV interessant zijn. Binnen projecten worden optimalisaties dan ook meestal beschouwd vanuit de projectduur en –eisen en daarbinnen wordt een optimum gezocht.

3.2 Optimalisatiemogelijkheden emissies van de asfaltketen

3.2.1 Optimalisatiemogelijkheden

Zoals eerder omschreven is er een groot aantal mogelijkheden om de emissies als gevolg van de verschillende stappen uit de asfaltketen te optimaliseren. Of en welke optimalisatiemogelijkheden worden ingezet is sterk afhankelijk van het project: soort infrastructuur, verkeersintensiteiten, eisen uit de overeenkomst, duur van de exploitatiefase, locatie van het project, etc. Alle verschillende variabelen worden meegenomen om een optimaal ontwerp van de verhardingsconstructie te realiseren. De belangrijkste optimalisatiemogelijkheden in de projecten waarop FIBV ook invloed kan uitoefenen zijn hieronder weergegeven. Een optimale mix van maatregelen wordt doorgaans bepaald tijdens de ontwerpfase (verhardingsadvies) waarbij onder andere wordt gekeken naar de constructieve eisen, verkeersintensiteiten en verkeersbelastingen, soort weg en locatie, gewenste levensduur.

- + Percentage PR dat toegepast wordt, waarbij de gewenste levensduur en kwaliteit bepalende factoren zijn. Toepassing van recycleasfalt in onder- en tussenlagen gebeurt standaard
- + Toepassing van gemodificeerde bitumen, waarbij de toepassing zorgt voor een hogere CO₂-emissie. Gemodificeerde bitumen zorgen bijvoorbeeld voor extra sterkte van de asfaltconstructie waardoor bespaard



kan worden op constructiedikte. Ook hebben gemodificeerde bitumen een positieve invloed op de bestendigheid tegen temperatuurswisselingen.

- + Toepassing lage temperatuur-asfalt, waarbij de gewenste levensduur en kwaliteit bepalende factoren zijn.
- + Aanpassingen in de hoeveelheid toe te voegen bitumen, afhankelijk van de gewenste kwaliteit, levensduur en eigenschappen van het asfalt.
- + Toepassing van vezels om de levensduur van het asfalt te verhogen.

Keuzes voor centrales (energieverbruik van een centrale en transportaftand) is vaak beperkt aangezien per project samengewerkt wordt met partners en daaruit volgt, afhankelijk van de projectlocatie, automatisch de voorkeurscentrale. Bij grote hoeveelheden productie in korte tijd kan een extra centrale, eventueel uit de markt, ingezet worden.

Keuzes voor inzet van specifiek materieel, dat een lager brandstofverbruik heeft, is lastig, zeker bij verwerking van grote hoeveelheden, aangezien FIBV afhankelijk is van het materieel dat op dat moment beschikbaar is. Dit is vaak een mix van nieuwere en oudere voertuigen/machines.

3.2.2 Impact van optimalisaties

Het is lastig om de exacte impact van optimalisaties te bepalen, aangezien deze afhankelijk zijn van de projectspecifieke omstandigheden, uiteindelijke receptuur van het asfaltmengsel en levensduur. Met een aantal voorbeelden wordt hieronder een beeld gegeven van de impact die bepaalde maatregelen kunnen hebben. De getallen zijn daarbij ontleend aan de rapportage van EcoChain en TNO.

Partiële recycling

Om de impact van het percentage partiële recycling en gemodificeerde bitumen te bepalen is gebruik gemaakt van de studie van EcoChain en TNO voor het standaard mengsel AC Surf waar milieuprofielen beschikbaar zijn voor de volgende mengsels:

- + AC Surf zonder PR en gemodificeerde bitumen
- + AC Surf met 30% PR en gemodificeerde bitumen
- + AC Surf zonder PR en met gemodificeerde bitumen
- + AC Surf met 30% PR en met gemodificeerde bitumen

Mengsel	Asfaltgranulaat (kg/ton)	Geen PR	30% PR	Verskil	Verskil / 10% PR	Verskil / kg granulaat
AC surf	294	66.4	61.7	4.7	1.6	0.016
AC surf met gemod. bitumen	294	78.8	71.5	7.3	2.4	0.025

Tabel 3.3: CO₂-emissies (kg CO₂ eq) bij mengsels met en zonder PR

Aangezien de receptuur van asfalt voor veel ingrediënten wijzigt indien er asfaltgranulaat toegepast wordt, is de exacte impact van de toepassing van een bepaald PR% onzeker. Zo wordt het percentage (gemodificeerde) bitumen lager indien asfaltgranulaat wordt gebruikt en worden andere verhoudingen zand en vulstof toegepast. Grofweg kan een besparing van 2 kg CO₂ behaald worden per 10% PR dat toegepast wordt. Per kg toegepast granulaat is dat ongeveer 0,02 kg CO₂.

Gemodificeerde bitumen

In het geval van toepassing van gemodificeerde bitumen is de hoeveelheid bitumen relevant voor de extra CO₂-emissies die gepaard gaan met de toepassing. Hieronder is een overzicht gegeven van de CO₂-emissie per ton asfalt die bij de productie (module A1-A3) vrij komt. Gemodificeerde bitumen heeft daarbij een CO₂-emissie



die 0,21 kg/kg hoger ligt dan bij niet gemodificeerde bitumen, echter dit kan voordelen opleveren in bijvoorbeeld levensduur.

Mengsel	kg bitumen/ton	Zonder gemod. Bitumen	Met gemod. Bitumen	Vershil	Vershil/kg bitumen
AC surf zonder PR	58	66.4	78.8	12.4	0.21
AC surf 30% PR	46	61.7	71.5	9.8	0.21
AC bin/base 50% PR	20	46.4	50.7	4.3	0.22
2L ZOAB toplaag	52	75.8	86.9	11.1	0.21
2L ZOAB onderlaag	40	77.8	86.3	8.5	0.21

Tabel 3.4: CO₂-emissies (kg CO₂ eq) bij mengsels met en zonder gemodificeerde bitumen

Levensverlengend onderhoud

De belangrijkste oorzaak van het verminderen van de kwaliteit van asfalt is het loslaten van de steentjes die in het asfalt zijn opgenomen (rafeling). Door onderhoud uit te voeren waarbij met het aanbrengen van een nieuw hechtmiddel kleine scheurtjes in het asfalt geheeld worden, laten steentjes minder snel los en kan de toplaag van het asfalt langer mee. Resultaten tot dusver tonen aan dat de levensduur van ZOAB met drie jaar verlengd wordt door deze toepassing (www.TNO.nl). Indien uitgegaan wordt van een standaard levensduur van 10 jaar, dan levert dit een besparing op van 30% in CO₂-emissie.

3.3 Optimalisatiemogelijkheden emissies buiten de asfaltketen

Naast het toepassen van optimalisaties in asfaltmengsels die een positieve impact hebben op de CO₂-emissies binnen de asfaltketen, kunnen investeringen in asfalt ook impact hebben op de beperking van CO₂-emissies buiten de asfaltketen. Er lopen, voornamelijk op lokale en/of provinciale wegen, diverse (praktijk)experimenten zoals met de toepassing van zonnecellen, warmtewinning, optimalisaties in rolweerstand voor voertuigen, etc. Op het project A9 Gaaspedammerweg heeft de combinatie IXAS, waar FIBV onderdeel van uitmaakt, bijvoorbeeld wit asfalt in de tunnel toegepast om het energieverbruik van de verlichting in de tunnel te kunnen beperken (18% energie reductie tijdens de exploitatiefase). Dit is nader beschreven in hoofdstuk 4.

Afhankelijk van het project en de situatie worden mogelijkheden bekeken om, met behulp van innovaties binnen de asfaltketen, CO₂-emissies buiten de asfaltketen te beperken. Veiligheid voor weggebruikers, kwaliteit en levensduur van asfalt zijn hiervoor belangrijke voorwaarden.



4. VOORBEELDEN ASFALTOPTIMALISATIES FIBV

4.1 Project A9 Gaasperdammerweg

Op het project A9 Gaasperdammerweg is een tunnel aangelegd van 3 km lengte. Een groot aandeel van het energieverbruik van de tunnel is de verlichting in de tunnel die moet voldoen aan bepaalde waarden. Het consortium IXAS, waar FIBV onderdeel van is, heeft samen met een aantal ketenpartnes proeven uitgevoerd met het toepassen van wit asfalt. Hierbij wordt aan het asfalt een witte stof toegevoegd die het asfalt lichter maakt. Vervolgens is er gekeken welk vermogen de tunnelverlichting moet leveren om te voldoen aan de minimale eisen.

In de aanbestedingsfase is uitgegaan van een totaal energieverbruik van 131.842 MWh gedurende de 20 jaar durende exploitatiefase. Door uitwerking van het ontwerp van de tunneltechnische installaties en het toepassen van de optimale instelling van de dimmerstand (63%) rekening houdend met het toegepaste asfalt voor alle tunnelzones is berekend dat het totale energieverbruik 107.828 MWh bedraagt. Energiebesparing: 24.014 MWh = 18%.

De A9 Gaasperdammerweg is een voorbeeld waarbij aanpassingen aan het asfalt (zonder gevolgen voor levensduur en extra CO₂-belasting) zorgen voor energiereductie buiten de asfaltketen.

4.2 Project A27/A1

Het DBFM project A27/A1 (consortium 3Angle) kenmerkt zich door:

- Een groot wegoppervlakte met daardoor grote hoeveelheden asfalt: 24 km lengte (per rijrichting) 3 of 4 rijstroken en vluchtstrook;
- Een lange exploitatiefase van 25 jaar.

De uitgangspunten voor het ontwerp en realisatie van de asfaltconstructie waren:

- Voorkomen risico van bezwijken constructie als gevolg van bv. andere verkeersintensiteiten en grote(re) aslasten: ontwerp levensduur van 40 jaar
- Besparing materiaalgebruik en verkeershinder over de levenscyclus: 1 vervanging van de top laag van 2-laags ZOAB in 25 jaar. Hiervoor is een specifiek asfaltmengsel ontwikkeld met een ander percentage bitumen en de toepassing van een vezel.

Op basis van de gemaakte keuzes worden de volgende besparingen verwacht:

- Exploitatiefase: besparing van 1 vervanging van de top laag 2-laags ZOAB in 25 jaar waardoor ca. 3.300 ton CO₂ (gemiddeld ruim 130 ton/jaar) bespaard wordt.

Naast bovenstaande optimalisaties is op een aantal locaties (zonder onderhoudstermijn), mede in het kader van de Klimaatvelop, een aantal aanvullende optimalisaties toegepast met een reductie van ruim 60 ton CO₂:

- Asfalt met een (hogere) PR waarde van 40% tot 60% (bespaart ca. 25% CO₂ emissie)
- Lage temperatuur asfalt (bespaart ca. 14% CO₂ emissie)



5. CONCLUSIE

De CO₂-emissies die gepaard gaan met de levenscyclus van 1 ton asfalt zijn sterk afhankelijk van het type mengsel dat toegepast wordt. Voor de onder- en tussenlagen die beschouwd zijn bedragen de CO₂-emissies ongeveer 60 kg/ton. Voor enkellaags ZOAB is dit ongeveer 86 kg/ton en voor 2-laags ZOAB is dit tussen de 86 en 97 kg/ton.

De productie van asfalt (modules A1-A3 in DuBoCalc) heeft de grootste impact op de CO₂-emissie, namelijk 80% bij onder- en tussenlagen en 88% bij deklagen. Aangezien deklagen een aanzienlijk kortere levensduur hebben dan onder- en tussenlagen, komt het proces van productie, aanbrengen en verwijderen veel vaker voor en zorgen deklagen over een langere periode gemeten (bv. 50 jaar zoals vaak in DuBoCalc wordt gebruikt) voor veel hogere CO₂-emissies. Indien gekeken wordt naar reductiemogelijkheden, dan bieden optimalisaties bij deklagen de beste kansen/mogelijkheden. Verder hebben investeringen in beheer- en onderhoud, bijvoorbeeld sealen en levensverlengend onderhoud, een gunstig effect op de levensduur en dus op CO₂-emissies over een langere tijdsduur.

Verder ontstaan er steeds meer mogelijkheden om door investeringen in het asfalt energie- en CO₂-reducties te behalen buiten de asfaltketen. Een concreet voorbeeld waar FIBV bij betrokken is is de toepassing van 'wit' asfalt in de Gaasperdammertunnel waardoor het vermogen van de tunnelverlichting lager kan zijn. Ook komen er in de toekomst meer mogelijkheden voor warmte- en energiewinning uit asfalt. Dergelijke ontwikkelingen worden echter vaker geïnitieerd op het onderliggend wegennet (gemeentelijke en/of provinciale wegen/fietspaden), aangezien snelwegen op grond van het belang voor het verkeer minder geschikt zijn voor experimenten.



6. REFERENTIES:

1. “LCA-Achtergrondrapport voor Nederlandse Asfaltmengsels” versie 2.1 d.d. 8 maart 2018, EcoChain Technologies B.V. en TNO – Nederlandse Organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek.
2. “Beste Beschikbare Technieken voor asfaltcentrales”,
https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/1142/2014/vito_BBT_asfalt_DEF_BK_VOOREMIS.pdf
3. “Road Pavement Industries Highlight Huge CO₂ Savings offered by Maintaining and Upgrading Roads”, http://www.epa.org/userfiles/2/Publications/EAPA%20-%20EUPAVE%20-%20FEHRL%20PAPER_EAPA_Website.pdf
4. “Sustainable development – The environmental road of the future, life cycle analyses”, by Michel Chappat and Julian Bilal, Colas, France, September 2003
5. <http://www.cobouw.nl/artikel/390921-de-praktijk-wijst-uit-dat-sealen-van-asfalt-gunstig-effect-heeft>
6. <http://www.redmijnweg.nl/technieken/sealen-0>
7. “Evaluation system for CO₂ emission of hot asphalt mixture”,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756415000124>