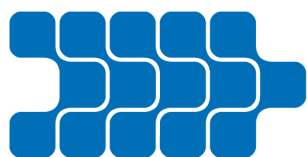


+ Ketenganalyse  
Verduurzaming saneringsproces



**Aveco de Bondt**

ingenieursbedrijf

Opdrachtgever  
Fred van Hooff  
Aveco de Bondt

Contactpersoon  
Christine Wortmann  
+31 (0)6 4613 9518

Document  
17 september 2014  
Referentie CW/140506



## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2. Doelstelling van de ketenanalyse</b>	<b>5</b>
<b>3. Scope van de ketenanalyse</b>	<b>6</b>
<b>4. Systeemgrenzen en ketenpartners</b>	<b>7</b>
<b>5. Datacollectie</b>	<b>10</b>
<b>6. Kwantificeren van emissies</b>	<b>11</b>
<b>7. Onzekerheden</b>	<b>19</b>
<b>8. Reductiemogelijkheden</b>	<b>20</b>
<b>9. Bronvermelding</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage A: Processchema van keten sanering</b>	<b>23</b>



## 1. Inleiding

Aveco de Bondt is sinds 2012 gecertificeerd op niveau 3 van de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder. Met dit certificaat toont Aveco de Bondt aan dat zij zich structureel inspant voor CO<sub>2</sub>-reductie binnen haar eigen organisatie. Aveco de Bondt wil voldoen aan de groeiende vraag van opdrachtgevers naar duurzaamheid in de gehele keten en wil met haar kennis en kunde een bijdrage leveren aan CO<sub>2</sub>-reductie buiten haar eigen organisatie. Om te voldoen aan deze ambitie, wil Aveco de Bondt van niveau 3 doorgroeien naar niveau 5 op de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder.

Onderdeel van het voldoen aan de eisen van niveau 4, op weg naar certificering op niveau 5 op de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder, is het uitvoeren van twee ketenanalyses om CO<sub>2</sub>-reductiekansen in de keten te identificeren. De ketenanalyses dienen nauw aan te sluiten bij de bedrijfsvoering en dienen voort te komen uit de analyse Meest Materiële Emissies.

### 1.1 Vaststellen onderwerpen ketenanalyses

Uit de inventarisatie van de Scope 3 emissies komt naar voren dat de volgende categorieën het meest materieel zijn:

- Business Unit Ruimte & Milieu (belangrijke emissie categorieën: winning en productie van grondstoffen, energieverbruik tijdens uitvoering projecten)
- Business Unit Bouw (belangrijke emissie categorieën: winning en productie van grondstoffen, energieverbruik van gerealiseerde objecten)

Er is gekozen voor het uitvoeren van twee ketenanalyses:

1. Verduurzaming saneringsproces;
2. Optimalisatie vloerconstructies.

Dit document beschrijft de ketenanalyse van het saneringsproces. Voor de tweede ketenanalyse zie het document 'Optimalisatie vloerconstructies'.

### 1.2 Leeswijzer

Dit document maakt samen met de Ketenanalyse 'Optimalisatie vloerconstructie' en het memo Meest Materiële Emissies deel uit van de implementatie van de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder.

Hoofdstuk	Inhoud	
2	Doelstellingen	Beschrijving van het doel van de ketenanalyse
3	Scope	Onderwerp van de ketenanalyse
4	Systeemgrenzen	Reikwijdte van de ketenanalyse
5	Datacollectie	Methode van dataverzameling en bronnen van informatie
6	Kwantificeren van CO <sub>2</sub> -emissies en resultaten	Berekening en analyse van de CO <sub>2</sub> -uitstoot in de keten
7	Onzekerheden	Onzekerheden en verbetermogelijkheden voor de analyse
8	Reductiemogelijkheden	Kansen om CO <sub>2</sub> te reduceren die voortkomen uit de ketenanalyse en reductiedoelstellingen die vastgesteld zijn



9	Bronvermelding	Gebruikte bronnen
---	----------------	-------------------

Tabel 1: Leeswijzer



## 2. Doelstelling van de ketenanalyse

De doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is het identificeren van stappen in het algemene werkproces van Aveco de Bondt, waarbij beslismomenten plaatsvinden die van invloed zijn op het reduceren van CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten. Aveco de Bondt is vanuit een adviserende rol betrokken bij bodemonderzoek en –saneringswerkzaamheden. In deze analyse worden kansen geïdentificeerd om in de advisering voorafgaand aan een sanering te sturen op CO<sub>2</sub>-reductie tijdens de saneringswerkzaamheden.

Het verstrekken van informatie aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten is hier nadrukkelijk onderdeel van. Aveco de Bondt zal op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

### 3. Scope van de ketenanalyse

Aveco de Bondt is een ingenieursbedrijf in de bouwnijverheidssector. Het overgrote deel van de werkzaamheden bestaat uit het adviseren van klanten. Het adviserend werk omvat verschillende activiteiten in de voorbereiding van het uitvoerende werk. Dit kan bijvoorbeeld zijn in de vorm van het opstellen van een technisch ontwerp of advisering over conditionerende werkzaamheden.

Voor Aveco de Bondt lijken de mogelijkheden om de CO<sub>2</sub>-uitstoot daadwerkelijk te beïnvloeden klein, omdat de uitvoering van de werkzaamheden elders plaatsvindt. Mogelijk zijn er echter in voorbereidende processen momenten aanwezig waarin Aveco de Bondt toch invloed kan uitoefenen op de uiteindelijke uitvoering van projecten. Om deze reden richt Aveco de Bondt zich in deze analyse niet op materialen en producten maar op werkprocessen. Zo wil Aveco de Bondt haar kennis en kunde inzetten om haar opdrachtgevers en andere ketenpartners te ondersteunen bij het verder reduceren van CO<sub>2</sub>-uitstoot elders in de keten.

De vakgroep Bodem adviseert klanten met name voorafgaand aan de uitvoering van de bouwwerkzaamheden. Een saneringstraject is vaak een kostbare activiteit vanwege de arbeidsintensieve werkzaamheden die worden uitgevoerd. Ook op het gebied van CO<sub>2</sub>-uitstoot kan een sanering een significante impact hebben. Dit is met name het geval in de uitvoerings- en instandhoudingsfase van de sanering. De vakgroep Bodem adviseert opdrachtgevers voorafgaand aan het saneringsproces over de te volgen aanpak. Vanuit deze adviserende rol kan de vakgroep mogelijk in een vroeg stadium invloed uitoefenen zodat er op een later moment in het proces CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt voorkomen.

De analyse zal zich daarom richten op het saneringsproces, de beslismomenten in dit proces en de aanknopingspunten die kunnen leiden tot CO<sub>2</sub>-reductie. Daarbij wordt als input gebruik gemaakt van reeds bestaande kennis en informatie over CO<sub>2</sub>-uitstoot van saneringen.

## + 4. Systeemgrenzen en ketenpartners

### 4.1 Systeemgrenzen

In bijlage A is het schema opgenomen van het standaard proces dat de vakgroep Bodem doorloopt.<sup>1</sup> Dit reikt van de vraag van een klant voor een bodemonderzoek tot aan de afronding van de sanering van vervuilde grond door een aannemende partij. Het deel van het proces waar de vakgroep Bodem veel invloed op heeft loopt tot en met de opstelling van het saneringsplan (zie de groene pijlen in figuur 1).



Figuur 1: Vereenvoudigd proces bodemsanering

Hierna wordt het saneringsplan overgedragen aan een overheid of particulier, waarna de sanering wordt uitgevoerd. De invloed die daarmee wordt uitgeoefend vindt dus plaats in de vorm van advies over de uitvoeringswijze van een sanering. Dit advies kan tot op zekere hoogte een onvoorwaardelijk advies zijn, als een bevoegd gezag een vergunning voor sanering afgeeft op basis van een saneringsplan.

In onderstaande tabel is per stap in het proces aangegeven waar de uitstoot van CO<sub>2</sub> zich bevindt en wat de veroorzaker is van de uitstoot.

---

<sup>1</sup> Het proces tot een daadwerkelijke sanering is nooit identiek aan een ander saneringsproces. Dit komt doordat een saneringslocatie per definitie unieke eigenschappen bezit. Tevens kunnen de factoren die een grote rol spelen in het saneringsproces (tijd, geld, omgeving) sterk variëren. In het processchema is het proces opgenomen wat op hoofdlijn in elk saneringsproces plaatsvindt.



Processtap (analoog aan stappen in bijlage A):	CO <sub>2</sub> -uitstoot veroorzaakt door:
Vraag voor bodemonderzoek	Energiegebruik kantoor
Veldwerk/analyses	Enkele verkeersbewegingen van en naar projectlocatie, energiegebruik laboratorium
Rapportage	Energiegebruik kantoor
Saneringsplan opstellen	
Beschikking overheid voor sanering	
Aanbesteding (overheid of particulier)	
Starten sanering door aannemer	Materieel (graafmachine, vrachtauto, verwerkingslocatie) t.b.v. verplaatsing en verwerking van verontreinigd materiaal
Begeleiden uitvoering sanering (milieukundige begeleiding)	Verkeersbewegingen van en naar projectlocatie
Bodem gesaneerd – start ontwikkeling	Afhankelijk van ontwikkeling

Tabel 2: Overzicht impact CO<sub>2</sub> uitstoot in de keten.

Zoals aangegeven in de memo Meest Materiele Emissies en zichtbaar in bovenstaande tabel wordt verreweg de meeste CO<sub>2</sub> uitgestoten in de downstream keten (de saneringsactiviteit en eventueel de ontwikkeling van de grond). Van de vraag van een klant voor bodemonderzoek tot de start van een sanering is de CO<sub>2</sub> uitstoot zeer laag in verhouding tot de uitstoot van CO<sub>2</sub> tijdens de sanering.<sup>2</sup>

#### 4.2 Uitstoot buiten de systeemgrenzen

De keten reikt verder dan de vraag van een klant voor bodemonderzoek en de sanering van verontreinigde grond. Upstream bestaat er een grote verscheidenheid aan scenario's over het ontstaan van een (mogelijke) verontreiniging. Downstream vindt er, na een sanering, een ontwikkeling plaats (aangegeven in bijlage 1). Deze ontwikkeling kan uiteindelijk leiden tot een nieuwe bodemverontreiniging, met onderzoek en sanering tot gevolg. Gezien de grote invloed die Vakgroep Bodem heeft op de uit te voeren sanering wordt het schema in bijlage 1 als keten beschouwd. Verder upstream en downstream in de keten is de invloed nihil, waarmee het zoeken naar reductiemaatregelen verder upstream en downstream niet zal leiden tot significantie CO<sub>2</sub> reductie.

#### 4.3 Ketenpartners

Aannemer: De aannemer draagt de verantwoordelijkheid voor een veilige en verantwoorde sanering en kan tevens, afhankelijk van de opdracht, de gereinigde grond rijp maken voor een toekomstige ontwikkeling. De aannemer heeft de mogelijkheid om onderaannemers in dienst te nemen die een onderdeel van de werkzaamheden uitvoeren, bijvoorbeeld het transport van de verontreinigde grond naar de verwerkingslocatie.

Grondverwerkingsbedrijf: Het grondverwerkingsbedrijf draagt zorg voor de reiniging van de grond. De reinigingsmethode kan per project verschillen en is van veel factoren afhankelijk (bv. type verontreiniging, beschikbare tijd, budget, eis bevoegd gezag).

<sup>2</sup> Zie verder Tauw, Scope 3 emissies volgens Branche Gerichte Toelichting, 2013, pagina 28-30.







Stortlocatie: Verontreinigde grond kan naar een stortlocatie worden gebracht. Het storten van verontreinigde grond kan plaatsvinden in combinatie met het reinigen van een deel van de grond.

Vergunning verlenende instantie/bevoegd gezag: Vaak dient een vergunning verlenende instantie, of bevoegd gezag, toestemming te verlenen voor de beoogde sanering. Afhankelijk van de opdracht kan de vergunning verlenende instantie specifieke eisen opleggen aan de uitvoering van de sanering.

Overige adviseurs: Afhankelijk van het project is het mogelijk om adviseurs in te zetten. Indien bijvoorbeeld machinale boringen dienen te worden uitgevoerd, wordt een derde partij ingezet om deze werkzaamheden uit te voeren.

Laboratorium: Indien (proef)boringen zijn gezet worden de monsters naar een laboratorium gebracht, waar de monsters worden onderzocht op mogelijke verontreiniging. Naar aanleiding van de uitkomsten van het onderzoek wordt aanvullend onderzoek uitgevoerd, wordt een saneringsplan uitgevoerd, of kan een sanering van verontreinigde grond wordt opgestart.



## 5. Datacollectie

Ten aanzien van bodemsanering is reeds eerder een ketenanalyse uitgevoerd. Daar het doel is om nieuwe kennis te ontwikkelen en in de praktijk ten uitvoer te brengen is in deze ketenanalyse gekozen om bestaande, recent ontwikkelde kennis als startpunt voor een nieuwe ketenanalyse te gebruiken. Hoofdstuk 5.1 en 5.2 gaat in op de geraadpleegde bronnen.

### 5.1 CO<sub>2</sub>-model bodemsaneringsscenario's

Advies- en ingenieursbureau Tauw heeft, in samenwerking met een aantal partners<sup>3</sup> een rekentool ontwikkeld, waarmee verschillende bodemsaneringsscenario's kunnen worden doorgerekend op het vlak van CO<sub>2</sub>-uitstoot. In deze ketenanalyse wordt de tool toegepast om bij de vakgroep Bodem om de CO<sub>2</sub>-uitstoot in vier veelvoorkomende scenario's door te rekenen.

De rekentool bevat twaalf saneringsscenario's, waarvan elk scenario zich laat kenmerken door één of meerdere unieke eigenschappen. De verschillende scenario's waar uit kan worden gekozen biedt voor de meeste bodemsaneringsprojecten voldoende mogelijkheid om een passend scenario te kiezen. Middels invoervelden voor de belangrijkste variabelen kan voor elk bodemsaneringsproject een indicatie worden gegeven van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Het doel van de rekentool is om inzicht te bieden in de CO<sub>2</sub>-uitstoot die verbonden is aan verschillende saneringsscenario's, ten einde de CO<sub>2</sub>-uitstoot in deze ketenstap terug te dringen. Hiermee is de rekentool gericht op het reduceren van CO<sub>2</sub>-uitstoot in de 'meest materiële emissie' in de keten.

### 5.2 Kennis vakgroep Bodem

Ten behoeve van deze ketenanalyse is de vakgroep Bodem geraadpleegd om inzicht te verschaffen in de werkwijze van de vakgroep. Hierbij is uitgegaan van de meest voorkomende werkzaamheden, waarbij een 'standaard' werkproces is besproken van veldwerk en advisering. De input van de adviseurs is vertaald in het schema in bijlage A. In het schema wordt onderscheid gemaakt tussen 'input', 'actie' en 'output'. Zodoende is zichtbaar gemaakt op welke wijze een bodemsanering tot stand komt. Tevens is in het schema aangegeven hoe de verschillende 'acties' zijn verdeeld over de Scope 1/2 en Scope 3 uitstoot.

---

<sup>3</sup> Het CO<sub>2</sub>-model is ontwikkeld in het kader van een SKB-project in een consortium van Tauw, Ecofys, Gemeente Groningen, SBNS, Provincie Overijssel, Heijmans en Groundwater Technology.

## + 6. Kwantificeren van emissies

Om tot een kwantificering te komen van de emissies in Scope 3 is gebruik gemaakt van het SBK CO<sub>2</sub>-model. Met behulp van dit model is een aantal veel voorkomende saneringsscenario's doorgerekend. Daarbij is een analyse gemaakt van de grootste veroorzakers van uitstoot en mogelijkheden om deze te reduceren. Hierdoor ontstaat een beeld van de knoppen waaraan we kunnen draaien om significante CO<sub>2</sub>-reductie te bereiken. In Hoofdstuk 8 Reductiemogelijkheden worden deze beïnvloedbare knoppen gekoppeld aan het proces, de beslismomenten en de invloed van Aveco de Bondt op deze beslissingen om tot een reductieaanpak te komen.

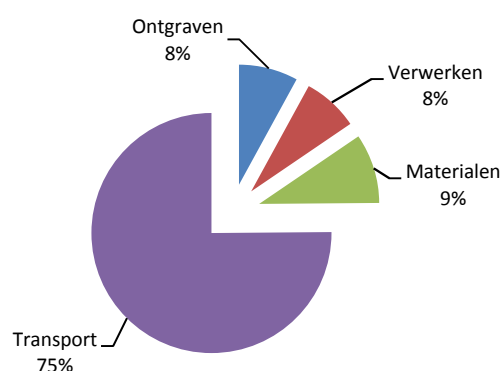
### 6.1 CO<sub>2</sub>-uitstoot in vier saneringsscenario's

Het CO<sub>2</sub>-model zoals besproken in hoofdstuk 5.1 bevat zoals gezegd twaalf scenario's die kunnen worden doorgerekend. In overleg met de adviseurs van de vakgroep is besloten dat in deze ketenanalyse vier van de twaalf scenario's worden meegenomen. De reden hiervoor is dat deze vier scenario's het meest voorkomen bij saneringsprocedures. In de praktijk zal elk scenario toegepast worden bij verschillende verontreinigingen met een verschillende omvang en aard. Een vergelijking van de CO<sub>2</sub>-uitstoot tussen de verschillende scenario's is dus niet altijd relevant aangezien maar voor een bepaald scenario gekozen kan worden. Het vergelijken tussen de saneringsscenario's is wel relevant indien bij een bepaalde verontreiniging gekozen kan worden tussen twee saneringsscenario's.

Hierna wordt per saneringsscenario aangegeven wat deze op hoofdlijn inhoud en wordt ten behoeve van inzicht ingegaan op de CO<sub>2</sub>-uitstoot in een hypothetische standaard situatie. De grafieken tonen geen absolute aantallen, maar tonen inzicht in de onderlinge verhoudingen in CO<sub>2</sub>-uitstoot tussen de verschillende activiteiten binnen een saneringsscenario.

#### 6.1.1 Ontgraven landbodem

Dit scenario betreft het ontgraven en verwerken van grond op de locatie in depot. Afhankelijk van de type verontreiniging, hoeveelheid grond en de locatie wordt de grond in een of meerdere depots gescheiden. Depots worden voorzien van een scheidende (folie)laag om menging van verontreinigde grond met de schone ondergrond te voorkomen. Vanuit een depot wordt de verontreinigde grond vervoerd naar een verwerkingslocatie alwaar (een deel van) de verontreinigde grond gereinigd wordt.



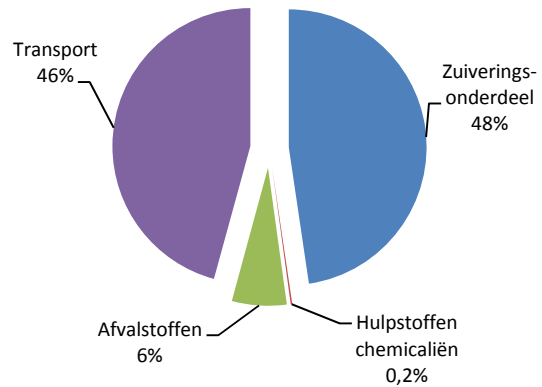
Grafiek 2: Scenario 'Ontgraven landbodem' - CO<sub>2</sub>-uitstoot naar activiteit



### 6.1.2 Grondwater zuiveren

Het zuiveren van grondwater als saneringsmethode vindt plaats door verontreinigd grondwater op te pompen, te zuiveren door gebruik te maken van (een) hulpstof(fen) en/of chemicaliën.

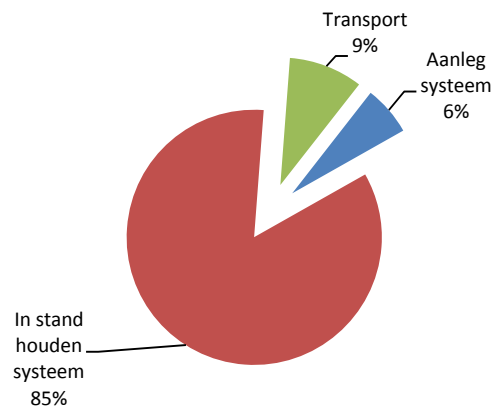
Verontreinigd grondwater kan bijvoorbeeld door een zandfilter worden geleid of met behulp van een ionenwisseling worden gereinigd. Het gezuiverde grondwater kan worden teruggepompt in de bodem.



Grafiek 3: Scenario 'Grondwater zuiveren' - CO<sub>2</sub>-uitstoot naar activiteit

### 6.1.3 MFE (Multi Fase Extractie)

De Multi Fase Extractie is een effectieve methode, als er sprake is van een drijfslag die moet worden gesaneerd. Er worden verticale filters geplaatst rond de bovengrens van de drijfslag, waarna middels grote onderdruk de drijfslag door de filters via haalbuizen naar de oppervlakte wordt getrokken. Vanwege de verstelbare hoogte van de haalbuizen is dit een flexibel systeem. Verreweg de meeste CO<sub>2</sub>-uitstoot komt voort uit het in stand houden van het systeem.



Grafiek 4: Scenario 'MFE' - CO<sub>2</sub>-uitstoot naar activiteit

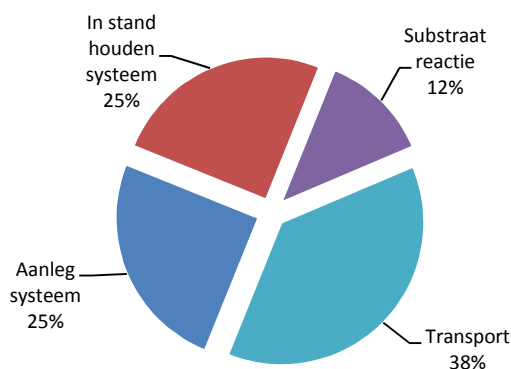
Doordat er relatief weinig grondverplaatsing nodig is in dit systeem kan het zeer geschikt zijn om te gebruiken op locaties waar veel kabels en/of leidingen liggen.





### 6.1.4 Biostimulatie

Deze methode gaat uit van afbraak van de verontreinigde grond door bacteriën. Door specifieke voedingsstoffen in grond(water) te injecteren kan stimulatie van een of meerdere bacteriesoorten plaatsvinden. Vervolgens kunnen deze bacteriën de biologische afbraak van de verontreinigde elementen in grond(water) stimuleren.



Grafiek 5: Scenario 'Biostimulatie' - CO<sub>2</sub>-uitstoot naar activiteit

### 6.2 Reductie opties

In onderstaande paragrafen worden per gekozen saneringsscenario verschillende reductiemaatregelen weergegeven. Van elke saneringsscenario zijn er slechts enkele factoren die kunnen worden beïnvloed. De andere factoren kunnen niet worden beïnvloed omdat deze rechtstreeks de efficiëntie van het saneringsproces zullen beïnvloeden. De factoren die wel kunnen worden beïnvloed zijn dus om praktische redenen de meest kansrijke factoren om de CO<sub>2</sub> uitstoot te beperken. Het effect van verschillende factoren wordt hieronder vergeleken ten opzicht van een referentiesituatie en wordt uitgedrukt in percentages (negatief % = stijging CO<sub>2</sub>, positief % = reductie CO<sub>2</sub>). De referentiesituatie is de gekozen situatie waarvan wordt aangenomen dat deze op dit moment standaard wordt gebruikt bij saneringsprojecten.

#### 6.1.5 Ontgraven landbodem

Bij het ontgraven van de landbodem om verontreinigingen af te voeren en elders te saneren zijn twee typen reductiemaatregelen uit praktisch oogpunt mogelijk. Het type materiaal wat gebruikt wordt om het depot af te dekken en het type brandstof wat wordt gebruikt om de in te zetten machines te bedienen. Als type materiaal bij een depot kan worden gekozen voor HDPE (High-density polyethylene), pp (polypropyleen) en PET (Polyethyleentereftalaat). In tabel 3 zien we dat HDPE de duurzaamste keuze is, gevolgd door PP en PET. Bij het type brandstof kan worden gekozen uit diesel en biodiesel. In onderstaande tabel wordt duidelijk dat het gebruik van biodiesel een CO<sub>2</sub> reductie van 2,5 % oplevert. In de meeste saneringsprojecten die momenteel worden uitgevoerd zal HDPE als materiaal worden gebruikt en wordt diesel gebruikt als brandstof voor de machines. deze twee materialen zijn dan ook gebruikt als referentiesituatie om de overige materialen mee te vergelijken. Uit tabel 3 blijkt dat het PDF, wat ook als referentiesituatie was ingevoerd, de meest duurzame keuze is. Biodiesel blijkt in dit saneringsscenario 2,5 % duurzamer dan diesel.

Type materiaal	CO <sub>2</sub> uitstoot (%)
HDPE	Referentie optie
PP	-3 %
PET	-16 %

Tabel 4: CO<sub>2</sub>-impact type materiaal depot





Type brandstof	CO <sub>2</sub> uitstoot (%)
Diesel	Referentie optie
Biodiesel	2,5 %

Tabel 5: CO<sub>2</sub>-impact type brandstof machines

### 6.1.6 Grondwater zuiveren

Bij het zuiveren van grondwater wordt een striptoren gebruikt. Het te zuiveren grondwater wordt aan de bovenzijde van de striptoren binnengelaten, terwijl de striplucht via de onderzijde de striptoren wordt ingevoerd (tegenstrooms). Het type stroom dat wordt gebruikt voor de opvoerpomp van de striptoren heeft een invloed op de CO<sub>2</sub>-uitstoot van dit saneringsscenario. Ook bij het gebruik van lucht actief kool en/of een zandfilter om het grondwater te zuiveren zal het type stroom de impact op CO<sub>2</sub> beïnvloeden. In tabel 6 wordt duidelijk dat directe wind- en zonne-energie en directe waterkracht een veel lagere CO<sub>2</sub>-emissie veroorzaken ten opzichte van de referentieoptie (grijze stroom), maar ook ten opzichte van groene stroom en biomassa. Het gebruik van biomassa laat zelfs een serieus negatieve impact zien ten opzicht van de overige types van elektriciteitsvoorziening.

Elektriciteitsvoorziening	CO <sub>2</sub> uitstoot (%) striptoren	CO <sub>2</sub> uitstoot (%) lucht actief kool	CO <sub>2</sub> uitstoot (%) zandfilter
Grijze stroom	Referentie optie	Referentie optie	Referentie optie
Groene stroom	16,7 %	0 %	0 %
Directe windenergie	33,3 %	16,7 %	16,7 %
Directe zonne-energie	33,3 %	16,7 %	16,7 %
Directe waterkracht	33,3 %	16,7 %	16,7 %
Directe biomassa	-16,7 %	0 %	0 %

Tabel 6: CO<sub>2</sub>-impact type elektriciteitsvoorziening

Voor het transport ten behoeve van de aanvoer van de materialen is voornamelijk af te leggen afstand van belang op de CO<sub>2</sub> uitstoot. Uit tabel 7 wordt duidelijk dat bij een halvering van de af te leggen afstand de CO<sub>2</sub> emissie reeds een derde afneemt. Ook het type brandstof dat wordt gebruikt bij het transport heeft een impact op de emissie. De keuze voor LPG en biodiesel blijkt een veel duurzamere keuze te zijn dan gewone diesel wat momenteel standaard wordt gebruikt in saneringsprojecten.

Afstand transport	CO <sub>2</sub> uitstoot (%)
100 km	Referentie optie
80 km	16,7 %
50 km	33,3 %
15 km	50 %

Tabel 7: CO<sub>2</sub>-impact afstand transport materialen





Type brandstof	CO <sub>2</sub> uitstoot (%)
Diesel	Referentie optie
Benzine	0 %
LPG	16,7 %
Biodiesel	16,7 %

Tabel 8: CO<sub>2</sub>-impact type brandstof machines

### 6.1.7 In situ saneren MFE

Bij de methode van Multi Fase Extractie worden onttrekkingsfilters gebruikt. Op de onttrekkingsfilters wordt een vacuüm aangebracht zodat een mengsel van bodemlucht en grondwater wordt onttrokken en kan worden gesaneerd. De filters kunnen van verschillende soorten materiaal worden gemaakt, wat ook een verschillende impact op de CO<sub>2</sub>-emissie laat zien. Ook het type materiaal voor de bovengronds leidingwerk heeft een invloed op de emissie. In Tabel 9 wordt weergegeven wat het effect op de CO<sub>2</sub>-uitstoot is van het gebruik van deze verschillende typen materiaal voor de filters en leidingwerk. Om een vacuüm aan te brengen is ook energie nodig. De elektriciteit die daarvoor nodig is zal een invloed hebben op de emissies. Onttrekkingsfilter uit HDPE en LDPE stoten 3% minder CO<sub>2</sub> uit dan filters uit PVC. Voor het bovengrondse leidingenwerk is dit verschil niet aangetoond. In beide gevallen zien we dat roestvrijstaal (RVS) verreweg het meeste CO<sub>2</sub>-uitstoot en dus beter kan worden vermeden. Voor de elektriciteitsvoorziening laat tabel 10 zien dat directe wind- en zonne-energie en directe waterkracht een enorme reductie aan CO<sub>2</sub>-emissie opleveren.

Type materiaal	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%) onttrekkingsfilter	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%) bovengronds leidingwerk
PVC	Referentie optie	Referentie optie
HDPE	3,1 %	0 %
LDPE	3,1 %	0 %
RVS	-25 %	-12,5 %

Tabel 9: CO<sub>2</sub>-impact materiaalkeuze filter en leidingwerk

Elektriciteitsvoorziening	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%)
Grijze stroom	Referentie optie
Groene stroom	15,6 %
Directe windenergie	81,3 %
Directe zonne-energie	71,9 %
Directe waterkracht	81,3 %
Directe biomassa	-43,8 %

Tabel 10: CO<sub>2</sub>-impact type elektriciteitsvoorziening

Niet alleen het type materiaal en de elektriciteitsvoorziening zorgt voor CO<sub>2</sub>-uitstoot in dit saneringsscenario, ook het transport voor de aanvoer van de materialen en het type brandstof dat





wordt gebruikt bij het transport heeft een impact op de emissies. Tabel 11 en 12 laten zien dat een halvering van de afstand voor het transport van de materialen en het gebruik van LPG of biodiesel als brandstof daarvoor allen afzonderlijk een reductie van 3% kunnen opleveren ten opzicht van het referentie scenario.

Afstand transport	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%)
100 km	Referentie optie
50 km	3,1 %
15 km	6,3 %

Tabel 11: CO<sub>2</sub>-impact afstand transport materialen

Type brandstof	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%)
Diesel	Referentie optie
Benzine	0 %
LPG	3,1 %
Biodiesel	3,1 %

Tabel 12: CO<sub>2</sub>-impact type brandstof machines

### 6.1.8 In situ saneren Biostimulatie

Bepaalde organische verontreinigingen kunnen door bodembacteriën worden afgebroken. Bij biostimulatie worden de omstandigheden aangepast zodat bacteriegroei ontstaat. Bij deze methode worden injectiefilters gebruikt, het materiaal waarvan deze filters zijn gemaakt heeft een impact op de CO<sub>2</sub>-emissie. Ook het materiaal van de bovengrondse leidingen heeft een impact. Wederom laat het gebruik van HDPE en LDPE als materiaal voor deze filters en leidingwerk een reductie zien van 12,5 % ten opzichte van het reductie scenario.

Type materiaal	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%) injectiefilter	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%) bovengronds leidingwerk
PVC	Referentie optie	Referentie optie
HDPE	12,5 %	12,5 %
LDPE	12,5 %	12,5 %
RVS	-100 %	-37,5 %

Tabel 13: CO<sub>2</sub>-impact materiaal injectiefilter en leidingwerk

Om de substraten in de bodem te injecteren wordt een dieselaggregaat toegepast. Het type brandstof voor deze aggregaat heeft een verschillende impact op de emissie.







Type brandstof	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%)
Diesel	Referentie optie
Biodiesel	12,5 %

Tabel 14: CO<sub>2</sub>-impact type brandstof aggregaat

Voor het transport ten behoeve van de aanvoer van de materialen zijn voornamelijk de afstand en het type brandstof van belang op de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Uit onderstaande tabel wordt duidelijk dat de afstand van het transport een relatief grote impact heeft op de emissie. Bij een halvering van de afstand wordt reeds een derde aan CO<sub>2</sub> minder uitgestoten.

Afstand transport	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%)
100 km	Referentie optie
80 km	12,5 %
50 km	25 %
15 km	37,5 %

Tabel 15: CO<sub>2</sub>-impact afstand transport materialen

Ook het type brandstof dat wordt gebruikt bij het transport heeft een impact op de emissie.

Type brandstof	CO <sub>2</sub> -uitstoot (%)
Diesel	Referentie optie
Benzine	0 %
LPG	12,5 %
Biodiesel	12,5 %

Tabel 16: CO<sub>2</sub>-impact type brandstof machines

## 6.2 Conclusie

In bovenstaande tabellen is per gekozen saneringsscenario het effect van verschillende reductiemaatregelen weergegeven. Alleen de factoren waarvan het praktisch gezien mogelijk is om te wijzigen, zonder de efficiëntie van het saneringsproces te beïnvloeden, kunnen gebruikt worden om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te beperken. Wat opvalt is dat dit bij alle saneringsscenario's steeds dezelfde factoren zijn. De volgende factoren zijn het meest kansrijk gebleken om de CO<sub>2</sub> te kunnen beïnvloeden in een saneringsproces:

- Type materiaal filters/leidingen;
- Type brandstof voor de machines/transport;
- Elektriciteitsvoorziening pompen/filters;
- Afstand transport materialen.

Aangezien de reductie wordt weergegeven in een percentage ten opzicht van een referentiesituatie is dit geen gemiddeld resultaat. Indien een andere referentiesituatie wordt gebruikt kunnen deze





percentages een ander beeld geven. Wel zijn er bepaalde keuzes te identificeren die standaard de grootste impact hebben op de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Tabel 17 geeft een weergave van de gunstigste keuzes.

Keuze optie	Effect op CO <sub>2</sub> -uitstoot		
	Duurzaam	Gemiddeld	Niet duurzaam
Type materiaal afdek materiaal depot	HDPE	PP	PET
Type materiaal filters/leidingen	HDPE, LDPE	PVC	RVS
Type brandstof voor de machines/transport	Biodiesel, LPG	Benzine, Diesel	
Elektriciteitsvoorziening pompen/filters	Directe windenergie, - zonne-energie, - waterkracht	Groene stroom	Grijze stroom, Biomassa
Afstand transport materialen	Hoe kleiner hoe beter		

Tabel 17: Overzicht CO<sub>2</sub>-impact van keuze opties.



## 7. Onzekerheden

- In deze ketenanalyse wordt de SBK rekentool gebruikt. De nauwkeurigheid van de ketenanalyse is dus ook afhankelijk van de uitgangspunten en randvoorwaarden die worden meegenomen in de rekentool. Zo wordt bijvoorbeeld de samenstelling van stroom in de rekentool, en daarmee ook de CO<sub>2</sub>-uitstoot ten gevolge van stroom, gebaseerd op de Nederlandse situatie in 2007 en 2008. De recente kentallen voor stroom kunnen hiervan afwijken.
- In de SBK rekentool worden 12 saneringsscenario's beschreven. De rekentool is dus alleen geschikt om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te berekenen van situaties waarbij 1 scenario wordt toegepast. In de praktijk worden vaak ook combinaties van scenario's gebruikt of komen er unieke aspecten bij een bodemsanering kijken. Deze praktijk situaties kunnen vervolgens niet worden omgezet in de rekentool.
- Het is niet bekend wanneer de rekentool is opgesteld. Er is geen recentere versie gevonden van de rekentool. Het is evenwel niet met zekerheid te zeggen dat de gebruikte versie 1.3.1. de meest recente versie is.
- Het effect van alle keuzeopties is in onderliggende rapportage afzonderlijk berekend ten opzichte van de referentiesituaties. Dit effect is weergegeven in percentages in bovenstaande tabellen. De referentiesituaties zijn opgesteld door een senior adviseur bodem bij Aveco de Bondt. Ondanks het feit dat deze referentiesituaties zijn opgesteld door de nodige ervaring in saneringsprojecten blijven het theoretische situaties die mogelijkwijze bij daadwerkelijke verontreinigingen in de praktijk zullen verschillen. In dat geval zal het effect van de keuze opties ook mee wijzigen. De CO<sub>2</sub>-reductie/stijging weergegeven in percentages kan dus iets hoger of lager uitvallen in de praktijk. De algemene trend van effecten, weergegeven in tabel 17, zal hierdoor echter vermoedelijk niet wijzigen.
- Er is niet gekeken naar combinatie effecten van de keuzeopties. De verschillende keuzeopties zijn afzonderlijk vergeleken ten opzicht van de referentiesituatie. Het is echter mogelijk dat bepaalde combinaties van keuzes een nog groter effect laten zien op de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Vermoedelijk zal dit effect niet groot zijn.
- De adviseurs van de vakgroep Bodem komen niet vaak in de situatie waar ze middels een saneringsplan of via aanbestedingscriteria invloed kunnen uitoefenen op de uitvoerende partij/aannemer. De uitgangspunten van het saneringsproces worden bepaald door de aannemer. Indien zich toch een situatie voordoet waarbij Aveco de Bondt invloed kan uitoefenen op de uitgangspunten van het saneringsproces is onderliggende ketenanalyse een geschikte leidraad hiervoor.
- Aangezien in onderliggende ketenanalyse slechts een theoretisch effect is berekend op de CO<sub>2</sub>-uitstoot zou het interessant zijn om in een saneringsproject het daadwerkelijke effect te berekenen van alle keuzeopties (verschillende materiaal, brandstof, elektriciteitsverbruik) zodat de percentages kunnen worden uitgedrukt in absolute getallen in kg CO<sub>2</sub>. Op die manier kan ook een vergelijking worden gemaakt met de percentages van deze ketenanalyse.

## 8. Reductiemogelijkheden

### 8.1 Reductiemogelijkheden

In het geval van een bodemsanering, waar deze ketenanalyse op focust, komt het overgrote deel van de CO<sub>2</sub>-uitstoot vrij tijdens de daadwerkelijke sanering. De CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de adviserende werkzaamheden zijn te verwaarlozen in vergelijking met de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de daadwerkelijke sanering. In deze ketenanalyse wordt een procesoptimalisatie beschreven voor de adviserende werkzaamheden van de vakgroep Bodem, zodat in de uitvoering van de sanering CO<sub>2</sub>-uitstoot kan worden bespaard.

De vakgroep Bodem oefent middels het adviserende werk invloed uit op de manier waarop een sanering plaatsvindt. In de procesbeschrijving in Bijlage A is aangegeven op welke momenten de meeste invloed uitgeoefend kan worden. In de opstelling van een saneringsplan schrijft de vakgroep Bodem de saneringsmethode voor. De uitvoerder van de sanering dient zich aan de voorgeschreven saneringsmethode in het saneringsplan te houden. Dit biedt voor de vakgroep Bodem de mogelijkheden om saneringsmethoden voor te schrijven die CO<sub>2</sub>-uitstoot reduceren ten opzichte van conventionele methoden. Daarnaast biedt ook het aanbestedingstraject mogelijkheden om te sturen in de uitvoeringswijze van de sanering.

De daadwerkelijk te behalen reductiepercentages zijn lastig te standaardiseren, omdat saneringen unieke omstandigheden kennen en onderling grote verschillen kunnen laten zien. Samenvattend kent de grote hoeveelheid uitstoot echter op hoofdlijn drie oorzaken:

- een grote hoeveelheid grondtransporten van de saneringslocatie naar de verwerkingslocatie;
- een intensieve grondreinigingsmethode;
- vrijkomende CO<sub>2</sub> bij het ontgraven van (vervuilde) grond.

### 8.2 Reductiedoelstellingen

De belangrijkste doelstelling is om de in deze ketenanalyse beschreven procesoptimalisatie in een aantal projecten toe te passen. Vanwege de moeilijkheden in het kwantificeren van algemene reductiepercentages, zoals hierboven beschreven, betreft dit met name een inspanningsverplichting. Naast deze inspanning zal Aveco de Bondt ook werken aan het verbeteren van het inzicht in te realiseren reducties, om hier in de toekomst meer uitspraken over te kunnen doen.

Op basis van deze overwegingen heeft Aveco de Bondt daarom de volgende doelstellingen geformuleerd:

- Het opnemen van een advies over CO<sub>2</sub>-reductie in 4 van de saneringsplannen die zij jaarlijks schrijft
- Het verzamelen van informatie over daadwerkelijk behaalde reducties in deze saneringstrajecten

Om deze doelstellingen te bereiken worden de volgende maatregelen genomen:



Maatregel	Deadline
Opnemen van standaard-hoofdstuk Duurzaamheid in saneringsplan	Eind 2014
Opstellen van een checklist met CO <sub>2</sub> -reductiemaatregelen voor adviseurs van de vakgroep Bodem	Eind 2014
Invullen van het hoofdstuk Duurzaamheid in het saneringsplan aan de hand van de checklist bij zoveel mogelijk saneringsplannen	Doorlopend
Verzamelen van informatie over uitgevoerde saneringen en toegepaste maatregelen en kwantificeren van gerealiseerd besparingen	Doorlopend





## 9. Bronvermelding

Bron
SKAO, Handboek CO <sub>2</sub> -prestatieladder 2.2, 4 april 2014
GHG-protocol, Corporate Accounting & Reporting standard, 2004
GHG-protocol, Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, 2010
GHG-protocol, Product Accounting & Reporting Standard, 2010
NEN-EN-ISO 14044, Nederlandse norm Environmental management – Life Cycle assessment – Requirements and guidelines
Tauw, Scope 3 emissies volgens Branche Gerichte Toelichting, 2013
SKB, CO <sub>2</sub> -model <u>Kwantificering van de milieubelasting van bodemsaneringstechnieken</u> , versie 1.3.2

+ Bijlage A: Processchema van keten sanering

**Werkproces Vakgroep Bodem ('standaard' veldwerk + advies)**

