

Aanpassen richtlijnen BATNEEC-evaluaties bodemsanerings- projecten

**SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER**



**Aanpassen richtlijnen
BATNEEC-evaluaties
bodemsaneringsprojecten**

Inhoud

	Samenvatting.....	5
1	Inleiding	6
1.1	Problematiek	6
1.2	Historiek studie	6
1.2.1	LCA en CO ₂ -voetafdruk voor de berekening van de secundaire milieu-effecten	6
1.2.2	Criterium “verbruik van secundaire grondstoffen”	7
1.2.3	Criterium “niet-herbruikbaar afval”	8
1.2.4	Toetsing aanpassing MCA aan voldoende aantal cases	8
1.3	Doelstelling voorliggende studie	8
1.4	Plan van aanpak	10
1.4.1	Selectie van de cases en invullen van de huidige MCA	10
1.4.2	Definiëring van criteria voor MCA	10
1.4.3	Uitrekenen CO ₂ -emissies.....	11
1.4.4	Doorrekenen van verschillende opties voor het afleiden van wegingsfactoren	11
1.4.5	Aanpassen multicriteria-analyse voor BATNEEC-evaluatie	11
1.4.6	Advies klankbordgroep	12
1.4.7	Definitief voorstel aanpassing multi-criteria-analyse.....	12
2	Selectie van de cases	14
3	Aangepaste set criteria MCA	16
3.1	Evaluatie van de huidige MCA o.b.v. literatuurstudie	16
3.2	Voorstel aanpassingen huidige MCA.....	17
3.2.1	Aanpassingen binnen Milieuhygiënische aspectgroep	17
3.2.2	Aanpassingen Technische en Maatschappelijke aspectgroep	19
3.2.3	Aanpassingen Financiële aspectgroep	19
3.3	Samenvatting voorstel wijziging MCA.....	19
4	Resultaten berekeningen CO₂-uitstoot	22
4.1	Uitrekenen van de CO ₂ -emissies voor de 28 cases	22
4.2	Resultaten berekeningen CO ₂ -uitstoot.....	23
4.2.1	Vergelijking tussen de saneringsklassen	23

4.2.2	Vergelijking binnen de saneringsklassen.....	26
5	Doorrekenen varianten met de parameter CO₂ en statistische analyse	28
5.1	Bepaling wegingsfactoren criteria aangepaste MCA	28
5.2	Uitgevoerde modelruns.....	28
5.3	Resultaten modelrun 1.....	33
5.4	Resultaten modelrun 2.....	35
5.4.1	Inleiding	35
5.4.2	Resultaten modelrun 2 in de MCA.....	35
5.5	Resultaten modelruns 3 tot en met 14	38
5.5.1	Omschrijving van de evaluatiemethode	38
5.5.2	Resultaten statistische analyse modelruns m.b.v. Estimated Marginal Means	39
5.5.3	Vergelijkende studie (Between and Within ANOVA)	42
5.5.4	Verschuiving in voorkeursvarianten (Rangorde 1).....	46
5.6	Globaal besluit modelruns	50
5.6.1	Vergelijking in verloop MCA-scores tussen de klassen van saneringstechnieken ..	50
5.6.2	Omslagzone wegingsfactoren CO ₂ -gerelateerd criterium o.b.v. modelruns	51
5.6.3	Beperkte gevoeligheidsanalyses op de wegingsfactoren	51
5.6.4	Verschuivingen in voorkeursvariant.....	51
6	Voorgestelde aanpassing van de MCA voor BATNEEC-evaluatie	53
6.1	Bepaling gewicht criterium "Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen	53
6.1.1	Eerste voorstel: gemiddelde van de scharnierzone: 13%.....	53
6.1.2	Tweede voorstel: gelijkmatige verdeling gewichten en 14,7% voor CO ₂ -gerelateerd criterium	54
6.2	Definitief voorstel gewichten aangepaste MCA	56
6.3	Vergelijking gewichten huidige en nieuw voorgestelde MCA	57
6.4	Impact voorstel aangepaste MCA op voorkeursvarianten 28 cases.....	58
7	Koppeling kostenraming BSP en CO₂-calculator	61
7.1	Mogelijke opties	61
7.2	Beoordeling mogelijke opties	62
7.3	Keuze van de stuurgroep.....	62
8	Besluit.....	63
	Bijlage 1: Korte beschrijving van de cases	67
	Bijlage 2: Vergelijking van verschillende evaluatiemethodes	96
	Bijlage 3: Weergave van de huidige MCA	107
	Bijlage 4: Omschrijving CO ₂ -calculator.....	117

Bijlage 5: Ruwe data van de Estimated marginal Mean test	121
Bijlage 6: Verdeling van de voorkeursvarianten voor de verschillende modelruns	124
Bijlage 7: Verslag klankbordgroepvergadering 8 november 2013.....	127
Bijlage 8: Opmerkingen op verslag klankbordgroepvergadering	139
Bijlage 9: Nota koppeling kostenraming sanering en CO ₂ -calculator	143

Samenvatting

De studie “Aanpassen richtlijnen BATNEEC-evaluaties bodemsaneringsprojecten” beoogt o.m. de introductie van het begrip “**duurzaamheid**” bij het uitvoeren van bodemsaneringen, meer bepaald bij de selectie van saneringsvarianten in de **BATNEEC-afweging** (via de bestaande multicriteria-analyse (MCA)). Op deze manier wordt een stimulans naar een duurzamere manier van saneren gecreëerd, zonder daarom het beleidsmatige hoofddoel van saneringen uit het oog te verliezen.

In eerste instantie werden op basis van de resultaten van een literatuurstudie en in samenspraak met de stuurgroep een aantal **wijzigingen aan de huidige set criteria van de MCA** voorgesteld. Aan deze voorstel van nieuwe set criteria en aspectgroepen diende in een volgende stap **wegingsfactoren** te worden toegekend. Dit gebeurde a.d.h.v. een aantal **doorrekeningen** van verschillende MCA-varianten (met telkens andere gewichten) op een selectie van 28 representatieve bodemsaneringsprojecten, in combinatie met een **statistische analyse**.

Het aangepaste criterium “**verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering**” -wat als een brede parameter die duurzaamheid vertegenwoordigt, wordt gezien- wordt in de nieuwe MCA ingevuld door de berekening van de CO₂-emissie d.m.v. een **CO₂-calculator**. Door het gebruik van de CO₂-calculator kunnen de belangrijkste CO₂-bronnen bij een sanering in kaart worden gebracht, zodat bij de saneringsaanpak actief gestuurd kan worden om de CO₂-uitstoot te reduceren.

Bij het bepalen van de gewichten voor de verschillende aspectgroepen en criteria, afgeleid o.b.v. de doorrekeningen met de 28 cases, werd rekening gehouden met de **dubbele doelstelling van deze studie**: namelijk **net geen statistisch significant** (en dus een aanvaardbaar) verschil tussen de huidige en nieuw voorgestelde MCA in combinatie met een **zo groot mogelijk impact van het duurzaamheidscriterium** (zijnde het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen” dat wordt gekwantificeerd door het berekenen van de CO₂-emissie). O.b.v. de berekeningen werd een gewicht van **14,7%** voor dit criterium naar voren geschoven als het optimum dat aan beide doelstellingen beantwoordt.

Uit de **vergelijking** tussen de resultaten van de huidige en nieuwe MCA, kan gesteld worden dat er na de uitgevoerde test met de 28 cases o.b.v. de voorgestelde MCA een **beperkte impact** vastgesteld wordt op de keuze van de saneringstechnieken t.o.v. de huidige MCA. Enkel voor de saneringstechnieken met een intensief energieverbruik (o.b.v. fossiele brandstof en/of grijze stroom) -zijnde thermische verwerking van ontgraven grond, totaal-ontgravingen en langdurige extractieve technieken (bv. pump and treat)- is er in een beperkt aantal gevallen een verschuiving naar een minder energie-intensieve techniek vast te stellen. In de andere gevallen worden er nagenoeg geen wijzigingen vastgesteld.

1 Inleiding

1.1 Problematiek

Waar tot nu toe de focus van saneringen grotendeels lag op het bewerkstelligen van een lokale impact (o.m. via vuilvrachtverwijdering), wordt meer en meer de noodzaak gevoeld om ook de regionale en langdurige effecten van saneringswerken (o.a. secundaire milieu-effecten) in kaart te brengen en, indien mogelijk, mee in rekening te brengen bij de afweging van de te hanteren saneringstechnieken. In de huidige multi-criteria-analyse (verder MCA genoemd), zoals deze nu beschreven staat in de standaardprocedure voor bodemsaneringsprojecten van de OVAM, wordt met deze afweging enkel impliciet rekening gehouden. Als deze aspecten van de overstap naar een “meer groene/duurzame” bodemsanering mee in beschouwing dienen te worden genomen bij de keuze van de saneringstechniek, is het aangewezen om na te gaan of dit kan via een **aanpassing van de huidige gangbare MCA**.

Onder “groene/duurzame bodemsaneringswerken” wordt in deze studie begrepen: bodemsaneringswerken waar rekening gehouden wordt met de milieu-impact van deze werken zowel op lokale en regionale schaal, en zowel op korte en lange termijn, met als doelstelling deze impact zoveel mogelijk te reduceren of zelfs weg te nemen. Hierbij wordt onder meer rekening gehouden met het energieverbruik (kwalitatief en kwantitatief), materialenverbruik ((kwalitatief en kwantitatief), impact op klimaat, impact op de milieu-kwaliteit van de omgeving (lokaal en regionaal), socio-economische aspecten.

1.2 Historiek studie

In de aanloop naar deze studie werden een aantal voorbereidende studies uitgevoerd door de VITO (<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/2550>):

- LCA-toepassingen in bodemsaneringsprojecten – Literatuurstudie (Touchant *et al.*, 2011a)
- CO₂-calculator voor bodemsaneringsprojecten – Fase 1: voorstel aanpak Vlaanderen (Touchant *et al.*, 2011b)
- CO₂-calculator voor bodemsaneringsprojecten – Aanbevelingen voor opname in de MCA: prospectieve analyse (Touchant *et al.*, 2011c)

Hieronder worden de belangrijkste conclusies uit deze studies weergegeven.

1.2.1 LCA en CO₂-voetafdruk voor de berekening van de secundaire milieu-effecten

Aan de hand van de twee literatuurstudies rond het toepassen van levenscyclusanalyse (LCA) in bodemsaneringsprojecten (Touchant *et al.*, 2011a) en het berekenen van de “CO₂-voetafdruk” van een bodemsanering (Touchant *et al.*, 2011b) werd duidelijk dat zowel de levenscyclusanalyse (LCA) als het berekenen van de CO₂-voetafdruk kan worden gebruikt om secundaire milieueffecten van saneringsvarianten onderling te vergelijken (prospectieve analyse).

Op basis van een of meerdere uitgevoerde bodemsaneringen kan ook een retrospectieve analyse uitgevoerd worden om het inzicht in de secundaire milieueffecten of CO₂-uitstoot van een saneringstechnologie te vergroten, de onderdelen met de belangrijkste bijdrage te identificeren en om optimalisaties (qua algemeen milieurendement) van bestaande saneringstechnologieën en/of -varianten uit te werken.

Daar het toepassen van een **LCA** echter zeer complex en tijdsintensief is, is het niet haalbaar om dit voor elk bodemsaneringsproject toe te passen. De **CO₂-voetafdruk** wordt beschouwd als een **vereenvoudigde LCA gericht op één milieuparameter in de effectcategorie klimaatverandering**. Dit is mogelijk wel toepasbaar in een standaard bodemsaneringsproject.

In het rapport “CO₂-calculator voor bodemsaneringsprojecten. Fase 1: Voorstel aanpak Vlaanderen” (OVAM, 2011b) werd de calculator, ontwikkeld door het consortium van het SKB-project o.l.v. Tauw, Nederland als meest geschikt beoordeeld.
(<http://www.soilpedia.nl/Lists/Database%20projecten/DispForm.aspx?ID=255>).

1.2.2 Criterium “verbruik van secundaire grondstoffen”

De uitgevoerde evaluatie bevestigt daarnaast dat de huidige multicriteria-analyse (MCA) in hoofdzaak gericht is op **lokale** milieuhygiënische aspecten (i.e. lokale milieueffecten), met uitzondering van het criterium “**verbruik van secundaire grondstoffen**”¹ tijdens de sanering”. Dit aspect valt onder “**globale/regionale** milieueffecten”, daar de meeste grondstoffen zoals energie, chemicaliën, verbruiksgoederen (actieve kool) en andere materialen “off site” geproduceerd worden. Bijgevolg wordt voorgesteld om binnen de huidige multicriteria-analyse de milieuhygiënische aspecten op te splitsen in lokale milieuhygiënische aspecten en globale/regionale milieuhygiënische aspecten. Het aspect “verbruik van secundaire grondstoffen tijdens de sanering” zou dan onder de globale/regionale milieuhygiënische aspecten vallen.

Momenteel wordt het aspect “verbruik van secundaire grondstoffen tijdens de sanering” op een eerder subjectieve wijze beoordeeld door de erkende bodemsaneringsdeskundige. Om de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken te berekenen (o.a. door de verbranding van fossiele brandstoffen en elektriciteitsverbruik van pompen, zuiveringsinstallaties, e.d. en materiaalverbruik voor leidingen, injectie e.d.), dienen in de CO₂-calculator per saneringstechniek en/of -onderdeel een aantal invoerparameters ingebracht te worden met betrekking tot o.a. verbruik van energie, verbruikte materialen, enz. Het gebruik van de CO₂-calculator resulteert met andere woorden in een objectievere beoordeling van de secundaire milieueffecten als gevolg van het verbruik van grondstoffen tijdens de sanering.

¹ Het begrip “**secundaire grondstoffen**” wordt in de huidige MCA gehanteerd voor verbruik van o.a. energie, chemicaliën, verbruiksgoederen, materiaal. Dit zijn veelal primaire grondstoffen. In de geest van het huidige Materialendecreet zijn secundaire grondstoffen gerecycleerde materialen. Het begrip “verbruik van secundaire grondstoffen” zal in het huidige voorstel dus vervangen worden door “**verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen**”.

1.2.3 Criterium “niet-herbruikbaar afval”

Een ander aspect dat momenteel niet vervat zit in de multicriteria-analyse is de productie van **niet-herbruikbaar afval**. Onder “niet-herbruikbaar afval” wordt afval verstaan dat niet verder reinigbaar is en/of niet hergebruikt kan worden en bijgevolg gestort of verbrand moet worden. Ook dit aspect valt onder de globale/regionale milieuhygiënische aspecten, daar het te storten materiaal afgevoerd dient te worden naar een stortplaats.

1.2.4 Toetsing aanpassing MCA aan voldoende aantal cases

Aan de hand van een voldoende aantal bodemsaneringsprojecten dient te worden nagegaan op welke wijze de huidige aspecten en wegingsfactoren van de multicriteria-analyse kunnen worden aangepast, om de hierboven beschreven elementen in rekening te kunnen brengen.

1.3 Doelstelling voorliggende studie

De OVAM wenst het “duurzaamheidsaspect”, wat een beleidsdoelstelling van de OVAM op zich is, te introduceren bij de afweging van saneringsvarianten en op deze manier een stimulans naar een duurzamere manier van saneren te creëren, zonder daarom het hoofddoel van saneringen uit het oog te verliezen. Het verbeteren van de aandacht voor duurzaamheid levert eveneens een bijdrage om het maatschappelijke draagvlak voor saneringen in de toekomst te behouden en zelfs te verbeteren.

Het doel van voorliggende studie is om deze aandacht voor duurzaamheid van bodemsaneringwerken mee te nemen bij de evaluatie van saneringsvarianten in het bodemsaneringsproject middels het aanpassen van de huidige MCA. Bij de keuze van een strategie voor de aanpak van bodemverontreiniging wordt o.a. de CO₂-voetafdruk als onderdeel van de MCA geïntroduceerd. De CO₂-voetafdruk wordt in deze studie gezien als een “brede” parameter die duurzaamheid vertegenwoordigt en niet enkel als de berekende CO₂-emissie.

Het duurzaamheidsaspect wordt in de huidige MCA al meegenomen, maar op een kwalitatieve manier. Door het kwantificeren van het criterium voor “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen” kan dit op een objectievere manier meegenomen worden. De studie wil dus enerzijds nagaan **hoe** de score van het criterium secundaire grondstoffen kan berekend worden en anderzijds **hoeveel gewicht** aan dit criterium binnen de MCA gegeven zou worden. Het doel is dus tweeledig: de criteria binnen de huidige MCA waar mogelijk “meer kwantificeren” en “meer verduurzamen”.

De concrete doelstelling is om voor een voldoende aantal zorgvuldig geselecteerde bodemsaneringsprojecten na te gaan hoe de huidige criteria en aspectgroepen en hun respectievelijke wegingsfactoren van de MCA kunnen worden aangepast, met als doel o.m. de introductie van CO₂-afweging bij de BATNEEC-evaluatie.

Voor het aanpassen van de huidige MCA zullen de volgende aanpassingen worden geëvalueerd:

- opdeling van de milieuhygiënische aspecten in **lokale** en **globale/regionale** aspecten
- het berekenen van de CO₂-emissies t.g.v. de sanering d.m.v. van een **CO₂-calculator** voor het begroten en beoordelen van secundaire milieueffecten ten gevolge van het verbruik aan grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering en de bijhorende wegingsfactoren. Hierbij wordt opgemerkt dat het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen” meer omvat dan enkel de gekwantificeerde CO₂-uitstoot. Het is eveneens een **maat voor de duurzaamheid van saneringen in het algemeen**: zijnde aandacht voor vermindering van (fossiel) energieverbruik, alternatieve vormen van energie, voor materialenverbruik, klimaatwijziging, ... Draagvlak creëren voor meer aandacht voor en een betere toepassing van duurzame saneringen is eveneens een taak van de OVAM.
- het toevoegen van het aspect “**productie van niet-herbruikbaar afval**” en een passende wegingsfactor.

Volgende aanpassingen van de MCA worden niet voorzien in de huidige studie:

- Uitwerken van een volledig nieuwe set criteria. Er wordt duidelijk vertrokken vanuit de bestaande MCA
- Omzetten van alle criteria in kwantificeerbare parameters. Er wordt wel nagekeken voor welke criteria op eenvoudige wijze een objectievere (eventueel kwantificeerbare) beoordeling gemaakt kan worden.
- Er wordt niet gekeken naar de manier waarop kwalitatieve criteria op een meer objectieve manier kunnen ingevuld worden, zijnde het opstellen van een “legende” voor de criteria die beoordeeld worden o.b.v. expert judgment
- Uitwerken van een nieuw score-systeem voor alle criteria. Enkel voor de aangepaste criteria zal indien nodig een nieuw score-systeem worden opgesteld. Voor de overige criteria blijft het bestaande score-systeem gelden.
- Richtlijnen uitwerken voor het uitvoeren van een pre-selectie bij het kiezen van de drie saneringsvarianten die gebruikt zullen worden bij de MCA. De bestaande richtlijnen hieromtrent blijven gelden.
- Het uitvoeren van een retrospectieve analyse op de uitgevoerde saneringswerken uit de bodemsaneringsprojecten aangezien deze analyse geen bijdrage zal leveren tot het uitwerken van een aangepaste MCA.

Op basis van deze studie wordt een voorstel uitgewerkt waarin een aantal **wijzigingen** aan de huidige MCA worden voorgelegd die als “meest geschikt” worden geacht o.b.v. de **aftoetsing** aan een voldoende aantal **praktijkvoorbeelden** met een bijhorende **statistische analyse**.

De doelstelling van deze studie is dus enerzijds nagaan of de CO₂-calculator een goed **instrument** is om de **grootste “CO₂-uitstoot-bronnen”** van saneringsvarianten in kaart te

brengen en te **identificeren/kwantificeren** welke deze **bronnen** dan zijn. Daarnaast wordt getracht een “**relevant**” **gewicht** toe te kennen aan het CO₂-gerelateerd criterium.

Voor de uiteindelijke keuze van criteria en wegingsfactoren dienen verschillende aspecten (o.a. economisch, sociaal, ecologisch, ...) tegenover elkaar te worden afgewogen. Deze verschillende belangen zijn dikwijls niet objectief te evalueren. Voor de uiteindelijke beslissing over de aanpassing van de MCA zal dus ook de input en consensus van andere betrokkenen en belanghebbenden nodig zijn. Uiteindelijk is het de bedoeling te komen tot groenere en meer duurzame realisatie van bodemsaneringsprojecten.

1.4 Plan van aanpak

Het project werd opgesplitst in volgende fases.

1.4.1 Selectie van de cases en invullen van de huidige MCA

In een eerste stap werden een aantal bodemsaneringsprojecten als case geselecteerd. Deze 28 cases omvatten samen 77 saneringsvarianten, die in 6 klassen van saneringstypen werden ingedeeld.

Voor deze 28 cases werden de scores van de huidige MCA in een Excel-rekenblad ingevuld en werd een vergelijking gemaakt tussen de verschillende klassen (Basis-run of Modelrun 1). De selectie van de cases wordt besproken in hoofdstuk 2.

1.4.2 Definiëring van criteria voor MCA

Voor deze evaluatie werd, naast de ervaring van Tauw met het uitvoeren van MCA, een literatuurstudie uitgevoerd op basis van bestaande studies inzake MCA (o.a. MKM-model van Grontmij, RKM-model van Tauw, EPA-studie, ...).

In concreto werd bij de evaluatie van de bestaande criteria nagegaan of eventuele **overlappenden** in parameters eruit gehaald konden worden of dat bepaalde criteria op een slimme manier **gegroepeerd** (bundelen en uitdunnen) konden worden, zodat een set van “onafhankelijke” criteria ontstond.

Aan de hand van de aanbevelingen uit de literatuurstudies, en in samenspraak met de stuurgroep, wordt een **nieuwe set van criteria voor de MCA** voorgesteld. In een volgende stap zullen gewichten aan deze criteria worden toegekend.

Het voorstel voor de aangepaste set criteria voor de MCA wordt besproken in hoofdstuk 3.

1.4.3 Uitrekenen CO₂-emissies

Voor de berekening van de CO₂-emissies ten gevolge van de sanering werd gebruikt gemaakt van de CO₂-calculator, opgesteld door een SKB consortium onder leiding van Tauw Nederland. De CO₂-emissies worden berekend per saneringsvariant. De CO₂-calculator werd voor enkele parameters (conversiefactoren) naar de Belgische/Vlaamse situatie aangepast.

Op basis van de met de CO₂-calculator berekende CO₂-uitstoot werd binnen de MCA een score toegekend aan het criterium "verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering" (modelrun 2). De impact van de kwantificering van het criterium "verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering" werd vergeleken met de scores die werden behaald met de bestaande MCA als referentie (modelrun 1).

De resultaten van de berekeningen met de CO₂-calculator worden in detail besproken in hoofdstuk 4.

1.4.4 Doorrekenen van verschillende opties voor het afleiden van wegingsfactoren

Vervolgens werden verschillende combinaties van wegingsfactoren voor de MCA doorgerekend. Het effect van deze doorrekeningen op het resultaat van de BATNEEC-beslissing werd nagegaan en gevisualiseerd (per type van saneringsvariant).

In totaal werden acht verschillende combinaties van wegingsfactoren doorgerekend waarbij het relatieve belang van het criterium "CO₂-emissie" werd gevarieerd (modelrun 3 t.e.m. 10).

Verder werden twee combinaties van wegingsfactoren doorgerekend waarbij de impact van het aspect "kosten" ten opzichte van het aspect "technisch/maatschappelijk" werd nagegaan (modelrun 11 en 12).

Als laatste werden twee combinaties van wegingsfactoren doorgerekend waarbij de impact van het criterium "vuilvrachtverwijdering" versus het criterium "CO₂-emissie" werd nagegaan (modelrun 13 en 14).

Deze doorrekeningen en de interpretatie van de resultaten worden weergegeven in hoofdstuk 5.

1.4.5 Aanpassen multicriteria-analyse voor BATNEEC-evaluatie

Op basis van de resultaten van deze 14 doorrekeningen en de statistische verwerking hiervan, werd een voorstel tot aanpassing van de MCA (criteria en wegingsfactoren) uitgewerkt.

Het voorstel voor de aangepaste MCA (criteria en wegingsfactoren) is beschreven in hoofdstuk 6.

1.4.6 Advies klankbordgroep

Op 8 november 2012 werden de resultaten van de studie voorgesteld aan een klankbordgroep van belanghebbenden: leden van de Vereniging van Erkende Bodemsaneringsdeskundigen (VEB), Ondernemersvereniging bodemsaneerders (OVb), BOFAS, Vlabotex en vertegenwoordigers van de sectoren, o.a. Agoria.

Een verslag van dit overleg is toegevoegd in bijlage 7.

Nadien werd de mogelijkheid gegeven aan de deelnemers van deze klankbordgroep om bijkomende bemerkingen te geven. Deze bemerkingen zijn toegevoegd in bijlage 8.

1.4.7 Definitief voorstel aanpassing multi-criteria-analyse

Rekening houdend met de opmerkingen van de klankbordgroep en in overleg met de volledige werkgroep werd een definitief voorstel tot aangepaste MCA opgesteld.

Dit voorstel wordt toegelicht in hoofdstuk 6.

2 Selectie van de cases

Voor de selectie van geschikte bodemsaneringsprojecten voor de evaluatie van de voorgestelde aanpassingen aan de MCA werd een representatieve steekproef uitgevoerd binnen de bij Tauw beschikbare bodemsaneringsprojecten, aangevuld met enkele cases aangeleverd door OVAM.

Er werd bijzondere aandacht besteed aan het selecteren van voldoende **variatie in verontreiniging, terreingebruik, saneringstechnieken en bodemtypes**. Tegelijkertijd was het zeer belangrijk om “**realistische**” **bodemsaneringsprojecten** en –technieken uit te kiezen zodat er voldoende “**dagdagelijkse**” **praktijkcases** aan bod kwamen waar zowel de bodemsaneringsdeskundigen als de OVAM veelvuldig mee te maken krijgen. Uiteindelijk werden 28 bodemsaneringsprojecten geselecteerd.

Een korte beschrijving van deze cases is toegevoegd in bijlage 1.

Negen van de 28 bodemsaneringsprojecten werden opgesteld vóórdat de huidige MCA-procedure van toepassing werd. Deze BSP's dateren van vóór 1 september 2006 en werden opgesteld volgens de vorige standaardprocedure voor BSP's. Voor deze BSP's werd de MCA door Tauw opnieuw uitgevoerd volgens de huidig geldende MCA-procedure. Bij het herinvoeren van deze negen cases werd echter geen verandering in de keuze van de voorkeursvariant waargenomen.

Voor de overige geselecteerde projecten werden de resultaten van de uitgevoerde MCA-analyses overgenomen van de ingediende en conform verklaarde bodemsaneringsprojecten. De uitgevoerde kostenramingen werden overgenomen uit de ingediende bodemsaneringsprojecten. De kostenramingen werden niet geactualiseerd aan de huidig geldende eenheidsprijzen.

De bodemsaneringsprojecten werden geselecteerd over een breed gamma van **polluenten**: benzine, diesel, kerosine, white spirit, teer, gechloreerde solventen (chloorethenen en chloorethanen), zware metalen, cyanides, zuurteer, sulfaten, ftalaten en PCB's.

De overwogen saneringsvarianten omvatten een breed gamma van mogelijke **saneringstechnieken**:

- ontgraving
- pump and treat (P&T)
- hoogvacuümextractie
- persluchtinjectie
- bodemluchtexttractie
- gestimuleerde natuurlijke afbraak
- chemische oxidatie
- beheersing (geohydrologische)

- isolatie of immobilisatie (mix-in-place)
- thermische technieken

In de meeste projecten werd één of meerdere ontgravingsvarianten afgewogen tegenover één of meerdere in situ varianten.

De 28 bodemsaneringsprojecten (cases) omvatten in totaal 77 saneringsvarianten (specifieke combinaties van saneringstechnieken), die onderverdeeld werden in 6 **klassen** volgens type saneringsvariant (o.b.v. de onderscheidende saneringstechniek) nl.:

1. Ontgravingen (#26)
2. Extractieve in situ methoden: bv. pump and treat, airsparging, bodemluchtexttractie, hoogvacuumextractie (#25)
3. "In place" in situ methoden: allerhande injecties bv. ISCO, ISCR, gestimuleerde natuurlijke afbraak (#12)
4. Actieve beheersingen: bv. pump and treat of airsparging (#6)
5. Passieve beheersingen: bv. bioschermen, PRB's, Funnel and Gate, isolatie, inkapseling en berging (#6)
6. Thermische technieken (#2): In situ Thermische desorptie

Deze 28 bodemsaneringsprojecten geven volgens Tauw een representatief beeld van bodemsaneringsprojecten in Vlaanderen.

3 Aangepaste set criteria MCA

3.1 Evaluatie van de huidige MCA o.b.v. literatuurstudie

De set criteria van de huidige MCA (toegevoegd in bijlage 3) werd geëvalueerd a.d.h.v. de voorstellen zoals geformuleerd in de reeds uitgevoerde VITO-studies (zie hoofdstuk 1.2) en een bijkomende literatuurstudie (zie bijlage 2).

In de bijkomende literatuurstudie werd de huidige MCA vergeleken met drie andere gekende methoden voor de afweging van saneringsvarianten:

- De Risicoreductie, Milieuverdiensite en Kosten (RMK) methodiek (oorspronkelijk ontwikkeld door Tauw Nederland voor Stichting Kennis Bodem (SKB))
- De Milieuhygiënisch, Kosten en Maatschappelijk (MKM) methodiek (ontwikkeld door Grontmij)
- Footprint Methodology (ontwikkeld door de EPA)

waarbij er werd nagegaan wat de verschillen en gelijkenissen zijn tussen de evaluatiemethodes.

De resultaten van de literatuurstudie en van de studies uitgevoerd door VITO worden toegevoegd in bijlage 2. De huidige MCA is opgenomen in bijlage 3.

Bij de evaluatie van de set criteria werd daarnaast eveneens nagekeken of het mogelijk is om de indeling van de verschillende criteria in de respectievelijke aspectgroepen min of meer af te stemmen op de indeling o.b.v. de drie duurzaamheidspijlers: Planet (Aspect Milieu), People (Aspect Maatschappij) en Profit (Aspect Kosten). Hierbij werd ook nagekeken of er o.b.v. de in het kader van SuRF-UK ontwikkelde set indicatoren voor duurzame bodemsanering (The SuRF-UK Indicator Set For Sustainable Remediation Assessment, 2011) nog belangrijke criteria zouden ontbreken. Een diepgaande analyse waarbij deze set indicatoren volledig geëvalueerd wordt, werd niet uitgevoerd, aangezien deze evaluatie het onderwerp van een andere lopende OVAM-opdracht betreft ("Indicatoren voor het meten van de duurzaamheid van bodemsanering").

Op basis van de voorstellen uit de studie "CO₂-calculator voor bodemsaneringsprojecten – aanbevelingen voor opname in MCA", uitgevoerd door de VITO, de uitgevoerde literatuurstudie en in samenspraak met de stuurgroep werd een aangepaste set van criteria voor de MCA voorgesteld (zie verder in onderstaande Tabel 3-3-1). De aanpassingen en de achterliggende argumentatie voor deze aanpassingen worden in de onderstaande hoofdstukken besproken.

3.2 Voorstel aanpassingen huidige MCA

3.2.1 Aanpassingen binnen Milieuhygiënische aspectgroep

Indeling in lokale en regionale milieu-impact

Touchant *et al.* (2011c) stellen in hun studie voor om de huidige aspecten binnen de milieuhygiënische aspectgroep onder te verdelen in **lokale en globale/regionale milieuhygiënische aspecten**. Dit wordt als een belangrijk uitgangspunt beschouwd, aangezien bepaalde varianten een verschillende impact hebben op lokale of globale/regionale schaal:

- Onder de lokale milieuhygiënische aspecten behoren zowel de primaire milieuaspecten (vb risico uitgaande van restverontreiniging) alsook de lokale secundaire effecten (vb lokale milieuhinder door de sanering).
- Onder de regionale/globale milieuhygiënische aspecten vallen de milieuaspecten die betrekking hebben tot de niet-lokale secundaire milieueffecten (vb globale/regionale milieuhinder ten gevolge van de sanering).

Productie van niet herbruikbaar afval tijdens de sanering

Een belangrijke factor die niet opgenomen is in de MCA, maar wel in de andere geraadpleegde literatuurbronnen, is de **productie van afval**. Onder deze categorie valt het storten van zowel geproduceerd afval tijdens de sanering, als uitgegraven grond. Volgens de EPA (2012) kan dit namelijk een doorslaggevende factor zijn in de milieu-impact van saneringen. Touchant *et al.* (2011c) stellen voor om het aspect “productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering” te noemen.

Er werd door de stuurgroep beslist om het criterium “niet herbruikbaar afval tijdens de sanering” niet op te splitsen tussen gevaarlijk en niet-gevaarlijk afval en op basis van de totaal ingeschatte kwantiteit (in ton) een omrekening naar een score uit te voeren.

De methode om de score te berekenen, bestaat uit

- het berekenen van de hoeveelheid te storten afval tijdens de sanering
- de berekende hoeveelheid afval (in kg) wordt op analoge wijze met dezelfde rekenformule omgerekend als nu gebeurt binnen de huidige MCA voor het criterium “Kosten van de sanering”, waarbij de laagste relatieve hoeveelheid niet herbruikbaar afval de hoogste score krijgt. Er werd gebruik gemaakt van onderstaande formule:

$$M1,7 = \frac{St}{V-1} * \frac{Mt - M1}{Mt}$$

$$M2,7 = \frac{St}{V-1} * \frac{Mt - M2}{Mt}$$

$$M3,7 = \frac{St}{V-1} * \frac{Mt - M3}{Mt}$$

waarbij:

M1 = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant 1

M2 = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant 2

M3 = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant 3

Mt = M1 + M2 + M3 (in kg niet herbruikbaar afval)

V = Aantal varianten in de multicriteria-analyse

St = 5*V = Totaal aantal te verdelen scores

Berekende CO₂-emissies als maat voor criterium "Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen"

Het aspect "**Verbruik van secundaire grondstoffen**"² is momenteel subjectief en afhankelijk van de mening van de bodemsaneringsdeskundige (Touchant *et al*, 2011c). Het gebruik van de CO₂-calculator voor het kwantificeren van dit criterium kan zorgen voor een meer objectieve vergelijking van de milieu-impact van de saneringsvarianten op vlak van CO₂-uitstoot t.g.v. de sanering. Middels deze berekeningen wordt het energie- en materiaalverbruik namelijk begroot en uitgedrukt wordt in ton CO₂.

Overlap tussen criteria en aspectgroepen

De CO₂-calculator die door Tauw Nederland ontwikkeld werd, neemt bij het uitvoeren van de CO₂-berekeningen een aantal parameters in rekening die in de huidige MCA reeds bij andere aspecten in rekening gebracht werden, waardoor een **overlap** van bepaalde criteria plaatsvindt:

- Zo wordt het verwerken van vervuild actief kool en ijzerslib uit de waterzuivering reeds in rekening gebracht bij de CO₂-calculator en hoeft het niet meer bij het hierboven voorgestelde aspect "productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering".
- Het verwerken van uitgegraven bodem is ook in de CO₂-calculator meegenomen, maar het storten van grond niet. Dit moet met andere woorden nog gekwantificeerd worden in het aspect "productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering".
- De luchtemissie verbonden aan transport, pompen en verwerken van uitgegraven grond is eveneens gedefinieerd in de CO₂-calculator, deze moeten dus niet meer in het aspect "Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten" meegerekend worden. Ook de emissie door substraat- en oxidatiereacties bij ISCO en biostimulatie zijn in rekening gebracht.

Wat momenteel niet door de CO₂-calculator berekend wordt, is de CO₂-emissie t.g.v. het verbranden van niet herbruikbaar afval en het storten van niet reinigbaar afval (bv. aanleg stort, emissie stort, dumpen van materiaal). De CO₂-calculator kan uitgebreid worden met deze saneringsactiviteiten. Het storten van niet herbruikbaar afval wordt nu via een kwantitatief

² Het begrip "**verbruik van/aan secundaire grondstoffen**" wordt in de huidige MCA gehanteerd voor verbruik van o.a. energie, chemicaliën, verbruiksgoederen, materiaal. Dit zijn veelal primaire grondstoffen. In de geest van het huidige Materialendecreet zijn secundaire grondstoffen gerecycleerde materialen. Het begrip "verbruik van secundaire grondstoffen" zal in het huidige voorstel dus vervangen worden door "**verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen**".

criterium opgenomen in het voorstel voor de nieuwe MCA (zie “productie van niet herbruikbaar afval”).

Criterium “Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten”

Om het criterium “**Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten**” in te vullen (Touchant *et al*, 2011c) wordt de EPA methodologie (EPA, 2012) gehanteerd. Hierbij wordt het aspect in twee deelaspecten opgedeeld:

- Emissie van opgepompt grondwater na zuivering naar oppervlaktewater of riolering (m³)
- Luchtemissie door vervluchtiging/uitdamping van verontreiniging (kg): deze parameter wordt als te moeilijk kwantificeerbaar ingeschat en wordt bijgevolg niet mee genomen bij de vergelijking tussen de varianten. Indien deze parameter een belangrijke impact heeft, kan wel een kwalitatieve inschatting gemaakt worden.

3.2.2 Aanpassingen Technische en Maatschappelijke aspectgroep

Benaming “Technische en maatschappelijke aspectgroep”

De benaming “technische aspectgroep” wordt vervangen door de benaming “technische en maatschappelijke aspectgroep”. Een aantal criteria die hieronder vallen, hebben namelijk ook een maatschappelijke impact.

Criterium “effectieve en potentiële schade tijdens de sanering”

Onder deze aspectgroep vallen de “**effectieve en potentiële schade tijdens de sanering**” (welke bij de aanpassing van de set criteria voor de MCA samen i.p.v. apart genomen worden onder één criterium) en veiligheidsmaatregelen, maar ook elke hinder en overlast die van de sanering kan uitgaan. Zo is er bijvoorbeeld een mogelijke hinder van de sanering op de bedrijfsvoering. Ook eventuele hinder en overlast door geur, geluid en trillingen vallen onder dit aspect.

Criterium “beperking van het gebruik na sanering”

Het criterium “**beperking van het gebruik na sanering**” wordt vanuit de aspectgroep milieuhygiëne verplaatst naar deze aspectgroep aangezien het hier meer om een maatschappelijk aspect gaat en minder om een milieuhygiënisch.

3.2.3 Aanpassingen Financiële aspectgroep

De “weergave van de totale kosten” en de “waarde van de restverontreiniging” blijven ongewijzigde criteria.

3.3 Samenvatting voorstel wijziging MCA

Een overzicht van de voorgestelde nieuwe set van criteria is in tabel 3.1 weergegeven.

De hier voorgestelde opdeling verschilt in enkele aspecten van deze zoals voorgesteld door Touchant *et al* (2011c). Het criterium “Andere milieuhinder tijdens de sanering” is verplaatst naar de technisch en maatschappelijke aspectgroep (en verandert van naam naar “Hinder en overlast tijdens de sanering”), aangezien de bedoelde hinder en overlast vooral maatschappelijke effecten heeft.

Aan de hand van deze voorgestelde nieuwe set criteria van de MCA kan de aspectgroep “milieuhygiëne” objectiever bepaald worden (omdat het criterium gerelateerd aan de CO₂-emissie kan worden berekend). Ook de “financiële” aspectgroep kan redelijk eenvoudig gekwantificeerd worden. Voor de criteria die vallen onder de “technische en maatschappelijke aspectgroep” is wel nog deels een kwalitatieve inschatting nodig.

Globaal gezien kan gesteld worden dat de voorgestelde nieuwe set criteria voor de MCA een meer objectieve vergelijking tussen de verschillende saneringsvarianten mogelijk maakt. Er dient hierbij wel te worden opgemerkt dat niet alle criteria volledig onafhankelijk van elkaar te evalueren zijn en elkaar in bepaalde mate beïnvloeden. Er zal m.a.w. nog steeds in zekere mate een overlap tussen bepaalde criteria blijven bestaan.

Tabel 3-3-1: Voorgestelde set criteria voor de MCA

Criterium	Omschrijving	Motivatie	Voorstel manier van beoordeling
Milieuhygiënisch			
Lokaal			
Totale vuilvrachtvermindering	Aantal kg verwijderde vuilvracht	Het is niet steeds eenduidig is of verontreiniging uit grond of grondwater verwijderd werd, en er ook nog vuilvracht in bodemlucht en als puur product voorkomt. Bovendien bevindt er zich vuilvracht in de bodem zowel in de bron als de pluimzone, waardoor de relevantie om de opsplitsing omwille van bron/pluimaanpak gedeeltelijk wegvalt.	Kwantitatief (kg verwijderde vuilvracht)
Behalen decretale doelstelling in grond	Kwaliteit grond na sanering: verschillende TSW-klassen cfr MCA	Gedeeltelijke overlap met vuilvrachtverwijdering, maar andere beoordeling resultaat sanering	Kwantitatief obv scoretabel TSW-klassen
Behalen decretale doelstelling in grondwater	Kwaliteit grondwater na sanering: verschillende TSW-klassen cfr MCA	Gedeeltelijke overlap met vuilvrachtverwijdering, maar andere beoordeling resultaat sanering	Kwantitatief obv scoretabel TSW-klassen
Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten	Vuilvracht die tijdens of na de sanering in oppervlaktewater of lucht terechtkomt	Impact van de sanering op de andere milieucompartimenten nagaan	Kwalitatief (cfr huidige MCA)
Saneringsduur en beleidsdoelstelling	Aantal jaar (maanden) dat de saneringswerkzaamheden duren	Tijdsperiode dat de sanering duurt	Kwantitatief obv klassen tijdsduur
Regionale/globale milieuhygiënische aspecten			
Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen	Uitstoot CO2 t.g.v. sanering	Impact van sanering op klimaat nagaan en maat voor duurzaamheid van saneringen in het algemeen (energiegebruik, materialen, ...)	Kwantitatief in ton uitgestoten CO2, berekend via CO2-calculator en om te rekenen
Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering	Te storten grond, puin, ondergrondse massieven, bodemvreemd materiaal	Niet-herbruikbaar afval dat t.g.v. de sanering vrijkomt	Kwantitatief: in m³ af te voeren materiaal en om te rekenen
Technisch-sociaal-maatschappelijk			
Hinder en overlast tijdens de sanering	Stof, geur, licht, geluid, trilling, temperatuur, verkeer, gebruik of vrijkomen van gevaarlijke stoffen (bv. oxidans ISCO): op mens op de site en omgeving	Hinder en overlast t.g.v. de saneringswerkzaamheden voor de mens op de site en in de omgeving (ecologische schade zit er nu niet expliciet in, maar moet bij saneringswerkzaamheden in ecologisch waardevolle omgeving wel meegenomen worden)	Kwalitatief obv expert judgment
Gebruiksbeperkingen na sanering	Beperkingen in oppompen en gebruik grondwater, aanwezigheid waterleiding doorheen verontreiniging, aanleg van moestuin, verwijderen van verharding, aanleggen/wijzigen van kelder/gebouw, uitvoeren van graafwerken, veranderen bestemming terrein, ...	Gebruiksbeperkingen die gelden er na de sanering	Kwalitatief obv expert judgment
Risico op schade ten gevolge van de sanering	Afbraakwerken van gebouwen, infrastructuur, tuintjes, kans op zettingen, trilschade, explosiegevaar,...	Te verwachten schade aan infrastructuur en inrichting van de site	Kwalitatief obv expert judgment
Veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering	Maatregelen die genomen moeten worden om de veiligheid voor de arbeiders en de omgeving te garanderen (bv. emissiebeperkende maatregelen,...)	Maatregelen die nodig zijn om de veiligheid te garanderen	Kwalitatief obv expert judgment
Financieel			
Kosten sanering	Kosten sanering inclusief % onzekerheid op prijzen	Onzekerheid op prijzen meenemen	Kwantitatief obv berekende kosten incl onzekerheidsmarge
Waarde van de restverontreiniging	Potentiële kosten voor grondverzet tgv restverontreiniging	Potentiële kosten voor grondverzet t.g.v. de aanwezige restverontreiniging na sanering	Kwantitatief obv berekeningen restverontreiniging

4 Resultaten berekeningen CO₂-uitstoot

4.1 Uitrekenen van de CO₂-emissies voor de 28 cases

De CO₂-calculator, ontwikkeld door Tauw Nederland, werd gebruikt om de CO₂-emissies, gerelateerd aan het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen”, van de verschillende saneringsvarianten uit te rekenen. Op deze manier kunnen de CO₂-emissies per klasse van saneringsvarianten voorgesteld en vergeleken worden.

De calculator bestaat uit een invoer-tabblad waarin gegevens over de technieken en relevante hoeveelheden van bv. energieverbruik moeten worden ingegeven (Bijlage 3 en <http://www.skbodernl/inhoud.asp?id=22918>). Gegevens die een grote impact kunnen hebben in de CO₂-uitstoot, worden in een blauwe kleur aangegeven. De CO₂-calculator rekent deze invoergegevens dan om naar de hoeveelheid CO₂ die wordt uitgestoten voor de desbetreffende sanering. Deze uitvoergegevens zijn weergegeven op een volgend tabblad, samen met een overzichtelijke visualisatie onder vorm van taartdiagrammen.

Een uitgebreidere omschrijving van de CO₂-calculator, zoals ontwikkeld door Tauw Nederland in opdracht van SKB, is weergegeven in bijlage 4.

In overleg met LCA-specialisten binnen VITO werd beslist om de conversiefactoren voor CO₂-emissie bij elektriciteitsproductie (grijze en groene stroom) te wijzigen daar deze sterk afwijken tussen Nederland en België. Deze waarden werden als volgt gewijzigd:

Tabel 4-4-1: Verschil in conversiefactoren voor de situatie in België en Nederland

(kg CO ₂ /kWh)	België	Nederland
Grijze stroom	0,566	0,355
Groene stroom	0,230	0,290

Dit zijn tevens de waarden voor grijze en groene stroom die ook gebruikt worden in het kader van andere LCA-studies uitgevoerd door VITO.

Voor de andere conversiefactoren wordt voorgesteld om de Nederlandse waarden te behouden. Verschillende aannames kunnen immers aanleiding geven tot andere waarden. Bijvoorbeeld:

- Het verbruik van een vrachtschip is afhankelijk van het type voertuig en de belading;
- De waarde voor directe biomassa in SimaPro (databank gebruikt door VITO) is deze voor Zwitserland en is daarom niet beter dan deze voor Nederland.

Het feit dat de Nederlandse conversiefactoren van toepassing in de verschillende saneringsonderdelen geselecteerd werden door een team van experts met kennis van bodemsaneringsprojecten volstaat als argument om met deze waarden verder te werken.

Bij toepassing van de CO₂-calculator dient met volgende punten rekening te worden gehouden:

- Voor in situ thermische technieken wordt geen rekening gehouden met het materiaal van de verwarmingselementen. Om bv. materiaal uit roestvrij staal te nemen (RVS) moet hiervoor onder “aanleg systeem” steeds voor stoominjectie gekozen worden. Dit zal nog aangepast worden in latere versies van de CO₂-calculator waarbij voor andere in situ thermische technieken als stoominjectie zoals bv. voor “three phase heating” meteen het juiste materiaal geselecteerd kan worden.
- De CO₂-calculator houdt op dit ogenblik geen rekening met de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt door natuurlijke afbraak van de verontreiniging.
- De CO₂-calculator houdt op dit ogenblik rekening met de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt tijdens de stimulatie van de natuurlijke afbraak. Drie types van substraat kunnen ingegeven worden (melasse, protomylasse en soja olie). Er wordt geen rekening gehouden met (over)dosering van substraat.

Op de hierboven beschreven manier werd voor elke saneringsvariant van de 28 cases de CO₂-productie berekend. De gegevens voor de invoer werden gehaald uit de rapporten van de bodemsaneringsprojecten. De emissies van alle varianten werden daarna ingegeven in een Excel-rekenblad om een vergelijking en visualisatie mogelijk te maken. Ook werden de rangordes binnen de saneringsvarianten per case samengebracht in een tabel zodat een vergelijking van de rangordes tussen de verschillende klassen-mogelijk werd.

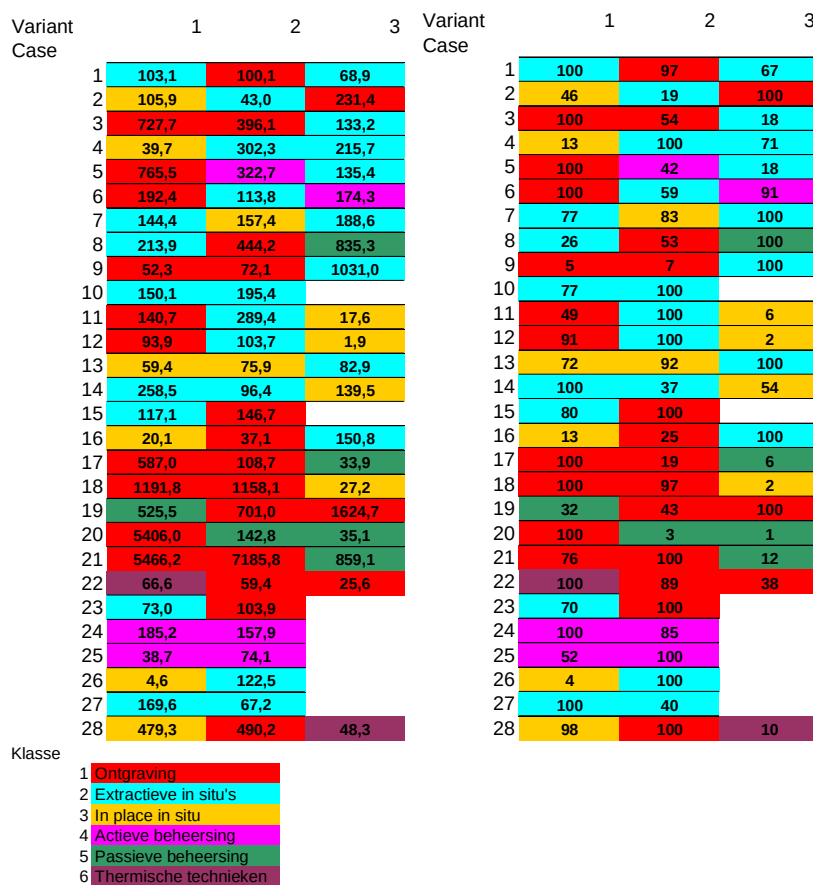
4.2 Resultaten berekeningen CO₂-uitstoot

De met de CO₂-calculator berekende uitstoot voor de verschillende saneringsvarianten van de 28 cases werden op twee manieren geëvalueerd:

- Eerst werd er een vergelijking gemaakt tussen de verschillende klassen van saneringstechnieken. Op deze manier kan een beeld worden gevormd over welke klasse van saneringstechniek globaal gezien de minste CO₂-emissie vertoont.
- Nadien werd binnen elke klasse bekeken welke specifieke activiteiten binnen deze saneringsvarianten een grote impact hebben op de CO₂-emissie, en die dus te beschouwen zijn als de grootste bronnen qua CO₂-uitstoot. Door op deze manier de bronnen qua CO₂-uitstoot bij saneringen in kaart te brengen, kan er bij de afweging van de saneringsvarianten expliciet rekening mee gehouden worden. De inventarisatie kan eveneens het onderzoek naar het reduceren van de CO₂-uitstoot op deze onderdelen stimuleren en gericht sturen, zodat duurzamere technieken met minder impact ontwikkeld en huidige saneringstechnieken verduurzaamd worden.

4.2.1 Vergelijking tussen de saneringsklassen

De CO₂-productie (uitgedrukt in ton CO₂) voor de verschillende cases, uitgerekend m.b.v. de CO₂-calculator, is weergegeven in Figuur 4-1.



Figuur 4-1: CO₂-productie per case en per variant (in ton CO₂) en relatieve CO₂-productie

Op basis van de resultaten van de CO₂-calculator wordt duidelijk dat er een relatief **hoge** CO₂-productie (uitgedrukt in ton CO₂) voorkomt bij zowel de “in situ extractieve” technieken, als bij de ontgravingen. De “in place” in situ technieken en de thermische technieken daarentegen hebben over het algemeen een relatief **lagere** CO₂-productie. In sommige cases ligt de CO₂-productie van de “in place” in situ technieken een tienvoud lager dan deze van de ontgravingsvarianten.

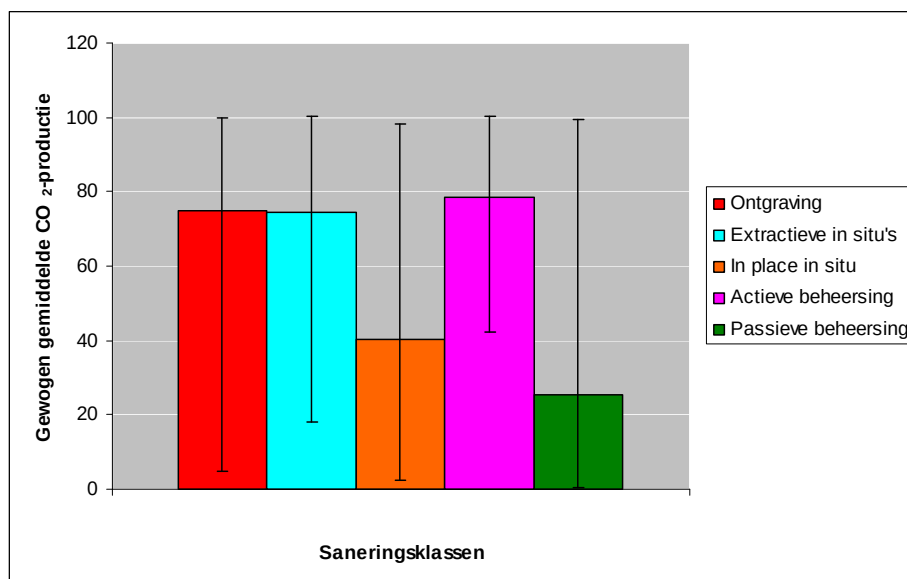
Er dient opgemerkt te worden dat het hier gaat om de totale CO₂-productie per case-specifieke sanering. Deze is bijgevolg afhankelijk van de grootte van de sanering en het type van contaminant. Om de invloed van deze parameters zoveel mogelijk uit te sluiten, werden de berekende CO₂-vrachten binnen een bodemsaneringsproject (case) omgerekend, waarbij de hoogste CO₂-productie binnen een bodemsaneringsproject de maximumscore 100 kreeg en de overige varianten een “relatieve” score ten opzichte van dit maximum. De op deze manier verkregen “relatieve” scores zijn weergegeven in Figuur 4-1.

Op deze manier wordt duidelijk dat, wanneer we enkel naar de CO₂-productie kijken, **in place in situ** en **passieve beheersingstechnieken** een lagere relatieve CO₂-productie vertonen. Bij de **actieve beheersing**, **extractieve in situ** en **ontgravingen** hoort dan weer een hogere relatieve CO₂-productie. Dit wordt voorgesteld in Figuur 4-2. Voor wat betreft de extractieve

saneringstechnieken moet genuanceerd worden dat de relatief hoge CO₂-productie binnen deze klasse te wijten is aan een aantal langdurig lopende saneringen (> 10 jaar). Het gaat hier vooral om pluimsaneringen. Indien enkel kortlopende saneringen (gerichte kernsaneringen) zouden opgenomen geweest zijn, zou deze klasse van saneringstechnieken lager scoren voor CO₂-productie. Doordat de in situ thermische technieken maar in twee cases voorkomen, zijn deze niet opgenomen in Figuur 4-2.

Er dient opgemerkt te worden dat de standaardafwijking (verschil tussen de hoogste en laagste hoeveelheid) binnen elke klasse hoog is, zoals wordt geïllustreerd in Tabel 4-3. Deze grote standaardafwijking kan te wijten zijn aan de **grote variatie** in de cases. Het gaat namelijk over saneringen van verschillende grootte, verschillende contaminanten en verschillende randvoorwaarden (vb. bedrijfsvoering, afbraak gebouwen, ...).

De relatieve gemiddelde waarden aan CO₂-uitstoot zijn weergegeven in Tabel 4-4-2 en Figuur 4-2.



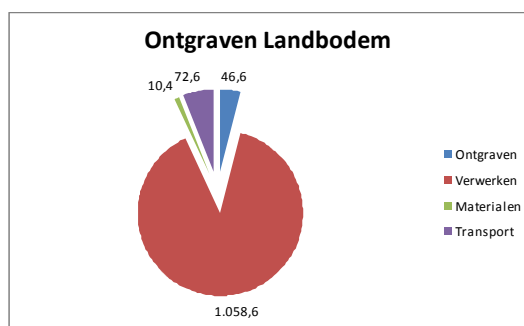
Figuur 4-2: Relatieve gemiddelde score voor CO₂-productie per saneringsklasse (Verticale strepen geven de spreiding (laagste en hoogste CO₂-productie) weer)

Tabel 4-4-2: Relatieve gemiddelde CO₂-productie per saneringsklasse

	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Aantal stuks
Ontgraving	5	75	100	26
Extractieve in situ	18	74	100	25
In place in situ	2	40	98	12
Actieve beheersing	42	78	100	6
Passieve beheersing	1	26	100	6
Thermische technieken	10	55	100	2

4.2.2 Vergelijking binnen de saneringsklassen

Wanneer de klassen afzonderlijk worden bekeken, is het duidelijk dat bij ontgravingen de **verwerking van uitgegraven bodem** een grote impact heeft op de CO₂-uitstoot. Vooral wanneer het noodzakelijk is om **thermische reiniging** toe te passen, gaat de CO₂-productie sterk omhoog. Het transport van materialen en personen heeft slechts een minimale bijdrage voor alle klassen van saneringsvarianten. Het transport van de grond zelf (naar de verwerker) kan wel een grote bijdrage leveren. In Figuur 4-3 wordt de CO₂-emissie weergegeven voor een ontgraving waarbij thermisch moest worden gereinigd (Case 18).

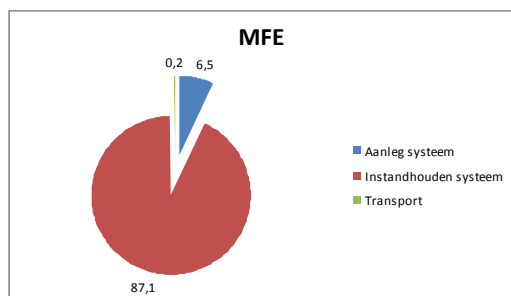


Figuur 4-3: CO₂-emissie voor ontgraving met thermische verwerking (ton CO₂)

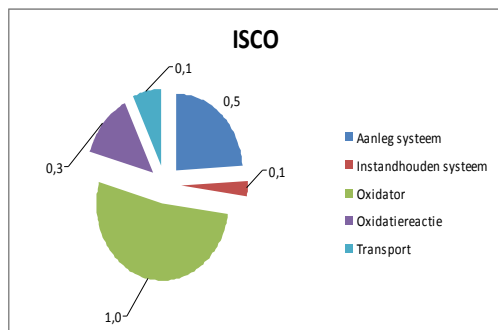
Bij extractieve in situ en actieve beheerstechnieken is het de **elektriciteitsproductie over een lange periode** die zorgt voor de grootste bijdrage aan CO₂-uitstoot.

Bij de “in place” in situ technieken is het vooral de **productie van de oxidator** die een impact heeft. De uitstoot als gevolg van reacties in de bodem heeft een kleinere invloed.

Een voorbeeld van de CO₂-emissies voor beide klassen is weergegeven in Figuur 4-4 en Figuur 4-5.



Figuur 4-4: CO₂-emissie voor extractieve in situ (Multifase-extractie) (ton CO₂)



Figuur 4-5: CO₂-emissie voor in place in situ (In Situ Chemische Oxidatie) (ton CO₂)

5 Doorrekenen varianten met de parameter CO₂ en statistische analyse

5.1 Bepaling wegingsfactoren criteria aangepaste MCA

Aan de set van criteria van de voorgestelde aangepaste MCA (zie Tabel 3-3-1), met inbegrip van de CO₂-emissie onder het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering”, diende in een volgende fase gewichten (wegingsfactoren) te worden toegekend. Voor het toekennen van de gewichten werd gezocht naar een **optimum tussen de gewichten van de verschillende (deel)aspecten in functie van het te behalen resultaat/doel van de MCA**. Dit werd gedaan door het **laten variëren van de wegingsfactoren** die aan de verschillende criteria werden toegekend en het bestuderen van de **invloed van deze variatie** (gevoelighedsanalyse) op de resultaten van de MCA.

Vanuit een beleidsmatig standpunt werd er getracht een kantelpunt te vinden waarbij er (1) net geen verschil optreedt tussen de resultaten van de 28 cases o.b.v. huidige MCA en de nieuw voorgestelde set parameters en gewichtsfactoren en (2) waarbij de impact van het duurzaamheidscriterium (“Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen”) zo groot mogelijk is. Op deze manier kan een nieuwe MCA voorgesteld worden waarbij groenere en duurzamere saneringen als voorkeursvariant naar voren worden geschoven zonder dat er een statistisch significant verschil optreedt met de huidige MCA.

De MCA met de gekwantificeerde berekening voor het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering”, aangepast op basis van de nieuwe set van criteria, werd bijgevolg verschillende malen herhaald (in verschillende modelruns (zie volgende paragraaf 5.2)), waarbij telkens verschillende wegingsfactoren aan de verschillende criteria werden toegekend.

5.2 Uitgevoerde modelruns

Met een modelrun wordt een specifieke doorrekening (i.e. met specifieke wegingsfactoren) van de MCA voor elke case bedoeld. Hierbij werd in een Excel werkblad de score van de MCA weergegeven in een matrix. In deze matrix stellen de rijen de 28 cases voor en de kolommen de 2 of 3 varianten. Zo werd een 28x3 matrix verkregen voor elke modelrun. Een voorbeeld van zulk een matrix voor de CO₂-productie is weergegeven in Figuur 4-1.

Modelrun 1 betreft de basis-run o.b.v. de huidig geldende MCA en **Modelrun 2** gebruikt dezelfde MCA maar hierbij wordt het criterium “Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering” ingevuld door de berekende CO₂-productie.

Er werden daarnaast acht verschillende combinaties van wegingsfactoren doorgerekend waarbij het relatieve belang van het criterium “CO₂-emissie” varieerde (**Modelrun 3 t.e.m. 10**). De gewichten van de overige criteria en aspectgroepen werden gelijkmatig verdeeld cfr. de

benadering in de huidige MCA. De verschillende toegepaste wegingsfactoren bij het uitvoeren van deze 8 modelruns zijn weergegeven in Tabel 5-4 en Tabel 5-5.

Daarnaast werden twee bijkomende modelruns (**Modelrun 11 en 12**) uitgevoerd om na te gaan wat de impact van de aspectgroep “kosten” versus de aspectgroep “**technisch/maatschappelijk**” is op de MCA-score. Hierbij werden de gewichten van het aspect “kosten” enerzijds en het aspect “technisch/maatschappelijk” anderzijds respectievelijk één keer zwaar en één keer licht ingesteld.

Om de balans tussen **vuilvrachtverwijdering** en **CO₂-emissie**, zoals voorgesteld in de VITO-studie, te bepalen, werden twee extra doorrekeningen uitgevoerd waarin de gewichten van het criterium “vuilvrachtverwijdering” enerzijds en het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering” anderzijds respectievelijk één keer zwaar en één keer licht werden ingesteld (**Modelrun 13 en 14**). De overige gewichten van de criteria en aspecten werden bij deze doorrekeningen niet gewijzigd zodat enkel de relatie tussen “vuilvrachtverwijdering” en “CO₂-emissie” zichtbaar wordt.

De gewichtsverdeling van de criteria voor de verschillende modelruns is samengevat weergegeven in **Tabel 5-5-1** en **Tabel 5-5-2**.

Tabel 5-5-1: Verdeling van gewichtsfactoren (modelrun 3 t.e.m.10)

Milieuhygiënisch	RUN 3 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen		RUN 4 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen		RUN 5 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen		RUN 6 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen		RUN 7 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	
	Gewicht criteria		Gewicht criteria		Gewicht criteria		Gewicht criteria		Gewicht criteria	
Lokaal										
Totale vuilvrachtvermindering		3,3		4,4		2,2		1,8		1,6
Behalen decretale doelstelling in grond		3,3		4,4		2,2		1,8		1,6
Behalen decretale doelstelling in grondwater		3,3		4,4		2,2		1,8		1,6
Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten		3,3		4,4		2,2		1,8		1,6
Saneringsduur en beleidsdoelstellingen		3,3		4,4		2,2		1,8		1,6
<i>gewicht</i>	16,5		22		11		9		8	
Regionale/globale milieuhygiënische aspecten										
Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen		11		14,67		15		17		19
Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering		5,5		7,33		7		7		6
<i>gewicht</i>	16,5		22		22		24		25	
Technisch en maatschappelijk										
Hinder en overlast tijdens de sanering		8,25		5,5		8,25		8,25		8,25
Gebruiksbeperkingen na sanering		8,25		5,50		8,25		8,25		8,25
aanbrengen schade ten gevolge van de sanering		8,25		5,50		8,25		8,25		8,25
veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering		8,25		5,50		8,25		8,25		8,25
<i>gewicht</i>	33		22		33		33		33	
Financieel										
kosten sanering		22,67		22,67		22,7		22,7		22,7
waarde van de restverontreiniging		11,33		11,33		11,3		11,3		11,3
<i>gewicht</i>	34		34		34		34		34	
Totaal	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Milieuhygiënisch	RUN 8 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	Gewicht criteria	RUN 9 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	Gewicht criteria	RUN 10 Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	Gewicht criteria
Lokaal						
Totale vuilvrachtvermindering		5		2,4		2
Behalen decretale doelstelling in grond		5		2,4		2
Behalen decretale doelstelling in grondwater		5		2,4		2
Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten		5		2,4		2
Saneringsduur en beleidsdoelstellingen		5		2,4		2
<i>gewicht</i>	25		12		10	
Regionale/globale milieuhygiënische aspecten						
Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen		16,67		25,33		26,67
Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering		8,33		12,67		13,33
<i>gewicht</i>	25		38		40	
Technisch en maatschappelijk						
Hinder en overlast tijdens de sanering		6,25		6,25		6,25
Gebruiksbeperkingen na sanering		6,25		6,25		6,25
aanbrengen schade ten gevolge van de sanering		6,25		6,25		6,25
veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering		6,25		6,25		6,25
<i>gewicht</i>	25		25		25	
Financieel						
kosten sanering		16,7		16,7		16,7
waarde van de restverontreiniging		8,3		8,3		8,3
<i>gewicht</i>	25		25		25	
Totaal	100	100	100	100	100	100

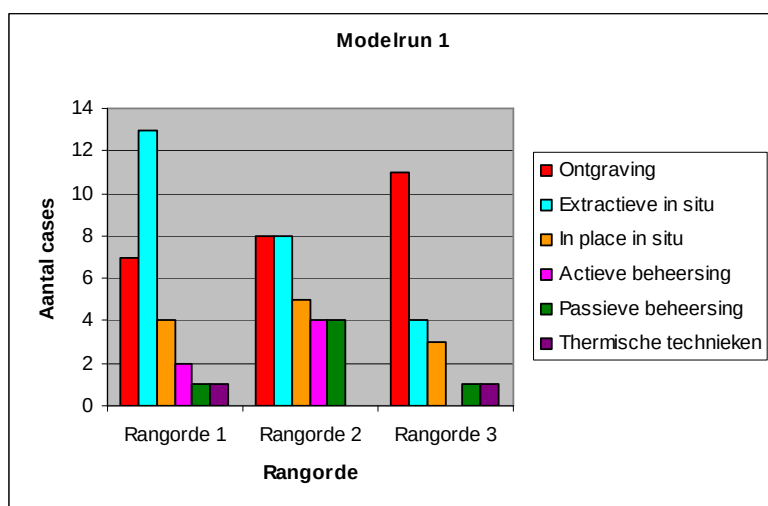
Tabel 5-5-2: Verdeling van gewichtsfactoren (Modelrun 11 t.e.m. 14)

	RUN 11		RUN 12		RUN 13		RUN 14	
	Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	Gewicht criteria	Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	Gewicht criteria	Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	Gewicht criteria	Gewicht hoofd- en deelaspectg roepen	Gewicht criteria
Milieuhygiënisch								
Lokaal								
Totale vuilvrachtvermindering		1,8		1,8		9,6		2,2
Behalen decretale doelstelling in grond		1,8		1,8		3,1		2,2
Behalen decretale doelstelling in grondwater		1,8		1,8		3,1		2,2
Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten		1,8		1,8		3,1		2,2
Saneringsduur en beleidsdoelstellingen		1,8		1,8		3,1		2,2
<i>gewicht</i>	9		9		22		11	
Regionale/globale milieuhygiënische aspecten								
Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen		17,00		17,00		7,33		16,50
Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering		7,00		7,00		3,67		5,50
<i>gewicht</i>	24				11		22	
Technisch en maatschappelijk								
Hinder en overlast tijdens de sanering		11,25		5,50		8,25		8,25
Gebruiksbeperkingen na sanering		11,25		5,50		8,25		8,25
aanbrengen schade ten gevolge van de sanering		11,25		5,50		8,25		8,25
veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering		11,25		5,50		8,25		8,25
<i>gewicht</i>	45		22		33		33	
Financieel								
kosten sanering		14,7		30,0		22,7		22,7
waarde van de restverontreiniging		7,3		15,0		11,3		11,3
<i>gewicht</i>	22		45		34		34	
Totaal	100	100	100	100	100	100	100	100

5.3 Resultaten modelrun 1

Op basis van de resultaten van modelrun 1 (huidige MCA) is weinig voorkeur voor een bepaalde saneringstechniek op te merken. De klasse “extractieve in situ” technieken krijgt het meest de rangorde 1 (52% binnen de klasse van extractieve in situ, 13 op 25 stuks), maar er is geen representatief verschil tussen de verschillende klassen. De klasse “ontgravingen” daarentegen krijgt het meest rangorde 3 (42% binnen de klasse van ontgraving, 11 op 26 stuks), en zijn ook meermaals terug te vinden bij rangordes 1 (27%, 7 op 26 stuks) en 2 (31%, 8 op 26 stuks). Verder wordt de klasse “in situ technieken” en de klasse “beheerstechnieken” niet zichtbaar bevoordeeld of benadeeld.

De resultaten zijn weergegeven in Figuur 5-6 en Tabel 5-5-3.



Figuur 5-6: Weergave van de rangordes per klasse saneringsvarianten na modelrun 1

Tabel 5-5-3: Totale MCA-scores van modelrun 1 en de rangordes voor de verschillende klassen van saneringsvarianten

	Variant 1	Variant 2	Variant 3		Variant 1	Variant 2	Variant 3
Case 1	482,00	454,25	563,75	Case 1	2	3	1
Case 2	488,00	619,00	393,00	Case 2	2	1	3
Case 3	383,25	506,75	610,00	Case 3	3	2	1
Case 4	500,25	493,00	506,75	Case 4	2	3	1
Case 5	338,75	579,25	582,00	Case 5	3	2	1
Case 6	431,25	534,75	534,00	Case 6	3	1	2
Case 7	526,25	484,75	489,00	Case 7	1	3	2
Case 8	542,50	540,75	416,75	Case 8	1	2	3
Case 9	501,75	512,25	486,00	Case 9	2	1	3
Case 10	439,00	561,00		Case 10	2	1	
Case 11	492,00	414,00	594,00	Case 11	2	3	1
Case 12	373,50	448,75	677,75	Case 12	3	2	1
Case 13	482,50	504,50	513,00	Case 13	3	2	1
Case 14	460,75	529,25	510,00	Case 14	3	1	2
Case 15	484,50	515,50		Case 15	2	1	
Case 16	426,00	542,75	531,25	Case 16	3	1	2
Case 17	438,50	585,50	476,00	Case 17	3	1	2
Case 18	420,00	393,75	686,25	Case 18	2	3	1
Case 19	498,25	543,75	458,00	Case 19	2	1	3
Case 20	543,25	442,50	514,25	Case 20	1	3	2
Case 21	487,50	433,50	579,00	Case 21	2	3	1
Case 22	608,25	432,25	459,50	Case 22	1	3	2
Case 23	467,75	532,25		Case 23	2	1	
Case 24	498,75	501,25		Case 24	2	1	
Case 25	527,50	472,50		Case 25	1	2	
Case 26	497,00	498,75		Case 26	2	1	
Case 27	488,75	511,25		Case 27	2	1	
Case 28	589,25	465,50	445,25	Case 28	1	2	3

5.4 Resultaten modelrun 2

5.4.1 Inleiding

Net zoals tijdens modelrun 1 werd tijdens modelrun 2 de huidige MCA toegepast om de verschillende cases te beoordelen. Zoals in modelrun 1 werden de saneringsvarianten in klassen van saneringsvarianten ingedeeld om een overzichtelijke output te genereren.

Het enige verschil tussen modelrun 1 en modelrun 2 is dat om de score te berekenen voor het criterium "*Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering*" de resultaten van de berekeningen met de CO₂-calculator, ontwikkeld door Tauw Nederland, ingegeven werden i.p.v. de huidige gebruikte kwalitatieve beoordeling (zie paragraaf 4.1).

De score voor dit criterium in de MCA wordt op analoge wijze met dezelfde rekenformule omgerekend als nu gebeurt binnen de huidige MCA voor het criterium "Kosten van de sanering", waarbij de laagste relatieve CO₂-emissie de hoogste score krijgt. Er werd gebruik gemaakt van onderstaande formule:

$$M1,6 = \frac{St}{V-1} * \frac{Mt - M1}{Mt}$$
$$M2,6 = \frac{St}{V-1} * \frac{Mt - M2}{Mt}$$
$$M3,6 = \frac{St}{V-1} * \frac{Mt - M3}{Mt}$$

waarbij:

M1 = CO₂ productie van variant 1 zoals berekend door de CO₂-calculator (in ton CO₂)

M2 = CO₂ productie van variant 2 zoals berekend door de CO₂-calculator (in ton CO₂)

M3 = CO₂ productie van variant 3 zoals berekend door de CO₂-calculator (in ton CO₂)

Mt = M1 + M2 + M3 (in ton CO₂)

V = Aantal varianten in de multicriteria-analyse

St = 5*V = Totaal aantal te verdelen scores

5.4.2 Resultaten modelrun 2 in de MCA

Voor de behaalde scores van de MCA in modelrun 2 werd geen significant verschil waargenomen ten opzichte van deze in modelrun 1, aangezien er aan het criterium "*Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering*" slechts een gewicht van 4,3% is toegekend. Dit gewicht is niet gewijzigd in modelrun 2.

Enkel in de cases 13 en 26 werd een verschuiving in rangorde waargenomen waarbij de voorkeursvariant veranderde. Dit was eerder te wijten aan de kleine onderlinge verschillen in score tussen de varianten per case (reeds bij modelrun 1), dan wel door de impact van het meenemen van de CO₂-productie bij modelrun 2.

Algemeen mag gesteld worden dat de ontgravingen een relatief lagere totaalscore krijgen in modelrun 2 dan in modelrun 1 en dat er een lichte verschuiving is naar lagere rangordes voor de saneringsvarianten met ontgravingen. Voor de “in place” in situ technieken wordt de omgekeerde beweging waargenomen. Deze verschuiving is echter klein door het kleine gewicht (4,3%) dat aan het criterium “*Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering*” wordt meegegeven.

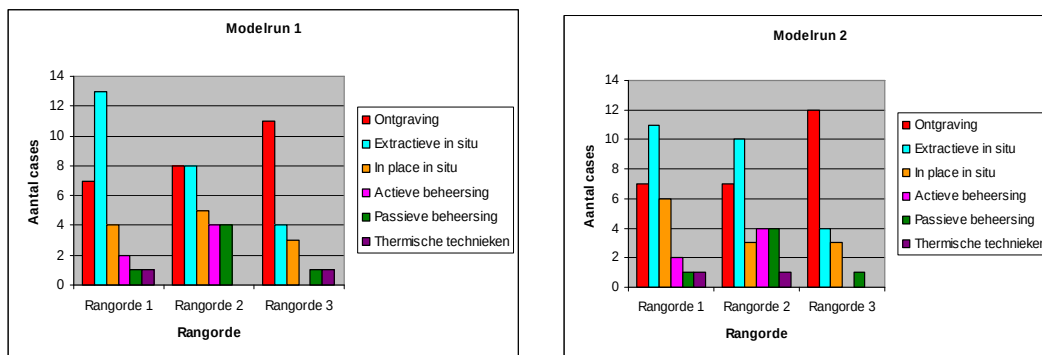
De MCA eindscores en hun rangorde per klasse zijn weergegeven in Figuur 5-7. De vergelijking tussen de verdeling over de verschillende klassen bij Modelrun 1 en Modelrun 2 is weergegeven in Figuur 5-8.

In het aantal voorkeursvarianten (Figuur 5-8) is weinig verschuiving op te merken per klasse. Er moet wel vermeld worden dat er meerdere verschuivingen zijn van voorkeursvarianten, maar dat deze soms binnen dezelfde klasse vallen (bv. van totaalontgraving naar partieel ontgraving). Deze verschuivingen binnen eenzelfde klasse zijn niet zichtbaar op de figuur.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Case 1	469,25	467,00	563,75
Case 2	475,25	640,25	384,50
Case 3	374,75	506,75	618,50
Case 4	504,50	484,50	511,00
Case 5	330,25	579,25	590,50
Case 6	427,00	539,00	534,00
Case 7	526,25	484,75	489,00
Case 8	546,75	545,00	408,25
Case 9	510,25	520,75	469,00
Case 10	451,75	548,25	
Case 11	492,00	414,00	594,00
Case 12	377,75	448,75	673,50
Case 13	486,75	508,75	504,50
Case 14	469,25	533,50	497,25
Case 15	497,25	502,75	
Case 16	434,50	538,50	527,00
Case 17	430,00	589,75	480,25
Case 18	411,50	385,25	703,25
Case 19	489,75	552,25	458,00
Case 20	530,50	455,25	514,25
Case 21	491,75	433,50	574,75
Case 22	604,00	432,25	463,75
Case 23	480,50	519,50	
Case 24	498,75	501,25	
Case 25	531,75	468,25	
Case 26	505,50	490,25	
Case 27	471,75	528,25	
Case 28	580,75	457,00	462,25

	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Case 1	2	3	1
Case 2	2	1	3
Case 3	3	2	1
Case 4	2	3	1
Case 5	3	2	1
Case 6	3	1	2
Case 7	1	3	2
Case 8	1	2	3
Case 9	2	1	3
Case 10	2	1	
Case 11	2	3	1
Case 12	3	2	1
Case 13	3	1	2
Case 14	3	1	2
Case 15	2	1	
Case 16	3	1	2
Case 17	3	1	2
Case 18	2	3	1
Case 19	2	1	3
Case 20	1	3	2
Case 21	2	3	1
Case 22	1	3	2
Case 23	2	1	
Case 24	2	1	
Case 25	1	2	
Case 26	1	2	
Case 27	2	1	
Case 28	1	3	2

Figuur 5-7: Totale score van modelrun 2 en de rangordes voor de verschillende klasse van saneringsvarianten voor modelrun 2



Figuur 5-8: Weergave van de rangordes per klasse saneringsvarianten na modelrun 1 en modelrun 2

5.5 Resultaten modelruns 3 tot en met 14

5.5.1 Omschrijving van de evaluatiemethode

Uitgevoerde modelruns

Zoals vermeld in paragraaf 5.2 werden in totaal 14 modelruns uitgevoerd. De gewichten, horende bij de verschillende criteria van de MCA, werden binnen een model gevarieerd volgens de schema's opgenomen in Tabel 5-5-1 en 5-5-2.

Modelrun 1 en 2 gebruikten de huidige MCA waarbij modelrun 1 de huidige MCA gebruikt zonder de CO₂-calculator, terwijl modelrun 2 wel gebruik maakt van de output van de CO₂-calculator. Deze twee modelruns zijn reeds besproken in de paragrafen 5.3 en 5.4.

Modelruns 3 tot en met 10 gebruiken de nieuwe set criteria t.b.v. de MCA (zoals vermeld in hoofdstuk 3) waarbij het gewicht toegekend aan de regionale/globale milieuhygiënische criteria stelselmatig opgedreven wordt.

Nadien wordt in **modelruns 11 en 12** de kosten tegen de technisch/maatschappelijke aspectgroep uitgezet. Eerst werd kosten een lager gewicht gegeven en nadien een hoger. Dit zou de invloed van de aspectgroep kosten t.o.v. de technisch/maatschappelijke aspectgroep duidelijk moeten maken.

Modelruns 13 en 14 gaan dan weer de invloed van de vuilvrachtverwijdering t.o.v. het CO₂-gerelateerd criterium na, door eerst aan vuilvracht een hoog gewicht toe te kennen en nadien aan het criterium gerelateerd aan de CO₂-emissie.

Statische analyse

De eindscores uit de verschillende modelruns werden ingegeven in een statistisch programma waarin de verschillen en overeenkomsten tussen de verschillende modelruns gekwantificeerd werden.

In een eerste statistische methode worden de gemiddelde scores per klasse van saneringstechniek en per modelrun vergeleken via de test **Estimated Marginal Means**. De Estimated Marginal Means meet de gemiddelde score per klasse per modelrun. De betrouwbaarheidsintervallen errond geven aan of de gemiddeldes werkelijk van elkaar verschillen of niet.

De tweede methode is een statistische test die werd uitgevoerd voor het testen van de score van verschillende modelruns. De gebruikte test is de **“Between and Within” ANOVA**. (Analysis of Variance) “Within” betekent een variantie-analyse tussen de modelruns (steeds op dezelfde case/variant) waarbij contrasten tussen de modelruns worden getest (kolommen worden getest). De covariantie tussen de cases en de saneringsklassen wordt geneutraliseerd. “Between” betekent dat de variantie tussen de saneringsklassen wordt getest waarbij het eventuele effect

van covariantie tussen de modelruns geneutraliseerd wordt. Dit leidt tot een statistisch “zuivere” test zonder bias.

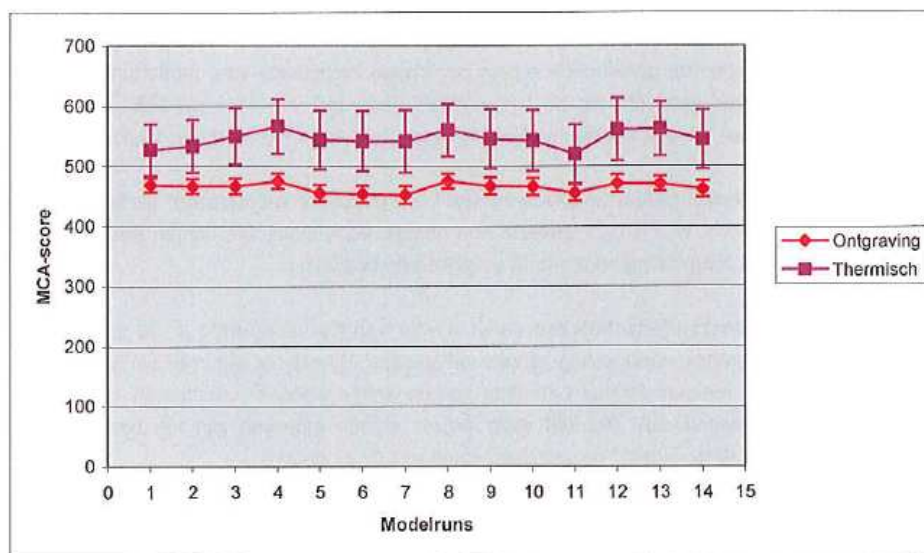
5.5.2 Resultaten statistische analyse modelruns m.b.v. Estimated Marginal Means

Via de Estimated Marginal Means-test werd op basis van de resultaten van de verschillende modelruns een algemene vergelijking gemaakt tussen de verschillende klassen van saneringstechnieken.

De data verkregen met de test “Estimated Marginal Mean” zijn weergegeven in bijlage 5.

Klasse thermische technieken

Wanneer we de standaardafwijking van de **thermische in situ technieken (minst aantal cases)** vergelijken met deze van de klasse **ontgraving (meest aantal cases)**, blijkt deze bij de klasse thermische technieken veel groter dan deze van ontgraving (ongeveer 12 voor ontgraving tegenover ongeveer 50 voor thermische technieken). Dit komt omdat er statistisch gezien te weinig cases zijn met de thermische techniek om een betrouwbare uitspraak te doen. Dit verschil is duidelijk te zien op Figuur 5-9. In het vervolg van deze studie zal de klasse “Thermische technieken” daarom niet verder in detail besproken worden. De conclusies zijn immers statistisch gezien niet betrouwbaar.



Figuur 5-9: Weergave MCA scores met standaard error voor twee saneringsklassen

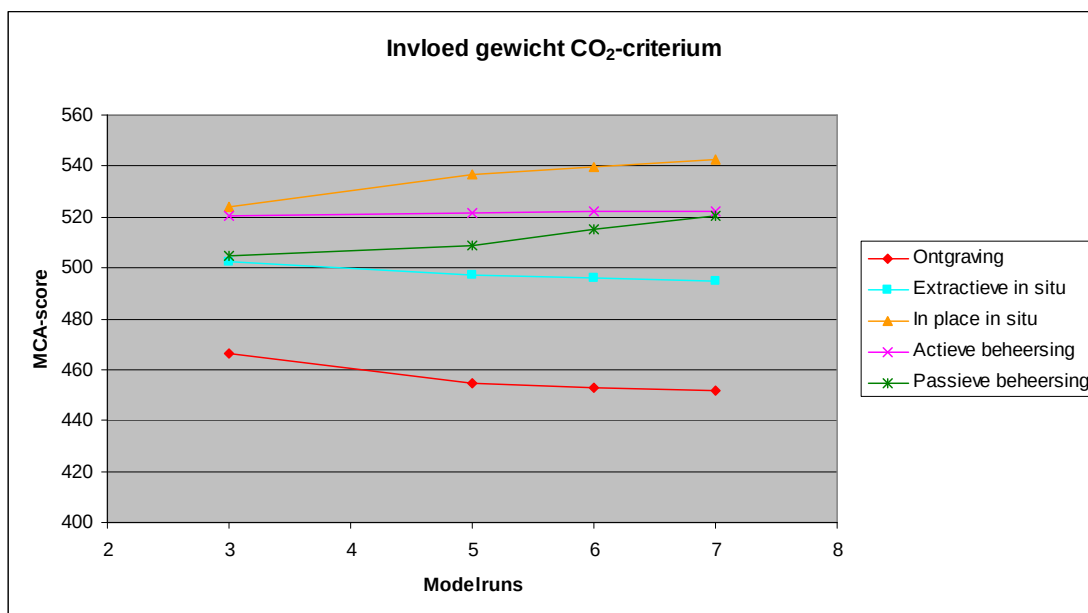
Klasse actieve beheersingstechnieken

Voor de klasse “**actieve beheersingstechnieken**” wordt weinig variatie vastgesteld in de gemiddelde score. Ook in de rangordes wordt weinig variatie vastgesteld. Dit blijkt te wijten te zijn aan het feit dat deze saneringsvarianten meestal binnen hetzelfde bodemsaneringsproject voorkomen (met enkel actieve beheersingstechnieken). Doordat deze scores steeds gewogen zijn ten opzichte van score 5 in de MCA, is er gemiddeld gezien geen variatie in de eindscore.

Aangezien voor geen enkele run een statistisch significant verschil werd waargenomen tussen de resultaten van de klasse “actieve beheerstechnieken”, zal deze klasse ook niet verder in detail besproken worden in de hierna volgende paragrafen.

Invloed wegingsfactor CO₂-gerelateerd criterium

In Figuur 5-10 zijn de gemiddeldes voor de verschillende saneringstechnieken weergegeven voor modelruns 3 tot en met 7. Hierbij werd het gewicht van het criterium dat de CO₂-emissie vertegenwoordigt stelselmatig opgedreven.



Figuur 5-10: Estimated marginal means voor de verschillende saneringstechnieken

Tijdens deze test werden de gemiddelde scores per klasse vergeleken voor modelruns 3 tot en met 7. Hierbij werd het gewicht voor de CO₂-emissie verhoogd van 11% tot 19%, terwijl het gewicht, toegekend aan de lokale milieuhygiënische aspecten, verlaagd werd van 16,5% tot 8%.

Het is duidelijk dat de klassen “**In place in situ**” en “**passieve beheersing**” globaal gezien met een stijgend gewicht voor CO₂-emissie een hogere MCA eindscore krijgen (modelruns 3 t.e.m. 7). De klassen “**ontgraving**” en “**extractieve in situ**” technieken vertonen de omgekeerde beweging.

Modelrun 4

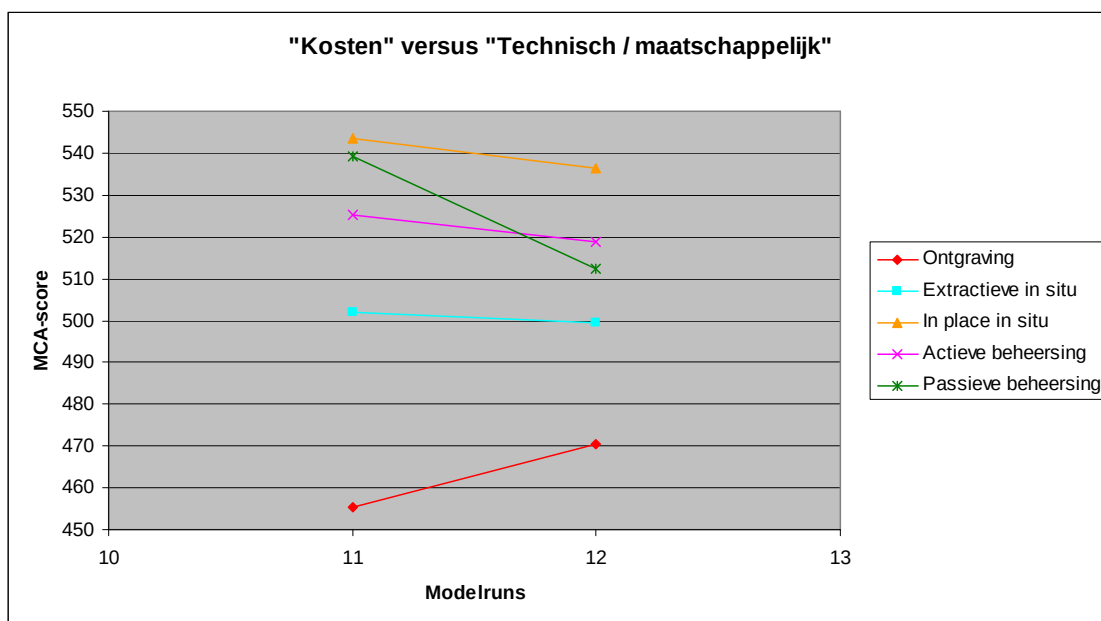
Modelrun 4 werd niet op Figuur 5-10 weergegeven. Hier werd namelijk de verdeling van de gewichten op 22/22/22/34 gelegd, welke niet in het stijgende verloop van het gewicht voor de CO₂-uitstoot ligt.

Modelrun 11 en 12

In modelruns 11 en 12 wordt de relatie tussen de aspectgroep “kosten” en de aspectgroep “technisch/maatschappelijk” nader onderzocht. Hierbij wordt, wanneer de kosten een hoog gewicht krijgen, het gewicht van de technisch/maatschappelijke aspectgroep verlaagd, zijnde respectievelijk 22 en 45 in run 11; en 45 en 22 in run 12.

Wanneer de aspectgroep “kosten” een hoog gewicht (45) meekrijgt (modelrun 12), worden de klassen “**in place in situ**” en “**passieve beheersing**” relatief benadeeld, terwijl de klasse “**ontgravingen**” een relatief hogere gemiddelde score krijgen.

De scores zijn voor elke klasse weergegeven in Figuur 5-11. Ontgraving blijft relatief gezien de laagste MCA-score krijgen in vergelijking met de andere klassen van saneringsvarianten.



Figuur 5-11: Estimated Marginal Means voor modelruns 11 en 12

Modelruns 13 en 14

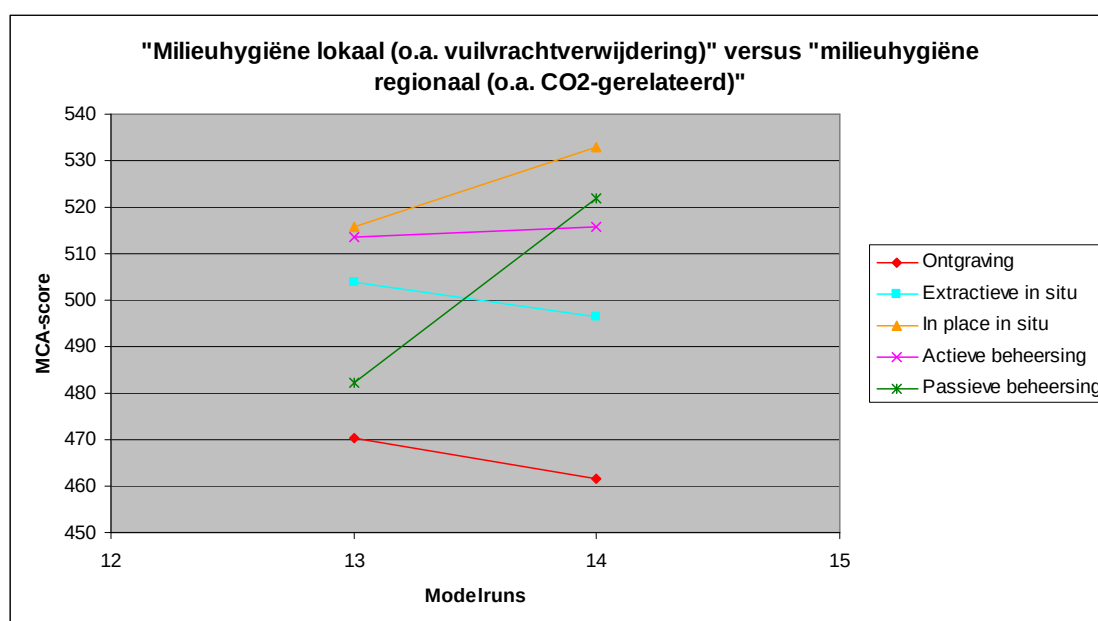
In de laatste twee modelruns (13 en 14) werd de invloed van de wegingsfactoren voor de “lokale milieuhygiënische” deelaspectgroep (met als belangrijkste veranderend criterium het criterium

“vuilvrachtverwijdering”) en de “regionale milieuhygiënische aspectgroep (met als belangrijkste veranderend criterium “CO₂-emissie”) tegenover elkaar uitgezet (Figuur 5-12: Estimated Marginal Means voor modelruns 13 en 14), zijnde lokaal en regionaal respectievelijk 22 en 11 in run 13 en 11 en 22 in run 14.

Wanneer het criterium “vuilvrachtverwijdering” een hoog gewicht krijgt (run 13), wordt de klasse “**passieve beheersingstechnieken**” benadeeld. Ook de klasse “**in place in situ**” krijgt een relatief lagere score.

De klassen “**ontgravingen**” en “**extractieve in situ technieken**” vertonen de omgekeerde beweging. Dit is gerelateerd aan het feit dat de klassen “**in place in situ**” en de klasse “**passieve beheerstechnieken**” een relatief lagere vuilvrachtverwijdering hebben en dus een relatief grotere restverontreiniging achterlaten. De klasse “ontgravingen” daarentegen heeft een relatief hogere vuilvrachtverwijdering. Dit zijn te verwachten resultaten.

Op Figuur 5-12 zijn de gemiddelde MCA scores voor deze modelruns per klasse grafisch weergegeven.



Figuur 5-12: Estimated Marginal Means voor modelruns 13 en 14

5.5.3 Vergelijkende studie (Between and Within ANOVA)

In deze paragraaf worden de verschillende modelruns per klasse van saneringstechniek onderling vergeleken om zo na te gaan waar het omslagpunt ligt waarbij er net een statistisch significant verschil bestaat tussen de eindscores voor de verschillende modellen van MCA. Voor

deze vergelijking wordt de statistische methode “Between and Within ANOVA” toegepast, zoals beschreven in paragraaf 5.5.1.

Een volledig overzicht van de vergelijkende data voor de modelruns o.b.v. van deze test is beschikbaar, maar niet opgenomen in dit rapport.

Modelruns 1 tot en met 7

Bij de verschillende modelruns werd onderling vergeleken of er al dan niet een significant verschil is tussen de scores van de verschillende klassen. In Tabel 5-5-4 en Tabel 5-5-5 is weergegeven voor welke modelruns er al dan niet een significant verschil is in vergelijking met modelrun 1 en 2.

Op deze manier wordt er op zoek gegaan naar de “**eerste**” (i.e. met het laagste gewicht horend bij het criterium dat de CO₂-emissie vertegenwoordigt) modelrun waarbij net een significant verschil optreedt in elke klasse en de “**laatste**” (i.e. met het hoogste gewicht horend bij het criterium dat de CO₂-emissie vertegenwoordigt) modelrun waarbij voor net geen klasse een significant verschil optreedt. Tussen de gewichten van deze twee modelruns ligt dan het **kantelpunt**.

Met dit kantelpunt zoeken we de modelrun met het **hoogste gewicht voor de CO₂-uitstoot (en dus de grootste impact van het duurzaamheidscriterium)** waarvoor er net geen statistisch significant verschil is tussen de scores van de betreffende modelrun in vergelijking met de huidige MCA (modelrun 1).

Tabel 5-5-4: Weergave modelrunnummers waarbij een significant verschil optreedt ten opzichte van modelruns 1 en 2

Klasse saneringstechniek	Modelrun 1	Modelrun 2
Ontgraving	5, 6 en 7	5, 6, 7
Extractieve in situ	5, 6 en 7	3, 4, 5, 6, 7
In place in situ	5 en 7	3
Passieve beheersing	-	-
Gemeenschappelijk	-	-

Tabel 5-5-5: Weergave modelrunnummers waarbij geen significant verschil optreedt ten opzichte van modelruns 1 en 2

Klasse saneringstechniek	Modelrun 1	Modelrun 2
Ontgraving	3, 4	3, 4
Extractieve in situ	3, 4	-
In place in situ	3, 4, 6	4, 5, 6, 7
Passieve beheersing	3, 4, 5, 6, 7	3, 4, 5, 6, 7
Gemeenschappelijk	3, 4	-

Er wordt een statistisch significant verschil waargenomen bij de saneringsklassen **ontgraving** en **extractieve in situ** vanaf een **gewichtsfactor van 15% voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot (modelrun 5)**. Voor de klasse “**passieve beheersing**” wordt in geen enkele modelrun een significant verschil waargenomen. Hierdoor zal er voor deze klasse geen significant verschillend MCA model voorgesteld kunnen worden. Om een significant verschil in scores te verkrijgen, zou het gewicht dat aan de CO₂-uitstoot gegeven wordt, te hoog oplopen.

Het hoogste gewicht dat aan het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot wordt toegekend waarbij **net geen significant verschil** in scores berekend wordt voor alle saneringsklassen in vergelijking met de modelrun 1, bedraagt **11% (bij modelrun 3)**.

Dit wil zeggen dat het kantelpunt voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot tussen een significant en niet-significant verschillende MCA-modelrun ten opzichte van de huidige MCA (modelrun) ergens in het interval 11%-15% ligt voor de saneringsklassen ontgraving, extractieve technieken en in place in situ.

Modelruns 8 tot en met 10

In modelruns 8 tot en met 10 werd het gewicht van de aspectgroep “Kosten” verlaagd, omdat het gewicht van het criterium gerelateerd aan de CO₂-emissie zeer hoog genomen was en omdat het gewicht van de lokale milieuhygiënische aspectgroep niet verder verlaagd kon worden. Deze veranderingen zorgden er echter voor dat de verschillen tussen de modellen te groot werden om onderling te vergelijken. De laatste drie modelruns worden dan ook niet verder vergeleken en/of beschreven.

Modelruns 11 en 12

In modelruns 11 en 12 wordt er gekeken naar het effect van de aspectgroep “kosten” versus de aspectgroep “**technisch/maatschappelijk**” op de MCA scores. Hierbij werden de gewichten van het aspect “Kosten” enerzijds en het aspect “Technisch/Maatschappelijk” anderzijds, respectievelijk één keer zwaar en één keer licht ingesteld.

In Tabel 5-5-6 wordt weergegeven of er een al dan niet significant verschil is tussen beide modelruns. In modelrun 11 werd aan kosten een licht gewicht (22) gegeven, in modelrun 12 een zwaar (45).

Tabel 5-5-6: Weergave van de invloed van aspectgroep “kosten” versus “technisch/maatschappelijk” aspectgroep op de MCA score

Klasse saneringstechniek	Significant verschil tussen model 11 en 12?
Ontgraving	Ja
Extractieve in situ	Neen
In place in situ	Neen
Passieve beheersing	Ja
Actieve beheersing	Neen

De impact van het tegenover elkaar afwegen van de twee aspectgroepen werden reeds in paragraaf 0 besproken. Het is nu door de “Between and Within Anova” test duidelijk dat dit verschil enkel significant is bij de klassen “ontgraving” en “passieve beheersing”. Dit toont aan dat enkel bij deze klassen de afweging met “duidelijk” verschillende wegingsfactoren (22 versus 45 en omgekeerd) voor de respectievelijke aspectgroepen “kosten” en/of “technisch/maatschappelijk” tot een statistisch verschillend resultaat in MCA-score leidt wat dus aantoont dat het MCA-model statistisch robuust en intrinsiek uitgebalanceerd is voor deze aspectgroepen.

Modelruns 13 en 14

In modelruns 13 en 14 werd eveneens de deelaspectgroep “lokale milieuhygiëne” (met als belangrijkste criterium qua verandering in wegingsfactor “**vuilvrachtverwijdering**”) afgewogen tegen de deelaspectgroep “regionale milieuhygiëne (met als belangrijkste criterium qua verandering in wegingsfactor “**CO₂-emissie**”). Hierbij werden de gewichten van de Kosten en Technisch/Maatschappelijke aspectgroep constant gehouden. De gewichtsverdeling is weergegeven in Tabel 5-5-2.

In Tabel 5-5-7 wordt weergegeven of er een al dan niet significant verschil is tussen beide modelruns. In modelrun 13 wordt aan “regionale milieuhygiëne” een laag gewicht (zijnde 11) gegeven, in modelrun 14 een hoog (zijnde 22).

Tabel 5-5-7: Weergave het significant verschil tussen lokale milieuhygiëne (o.a. vuilvrachverwijdering) en regionale milieuhygiëne (o.a. CO₂-emissie)

Klasse saneringstechniek	Significant verschil tussen model 13 en 14?
Ontgraving	Ja
Extractieve in situ	Neen
In place in situ	Ja
Passieve beheersing	Ja
Actieve beheersing	Neen

De impact van het tegenover elkaar afwegen van de twee deelaspectgroepen “lokale” versus “regionale” milieuhygiëne werden reeds in paragraaf 0 besproken. Het is door de “Between and

45/148

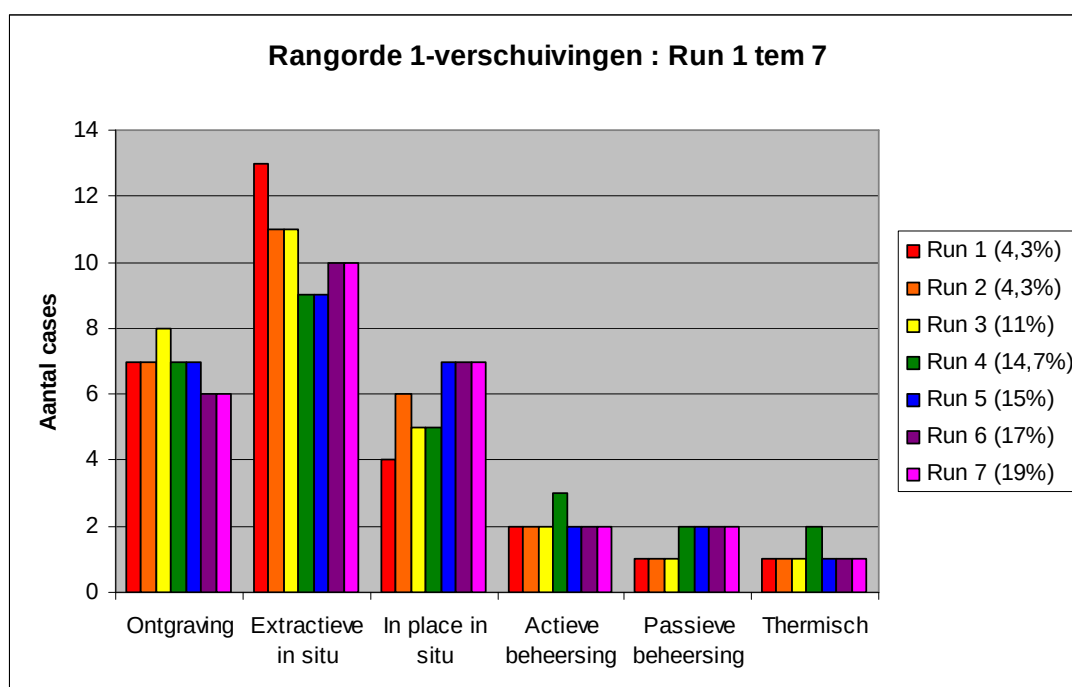
Within Anova” test duidelijk dat dit verschil enkel significant is bij de klassen “in place in situ”, “ontgraving” en “passieve beheersing”. Dit toont aan dat voor deze klassen de afweging met “duidelijk” verschillende wegingsfactoren voor de respectievelijke deelaspectgroepen “milieuhygiëne lokaal” en “milieuhygiëne regionaal” tot een statistisch verschillend resultaat in MCA-score leidt, wat aantoont dat het MCA-model gevoeliger reageert voor de deelaspectgroepen “milieuhygiënisch” dan dit het geval was voor aspectgroepen “kosten” en “technisch/maatschappelijk” in de modelruns 11 en 12.

5.5.4 Verschuiving in voorkeursvarianten (Rangorde 1)

In deze paragraaf wordt nagegaan of er bij het uitvoeren van de modelruns verschuivingen optreden in rangorde per klasse van saneringstechniek.

Het aantal saneringsvarianten met rangorde 1 per klasse van saneringstechnieken na berekening d.m.v. de verschillende modelruns is weergegeven in Figuur 5-13.

Modelruns 1 tot en met 7



Figuur 5-13: Aantal rangordes 1 voor de verschillende klassen van saneringstechnieken (met in de legende tussen haakjes het % gewicht toegekend aan het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot)

Er worden voor de 28 cases enkele beperkte verschuivingen in het aantal varianten met rangorde 1 waargenomen tussen de modelruns.

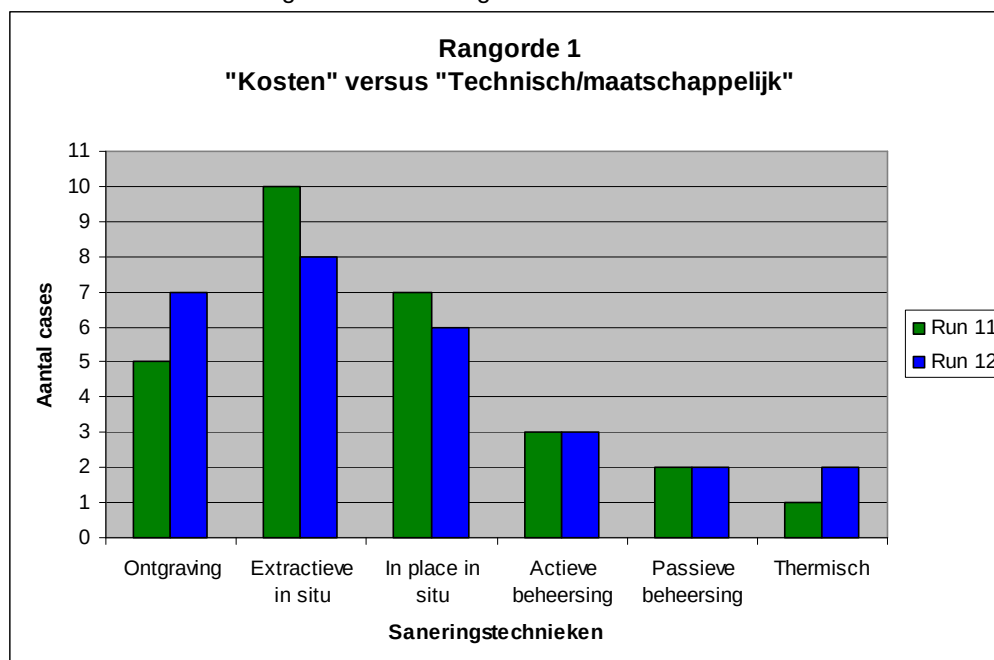
Zo stijgt het aantal varianten met rangorde 1 in de klasse “**in place in situ**” (4 keer rangorde 1 in modelrun 1 t.o.v. 7 keer in modelrun 5), naarmate het gewicht van de CO₂-uitstoot toeneemt.

De klasse “**extractieve technieken**” (13 keer rangorde 1 in modelrun 1 t.o.v. 9 in modelrun 5), en in mindere mate de klasse “**ontgravingen**” (7 in modelrun 1 t.o.v. 6 in modelrun 6), hebben hierbij een verminderd aantal rangordes 1 bij een hoger gewicht aan het CO₂-gerelateerd criterium. De specifieke varianten binnen de klasse “**extractieve technieken**” waarbij er verschuivingen optraden in rangorde, betreffen in de meeste gevallen langdurige saneringen (> 10 jaar, pluimaanpak) en dus een hoog energieverbruik wat verantwoordelijk is voor de berekende hoge CO₂-emissie. Bij eerder kortdurende varianten in de klasse “extractieve technieken” (kernaanpak) was er geen verandering van voorkeursvariant. Dit wordt geïllustreerd in de Tabel 6-2 in paragraaf 6.3.

De verdeling van de voorkeursvarianten (met rangorde 1) per modelrun is weergegeven in taartdiagramma's in bijlage 6.

Modelruns 11 en 12

Bij de beperkte gevoeligheidsanalyse op de wegingsfactoren werden in de runs 11 en 12 de aspectgroepen “kosten” en “technisch-maatschappelijk” tegenover elkaar afgewogen door de gewichten te laten variëren, waaruit blijkt dat deze wijzigingen weinig impact hebben op de keuze van de variant. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 5-14 en Tabel 5-5-8.



Figuur 5-14: Verschuiving van voorkeurvarianten bij run 11 en 12

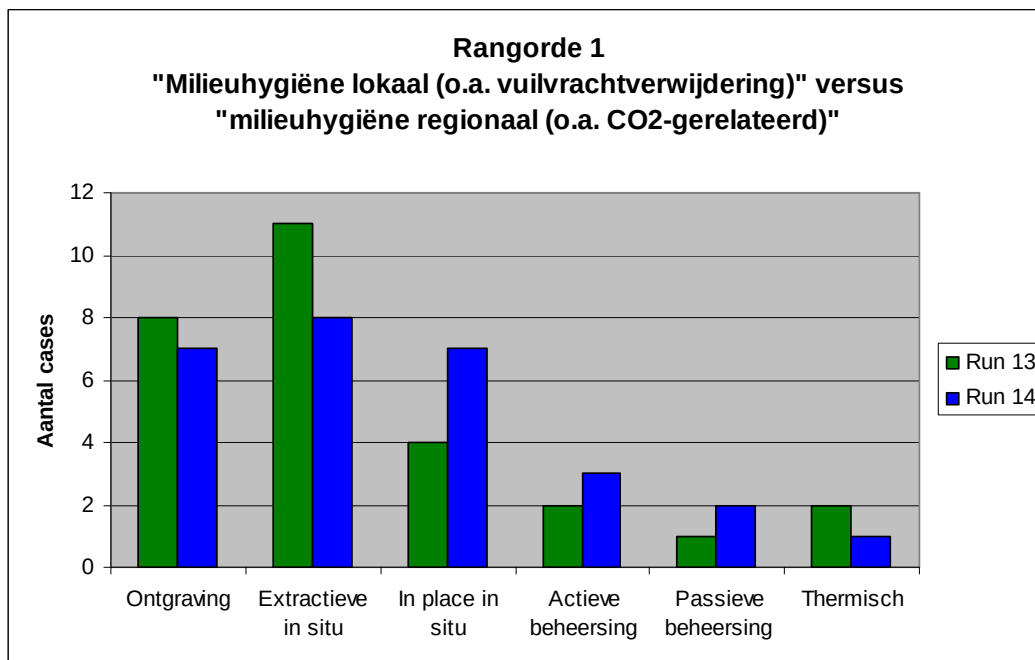
Tabel 5-5-8: Verandering in voorkeursvariant tussen modelrun 11 en 12 voor de 28 cases

Case	Verandering in voorkeursvariant (RUN 11-12)
1	-
2	-
3	-
4	-
5	Extractieve in situ naar actieve beheersing
6	Actieve beheersing naar extractieve in situ
7	-
8	Langdurige extractieve in situ naar ontgraving
9	-
10	-
11	-
12	-
13	-
14	-
15	Extractieve in situ naar ontgraving
16	-
17	-
18	-
19	-
20	-
21	-
22	-
23	-
24	Actieve beheersing naar actieve beheersing
25	-
26	-
27	-
28	In place in situ naar Thermische in situ

Modelruns 13 en 14

Er is een beperkte gevoeligheidsanalyse op de wegingsfactoren (runs 13 en 14) uitgevoerd waarbij de deelaspectgroep “lokale milieuhygiëne” (met als belangrijkste wijziging de wegingsfactor voor het criterium **“vuilvrachtverwijdering”**) afgewogen werd tegen de deelaspectgroep “regionale milieuhygiëne, (met als belangrijkste wijziging de wegingsfactor voor het criterium **“grondstoffen en gerecycleerde materialen”**, en omgekeerd.

De resultaten worden geïllustreerd in Figuur 5-15 en Tabel 5-5-9.



Figuur 5-15: Verschuiving tussen voorkeursvarianten bij run 13 en 14

Tabel 5-5-9: Verandering in voorkeursvariant tussen modelrun 13 en 14 voor de 28 cases

Case	Verandering in voorkeursvariant (RUN 13-14)
1	-
2	-
3	-
4	Langdurig extractieve in situ naar in place in situ
5	Extractieve in situ naar actieve beheersing
6	-
7	-
8	-
9	-
10	-
11	-
12	-
13	Extractieve in situ naar in place in situ
14	-
15	-
16	-
17	-
18	-
19	-

Case	Verandering in voorkeursvariant (RUN 13-14)
20	Totaalontgraving naar passieve beheersing
21	-
22	-
23	-
24	-
25	-
26	-
27	Extractieve in situ naar extractieve in situ
28	Thermische in situ naar in place in situ

5.6 Globaal besluit modelruns

5.6.1 Vergelijking in verloop MCA-scores tussen de klassen van saneringstechnieken

Algemeen kan gesteld worden dat op basis van de uitgevoerde modelruns voor de 28 geselecteerde cases bij een toenemend gewicht voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-emissie:

- de saneringsklassen van “**in place in situ technieken**” (ISCO, ISCR, stimulatie van natuurlijke afbraak) en “**passieve beheersingen**” de gemiddelde MCA score een stijgend verloop vertoont
- de klassen van saneringstechnieken “**ontgravingen**” en “**extractieve in situ technieken**” een omgekeerd (dalend) verloop van de gemiddelde MCA-score wordt vastgesteld
- voor de klasse “**actieve beheersingstechnieken**” wordt weinig variatie vastgesteld in het verloop van de gemiddelde score
- voor de klasse “**thermische technieken**” waren er te weinig cases om statistisch betrouwbare uitspraken te doen over het verloop van de gemiddelde MCA-score

Volgende nuancerings dienen bij de bovenstaande conclusies in overweging te worden genomen:

- **Ontgravingen met thermische ex situ verwerking van de verontreinigde grond** beïnvloeden zeer nadelig de MCA-score van de klasse “ontgravingen” omwille van de hoge CO₂-productie (zoals berekend met de huidige CO₂-calculator). In een eventueel vervolgetraject kan de impact van verwerkingsmethode voor verontreinigde grond verder onderzocht en verfijnd worden, zodat een meer gedetailleerde uitspraak voor de klasse “ontgravingen” ten opzichte van andere saneringsklassen qua CO₂-emissie kan worden gedaan.
- De klasse van “**extractieve saneringstechnieken**” vertoont bij stijgend gewicht voor CO₂-emissies een dalend verloop van de MCA-score. Hier dient te worden opgemerkt dat dit vooral te wijten is aan **langdurige** extractieve saneringen (**pluimaanpak**) die de score van deze klasse in zijn geheel nadelig beïnvloeden. **Kortlopende** extractieve technieken (bv. hoogvacuümextractie, persluchtinjectie) toegepast voor **kernaanpak** worden naar verwachting niet benadeeld.

- Dezelfde nuancering als in voorgaand puntje geldt voor de afweging **partieel ontgraving** van de **kernzone** (kleinere CO₂-emissie) versus **totaalontgraving** (grotere CO₂-emissie).
- Aangezien maar 2 cases in de klasse **thermische saneringstechnieken** geselecteerd werden, kunnen voor deze klasse geen statistisch betrouwbare uitspraken gedaan worden. Daarenboven dient de CO₂-calculator nog verder verfijnd te worden voor de toepassing van specifieke thermische saneringstechnieken.

5.6.2 Omslagzone wegingsfactoren CO₂-gerelateerd criterium o.b.v. modelruns

De omslagzone voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot tussen een significant en niet-significant verschillende MCA-modelrun tov de huidige MCA (modelrun) wordt o.b.v. de uitgevoerde modelruns bepaald als het interval **{11%-15%}**, en dit voor de saneringsklassen ontgraving, extractieve technieken en in place in situ.

5.6.3 Beperkte gevoeligheidsanalyses op de wegingsfactoren

Door de "Between and Within Anova" test wordt duidelijk dat er een significant verschil bestaat tussen de MCA-scores bij de klassen "in place in situ", "ontgraving" en "passieve beheersing" bij modelrun 11 en 12. Bij deze klassen leidt de afweging met "duidelijk" verschillende wegingsfactoren voor de respectievelijke deelaspectgroepen "milieuhygiëne lokaal" en "milieuhygiëne regionaal" tot een statistisch verschillend resultaat in MCA-score wat aantoont dat het MCA-model gevoeliger reageert voor de deelaspectgroepen "milieuhygiënisch" dan dit het geval is voor aspectgroepen "kosten" en "technisch/maatschappelijk" in de modelruns 13 en 14. Voor deze laatste aspectgroepen reageert het MCA-model statistisch robuust.

5.6.4 Verschuivingen in voorkeursvariant

Er worden voor de 28 cases enkele beperkte verschuivingen in het aantal varianten met rangorde 1 waargenomen tussen de modelruns 2 tot en met 7:

- Voor de klasse "ontgravingen" varieert het totaal aantal voorkeursvarianten zeer licht (min 6 – max 8 op 28 cases). Er worden wel verschuivingen binnen de klasse van ontgraving vastgesteld (bv. tussen totaalontgravingen naar partieel ontgravingen)
- Voor de klasse "extractieve technieken" wordt een verminderd aantal rangordes 1 bij een hoger gewicht aan het CO₂-gerelateerd criterium vastgesteld (min 9 – max 13 op 28 cases)
- Voor de klasse "in situ in place" technieken wordt een hoger aantal voorkeursvarianten vastgesteld bij een hoger gewicht voor het CO₂-gerelateerd criterium (min 4 – max 7 op 28 cases)
- Voor de drie andere klassen worden slechts een zeer beperkte wijziging in voorkeursvariant vastgesteld (één verschuiving voor een beperkt aantal cases).

Er is echter niet altijd een éénduidig verband af te leiden tussen

- enerzijds de resultaten van de statistische analyse (within and between subject ANOVA) op de scores
- anderzijds de impact op de verschuivingen van rangorde 1 tussen de saneringsklassen.

Een mogelijke verklaring hiervoor is

- enerzijds het feit dat er ook verschuivingen optreden tussen rangordes 2 en 3, er verschuivingen zijn binnen eenzelfde saneringsklasse te wijten aan de heterogeniteit van de saneringsklasse en/of er verschuivingen zijn tussen saneringsklassen die elkaar opheffen
- anderzijds dat de specifieke combinaties van de varianten binnen de cases en de specifieke spreiding van de scores binnen de cases een rol spelen bij de toekenning van de rangordes.

6 Voorgestelde aanpassing van de MCA voor BATNEEC-evaluatie

6.1 Bepaling gewicht criterium “Verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen

In het voorgaande hoofdstuk werd de relatie tussen de variatie in gewicht van het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot enerzijds en de MCA-scores en bijhorende rangordes anderzijds o.b.v. een reeks model-doorrekeningen met variërende gewichten besproken.

Zoals beschreven in paragraaf 5.5.3 wordt o.b.v. de uitgevoerde modelruns met de 28 cases een **omslagzone** gedefinieerd bij een gewicht voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-emissie tussen 11% en 15%. Deze waarde vertegenwoordigt de zogenaamde **kantelzone** i.e. de zone tussen het hoogste gewicht voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot waarvoor er net geen statistisch significant verschil is en het laagste gewicht waarbij er net wel een statistisch significant verschil bestaat tussen de scores van de betreffende modelrun (nieuw voorgestelde MCA) in vergelijking met modelrun 1 (huidige MCA).

In deze scharnierzone (statistisch bepaalde onder- en bovengrenzen) wordt aan de dubbele doelstelling van deze studie voldaan:

- er is **net geen significant** (en dus een aanvaardbaar) verschil tussen de huidige en nieuw voorgestelde MCA

in combinatie met

- een **zo groot mogelijke impact** van het criterium gerelateerd aan de CO₂-emissie, wat een brede parameter is voor de mate van duurzaamheid van een sanering.

6.1.1 Eerste voorstel: gemiddelde van de scharnierzone: 13%

In eerste instantie werd het gemiddelde van het minimum en maximum van de gewichten die de scharnierzone vertegenwoordigen, zijnde **13%**, voorgesteld voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot.

De gewichten voor de overige criteria en aspectgroepen worden weergegeven in de onderstaande Figuur 6-1: Eerste voorstel nieuwe MCA.

Milieuhygiënisch	Gewicht hoofd- en deelaspectgroepen	Gewicht criteria
Lokaal		
Totale vuilvrachtvermindering		2,6
Behalen decretale doelstelling in grond		2,6
Behalen decretale doelstelling in grondwater		2,6
Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten		2,6
Saneringsduur en beleidsdoelstellingen		2,6
<i>gewicht</i>	13	
Regionale/globale milieuhygiënische aspecten		
Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen		13,3
Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering		6,7
<i>gewicht</i>	20	
Technisch en maatschappelijk		
Hinder en overlast tijdens de sanering		8,25
Gebruiksbeperkingen na sanering		8,25
aanbrengen schade ten gevolge van de sanering		8,25
veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering		8,25
<i>gewicht</i>	33	
Financieel		
kosten sanering		22,7
waarde van de restverontreiniging		11,3
<i>gewicht</i>	34	
Totaal	100	100

Figuur 6-1: Eerste voorstel nieuwe MCA

Om na te gaan wat de mogelijke reductie in CO₂-uitstoot zou zijn wanneer deze nieuwe MCA zou worden gehanteerd i.p.v. de huidige MCA, werd de CO₂-uitstoot voor de voorkeursvarianten waarbij een wissel in rangorde optreedt, vergeleken. In totaal zou deze nieuwe MCA een verminderde uitstoot van 394,6 ton CO₂ of 43,36 huishoudequivalenten met zich meebrengen. Deze hoeveelheid komt overeen met een reductie van 4,2%.

6.1.2 Tweede voorstel: gelijkmatige verdeling gewichten en 14,7% voor CO₂-gerelateerd criterium

Als tweede voorstel tot aanpassing van de huidige MCA wordt vertrokken van de verdeling 22/22/22/34 (modelrun 4) (Figuur 6-2):

- Hierbij blijft het aandeel van de **aspectgroep "financieel"** hetzelfde als deze van de huidige MCA, omdat deze aspectgroep als een belangrijke parameter wordt gezien die hetzelfde

gewicht moet behouden. De verdeling van de gewichten onder de criteria van deze aspectgroep kosten blijft eveneens behouden.

- De drie andere aspectgroepen (**milieuhygiënisch lokaal, milieuhygiënisch regionaal en technisch/maatschappelijk**) worden gelijk verdeeld, zijnde 22 – 22 – 22, aangezien ze alle drie als even belangrijk worden ingeschat
- Voor de aspectgroepen “**milieuhygiëne lokaal**” en “**technisch/maatschappelijk**” worden de gewichten van de criteria gelijkmatig verdeeld, aangezien ze allen als even belangrijk worden ingeschat
- Voor de aspectgroep “**milieuhygiëne regionaal**” wordt het gewicht 22 verdeeld onder de criteria “productie van niet-herbruikbaar afval” en “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen”. Hierbij krijgt het criterium “**verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen**” (i.e. het CO₂-gerelateerde criterium) 2/3 van het gewicht van deze aspectgroep, terwijl het criterium “productie van niet-herbruikbaar afval” 1/3 van het gewicht krijgt. Dit leidt tot een gewicht van **14,7%** voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-emissie en van **7,2%** voor het afvalgerelateerde criterium.

Indien een gewicht van **14,7%** voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot wordt genomen, bedraagt de reductie in CO₂-uitstoot 5.865,5 ton CO₂ of 644,56 huishoudequivalenten. Deze hoeveelheid komt overeen met een reductie aan CO₂-uitstoot van 59,5% t.o.v. de resultaten verkregen met de huidige MCA. Dit grote verschil in CO₂-reductie t.o.v. een kleine verhoging van het gewicht is grotendeels toe te schrijven is aan enkele saneringen met een grote CO₂-uitstoot die veranderen van voorkeursvariant.

Wanneer op dezelfde manier als hierboven beschreven voor de berekening van de totale CO₂-reductie, de totale kostprijs vergeleken wordt voor de cases die van voorkeursvarianten veranderen, is er een cumulatieve reductie van € 269.600 op de totale kostprijs, wanneer een gewicht van 14,7% voor de CO₂-uitstoot wordt genomen. Deze cumulatieve reductie vertegenwoordigt een **vermindering** van de totale kostprijs met **1,6%**. In zijn totaliteit bekeken, zijn de voorkeursvarianten over het totaal van de 28 cases bekeken dus (beperkt) goedkoper wanneer ze op basis van de nieuwe MCA geselecteerd worden i.p.v. met de huidige MCA.

Er werd eveneens getracht om de bovenstaande berekening uit te voeren voor het criterium “vuilvrachtverwijdering”, maar er waren in de BSP's te weinig data beschikbaar om deze berekening op een betrouwbare manier uit te voeren. Zodoende zijn er geen gedetailleerde data beschikbaar om een uitspraak te kunnen doen over het verschil in vuilvrachtverwijdering tussen de resultaten o.b.v. de huidige MCA en de nieuw voorgestelde MCA.

6.2 Definitief voorstel gewichten aangepaste MCA

Er is bij het afwegen van het definitieve voorstel voor het gewicht van het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot, dat werd afgeleid o.b.v. de doorrekeningen met de 28 cases, rekening gehouden met de **dubbele doelstelling van deze studie**: namelijk

1) enerzijds een aanvaardbare (en dus statistisch net geen relevante) impact op de scoreberekening t.a.v. de huidige MCA (grens van statistisch niet-verschillend model in score-berekening)

in combinatie met

2) een zo groot mogelijke CO₂-reductie (zo hoog mogelijk gewicht CO₂-criterium zonder een statistisch verschillend MCA-model qua score-berekening).

Gezien er een grotere CO₂-reductie verkregen wordt o.b.v. het tweede voorstel, en dus een grotere impact op het niveau van duurzaamheid, terwijl eveneens aan de voorwaarde van het statistisch aanvaardbare verschil (ligging van het gewicht voor het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot in de scharnierzone) en gezien de manier waarop de verdeling van de gewichten gebaseerd is, overeenstemt met de manier waarop dit in de huidige MCA gebeurt, wordt de tweede optie als definitief voorstel naar voren geschoven.

De voorgestelde globale gewichtsverdeling voor de aangepaste MCA wordt in Figuur 6-2: Definitief voorstel nieuwe MCA weergegeven.

Milieuhygiënisch	Gewicht hoofd- en deelaspectgroepen	Gewicht criteria
Lokaal		
Totale vuilvrachtvermindering		4,4
Behalen decretale doelstelling in grond		4,4
Behalen decretale doelstelling in grondwater		4,4
Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten		4,4
Saneringsduur en beleidsdoelstellingen		4,4
<i>gewicht</i>	22	
Regionale/globale milieuhygiënische aspecten		
Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen		14,7
Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering		7,3
<i>gewicht</i>	22	
Technisch en maatschappelijk		
Hinder en overlast tijdens de sanering		5,50
Gebruiksbeperkingen na sanering		5,50
aanbrengen schade ten gevolge van de sanering		5,50
veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering		5,50
<i>gewicht</i>	22	
Financieel		
kosten sanering		22,7
waarde van de restverontreiniging		11,3
<i>gewicht</i>	34	
Totaal	100	100

Figuur 6-2: Definitief voorstel nieuwe MCA

6.3 Vergelijking gewichten huidige en nieuw voorgestelde MCA

Bij het vergelijken van de huidige MCA en de nieuw voorgestelde MCA worden een aantal verschuivingen in gewichten waargenomen. Dit is logisch, want als één criterium een hoger gewicht krijgt (in dit geval o.a. het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen”, zijnde het duurzaamheidscriterium met een voorgesteld gewicht van 14,7% en het nieuw ingevoerde criterium “productie van niet herbruikbaar afval tijdens de sanering”), dan zullen de gewichten van de andere criteria noodzakelijkerwijze lager moeten zijn.

Als uitgangspunt voor het toekennen van de gewichten bij beide voorstellen van de MCA en op basis van de opgedane ervaring in het verleden, werd, zoals besproken in 6.1.2, een gelijkmatige verdeling tussen de verschillende aspectgroepen en de bijhorende criteria aangenomen.

In de onderstaande tabel worden ter illustratie een aantal relevante gewichten van de huidige en nieuw voorgestelde MCA vergeleken.

Tabel 6-1: Vergelijking aantal relevante gewichten huidige MCA en voorstel MCA

Huidige MCA	Gewicht	Voorstel MCA	Voorstel gewicht
Milieuhygiënisch totaal	33	Milieuhygiënisch lokaal + regionaal	22+22
<i>Totale vuilvrachtvermindering</i>	<i>4,3</i>	<i>Totale vuilvrachtvermindering</i>	<i>4,4</i>
<i>Verbruik secundaire grondstoffen</i>	<i>4,3</i>	<i>Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen</i>	<i>14,7</i>
<i>Afvalproductie: niet opgenomen</i>	<i>0</i>	<i>Productie niet-herbruikbaar afval</i>	<i>7,3</i>
Technische aspecten totaal	33	Technische en maatschappelijke aspecten totaal	22
<i>Hinder</i>	<i>8,3</i>	<i>Hinder</i>	<i>5,5</i>
<i>Schade (effectief en potentieel)</i>	<i>(8,3+8,3)</i>	<i>Schade</i>	<i>5,5</i>
<i>Veiligheidsmaatregelen</i>	<i>8,3</i>	<i>Veiligheidsmaatregelen</i>	<i>5,5</i>
Financiële aspecten totaal	33	Financiële aspecten	34

Het criterium “vuilvrachtverwijdering” en “milieuhygiëne lokaal + regionaal” krijgen in het voorstel voor de nieuwe voorgestelde MCA dus een relatief hoger gewicht dan in de huidige MCA.

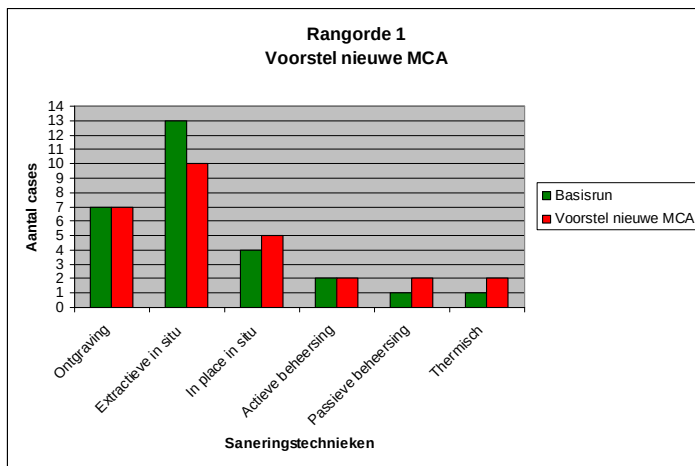
Voor een aantal criteria binnen de aspectgroep “technisch/maatschappelijk” ligt het voorgestelde gewicht in de nieuwe MCA lager dan in de huidige MCA. Dit is een gevolg van het feit dat het totale gewicht van deze aspectengroep van 33 naar 22 werd verminderd. Het is niet zo dat een relatief kleiner gewicht voor hinder en veiligheid in de MCA automatisch zal leiden tot minder aandacht voor of grotere risico's op hinder, schade, overlast en veiligheidsrisico's tijdens een sanering. Het gaat hier immers om een gewicht bij het onderling vergelijken van drie haalbare saneringsvarianten die reeds aan de voorwaarden van een goede pre-selectie en aan de voorwaarden zoals deze omschreven worden in het Achilles-protocol moeten voldoen. Het is de taak van de deskundige om in alle omstandigheden rekening te houden met zo weinig mogelijk hinder, overlast en zo min mogelijk veiligheidsrisico's tijdens een sanering en hiervoor de juiste maatregelen te treffen (vb. preventie voor vrijkomen van fijn stof), en dit los van de vergelijkende beoordeling in de MCA.

6.4 Impact voorstel aangepaste MCA op voorkeursvarianten 28 cases

De impact van het nieuwe voorstel MCA (zie 6.2) op de voorkeursvarianten in het geval van de toepassing op de 28 geselecteerde cases is weergegeven in Figuur 6-3.

In Figuur 6-3 is te zien dat de klasse “**in place in situ**” technieken (van 4 naar 5 **(+1)** op “rangorde 1” op 28 cases) en de klasse “**passieve beheersing**” (van 1 naar 2 **(+1)** op “rangorde 1” op 28 cases) beide een extra voorkeursvariant krijgen in het nadeel van de **extractieve technieken** (van 13 naar 10 **(-3)** op “rangorde 1” op 28 cases). Ook bij de klasse “**thermische technieken**” wordt een extra voorkeursvariant verkregen wanneer de nieuwe MCA wordt gebruikt voor de selectie van de saneringsvarianten.

Bij deze conclusies dient echter rekening gehouden te worden met de nuanceringsen zoals vermeld in paragraaf 5.6.1.



Figuur 6-3: Vergelijking tussen de modelrun 1 en het voorstel MCA voor het aantal rangordes 1

Tabel 6-2: Veranderingen in voorkeursvarianten tussen de huidige MCA en het nieuwe MCA voorstel

Case	Verandering in voorkeursvariant
1	-
2	-
3	-
4	Langdurige extractieve in situ naar in place in situ techniek
5	Extractieve in situ naar actieve beheersingstechniek
6	-
7	-
8	Langdurige extractieve in situ naar partieelontgraving
9	-
10	-
11	-

Case	Verandering in voorkeursvariant
12	-
13	-
14	-
15	-
16	-
17	Totaalontgraving naar partieelontgraving
18	-
19	Totaalontgraving naar partieelontgraving
20	Totaalontgraving naar passieve beheersingstechniek
21	-
22	-
23	-
24	-
25	Actieve beheersingstechniek naar actieve beheersingstechniek
26	Extractieve in situ naar in place in situ techniek
27	-
28	In place in situ techniek(fall-back extractieve in situ) naar thermische in situ techniek*

*De CO₂-calculator staat nog niet volledig op punt voor de invoer van in situ thermische technieken.

Samengevat kan er gesteld worden dat er o.b.v. de uitgevoerde test met de 28 cases een **beperkte** impact is op de keuze van de saneringstechnieken o.b.v. de voorgestelde MCA t.o.v. de huidige MCA.

Enkel voor de saneringstechnieken met een intensief energieverbruik (o.b.v. fossiele brandstof en/of grijze stroom) (zijnde thermische verwerking van ontgraven grond, totaal-ontgravingen en extractieve technieken (bv. pump and treat) met een lange duurtijd (bv. 10 jaar)) is er in een beperkt aantal gevallen een verschuiving naar een minder energie-intensieve techniek vast te stellen. In de andere gevallen worden er nagenoeg geen wijzigingen vastgesteld.

7 Koppeling kostenraming BSP en CO₂-calculator

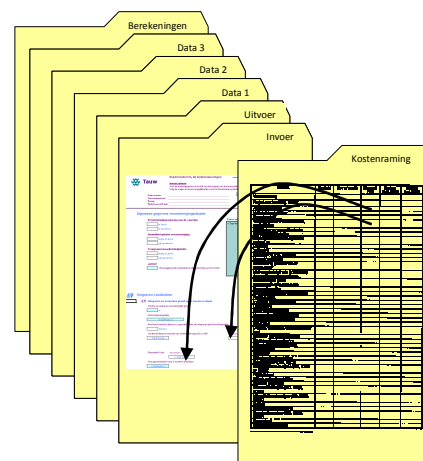
In dit hoofdstuk werd een analyse van de mogelijkheden om een kostenraming voor saneringswerken aan de CO₂-calculator te koppelen uitgevoerd.

7.1 Mogelijke opties

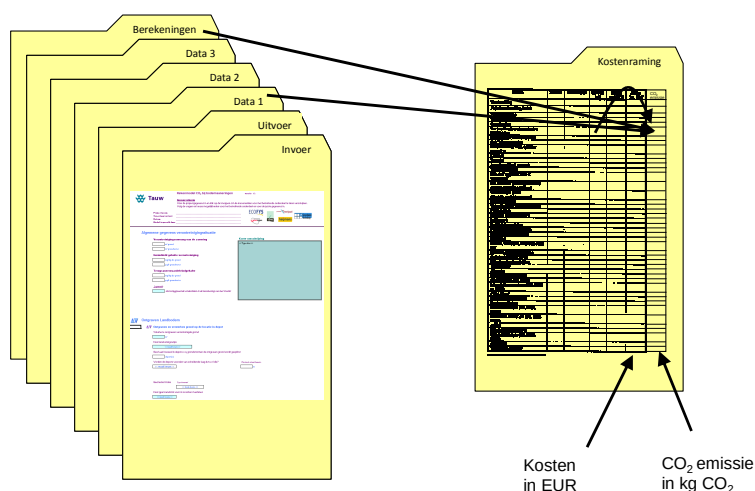
De nota waarin een gedetailleerde analyse van de verschillende opties om deze koppeling te bewerkstelligen is toegevoegd in bijlage 9.

Er werden in de nota twee mogelijke opties uitgewerkt:

1) De invoerwaarden voor beide rekensheets worden ingevoerd op het tabblad 'raming saneringskosten'. De sheet 'invoerscherm CO₂-calculator' haalt de gegevens op uit de kolom 'hoeveelheid' van de 'raming saneringskosten'. Vervolgens zal het tabblad 'invoerscherm CO₂-calculator' verder moeten worden nagelopen om de aanvullende detailinformatie die niet in het kostenraming spreadsheet staan en de keuzes voor de CO₂-berekening in te voeren. De berekeningen van de CO₂-calculator worden dan vervolgens volgens het oorspronkelijke model uitgevoerd en het resultaat op het tabblad 'uitvoerscherm CO₂-calculator' weergegeven



2) De rekensheet 'raming saneringskosten' wordt uitgebreid met een extra kolom voor de berekening van de CO₂-emissie en met regels voor het invoeren van detailinformatie die nodig is om de CO₂-voetafdruk te berekenen. Voor elke regel wordt de CO₂-berekening van het betreffende aspect ingevoerd. De CO₂ emissie wordt dan per regel weergegeven en als totaal onderaan de kolom. De informatie van de databladen van het oorspronkelijke model dienen of te worden opgenomen in de aparte berekeningen of als een verborgen blad geïntegreerd worden in de rekensheet zodat de omrekenfactoren in de toekomst aangepast kunnen worden. Voordeel dat op 1 tabblad de resultaten van de kostenraming en de CO₂ emissie inzichtelijk zijn.



7.2 Beoordeling mogelijke opties

Optie 2 wordt als te complex en te weinig flexibel ingeschat om binnen het huidige kader van de BSP's te gebruiken.

Optie 1 zou wel mogelijk zijn en werkt tijdsbesparend, omdat een aantal gegevens die nodig zijn voor het invullen van de kostenraming en CO₂-calculator slechts één keer dienen ingevuld te worden. Het nadeel is dat er een min of meer "vaste format" voor de kostenraming van een bodemsanering vanuit de OVAM dient "opgelegd" te worden, die ook regelmatig geüpdatet moet worden als er zich nieuwe saneringstechnieken aandienen.

Wij zien drie mogelijkheden om deze koppeling verder uit te werken:

- **Keuze A:**
 - Koppelen van de kostenraming en CO₂-calculator via optie 1 uit de nota: OVAM verdeelt een "verplicht" te gebruiken sheet.
 - Voordelen: tijdsbesparend voor de deskundigen / gemakkelijkere controle door de OVAM wegens uniformiteit
 - Nadelen: verlies van flexibiliteit voor de deskundigen / eigen format van de deskundigen dient in de verplichte format te worden gegoten / regelmatige updates vanuit de OVAM nodig
- **Keuze B:**
 - Geen koppeling. Enkel gebruik van de CO₂-calculator wordt "verplicht"
 - Voordelen: meer flexibiliteit voor de deskundigen
 - Nadelen: meer tijd nodig voor de deskundigen, want twee keer gegevens invoeren / minder inzicht door de OVAM wegens verscheidenheid aan formats / ook updates van CO₂-calculator nodig
- **Keuze C:**
 - gebruik van systeem A en B naast elkaar: keuze van de deskundige (en gerelateerde plus- en minpunten: zie hierboven)

7.3 Keuze van de stuurgroep

Door de stuurgroep werd aangegeven dat keuze C (de deskundige kiest zelf of hij de koppeling via de format van de OVAM gebruikt of niet) als meest aangewezen optie naar voren geschoven wordt.

8 Besluit

De voorliggende studie werd uitgevoerd met als doelstelling het aspect “duurzaamheid” te introduceren bij de afweging van saneringsvarianten en op deze manier een stimulans naar een duurzamere manier van saneren te creëren, zonder daarom het beleidsmatige hoofddoel van saneringen uit het oog te verliezen. Het verbeteren van de aandacht voor duurzaamheid levert eveneens een bijdrage om het maatschappelijke draagvlak voor saneringen in de toekomst te behouden en zelfs te verbeteren.

Om aan deze bovenstaande dubbele doelstelling te beantwoorden werden een aantal **wijzigingen** aan de **huidige multicriteria-analyse** voor de selectie van saneringsvarianten (MCA) uitgewerkt, en dit o.b.v. de **aftoetsing** aan een voldoende aantal **praktijkvoorbeelden** (bodemsaneringsprojecten) met een bijhorende **statistische analyse**.

Aan de hand van de aanbevelingen uit een uitgevoerde literatuurstudie, en in samenspraak met de stuurgroep, werd in een eerste stap een **nieuwe set van criteria voor de MCA** voorgesteld waarin o.m. volgende aanpassingen aan de huidige MCA werden doorgevoerd:

- De opdeling van de milieuhygiënische aspecten in **lokale** en **globale/regionale** aspecten
- Het berekenen van de CO₂-emissies t.g.v. de sanering d.m.v. van een **CO₂-calculator** voor het begroten en beoordelen van secundaire milieueffecten ten gevolge van het verbruik aan grondstoffen en gerecycleerde materialen tijdens de sanering, en de bijhorende wegingsfactoren. Hierbij wordt opgemerkt dat het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen” meer omvat dan enkel de gekwantificeerde CO₂-uitstoot. Het is eveneens een **maat voor de duurzaamheid van saneringen in het algemeen**: zijnde aandacht voor vermindering van (fossiel) energieverbruik, alternatieve vormen van energie, voor materialenverbruik, klimaatwijziging, ... Draagvlak creëren voor meer aandacht voor duurzaamheid en een betere toepassing van duurzame saneringen is eveneens een taak van de OVAM.
- Het toevoegen van het aspect “**productie van niet-herbruikbaar afval**” met een passende wegingsfactor

Een van de doelstellingen van de aanpassingen aan de set van criteria betreft het objectiveren/kwantificeren en het verduurzamen van saneringen. Het duurzaamheidsaspect wordt in de huidige MCA meegenomen door het kwalitatief evalueren van het huidige criterium “verbruik van secundaire grondstoffen”³. In deze studie wordt een objectieve invulling gegeven aan dit criterium door het te kwantificeren m.b.v. een rekentool die de CO₂-productie t.g.v. saneringen berekent. Het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen” omvat, zoals hierboven reeds vermeld, echter meer dan enkel de gekwantificeerde CO₂-uitstoot.

³ Het begrip “**secundaire grondstoffen**” wordt in de huidige MCA gehanteerd voor verbruik van o.a. energie, chemicaliën, verbruiksgoederen, materiaal. Dit zijn veelal primaire grondstoffen. In de geest van het huidige Materialendecreet zijn secundaire grondstoffen gerecycleerde materialen. Het begrip “verbruik van secundaire grondstoffen” zal in het huidige voorstel dus vervangen worden door “**verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen**”.

De voorgestelde nieuwe set van criteria voor de MCA is weergegeven op pagina 21.

Na de selectie van een steekproef van 28 representatieve bodemsaneringsprojecten en de indeling van de 77 bijhorende saneringsvarianten in 6 klassen van saneringstechnieken, werd voor elk van deze 77 varianten de CO₂-uitstoot berekend m.b.v. CO₂-calculator, die in opdracht van SKB werd ontwikkeld door een consortium o.l.v. Tauw Nederland.

De met de calculator berekende CO₂-uitstoot voor de verschillende saneringsvarianten van de 28 cases werden op twee manieren geëvalueerd:

- Bij een vergelijking tussen de verschillende klassen van saneringstechnieken wordt vastgesteld dat de klassen **“in place in situ”** en **“passieve beheersingstechnieken”** een lagere relatieve CO₂-productie vertonen dan de klassen **“actieve beheersing”**, **“extractieve in situ”** en **“ontgravingen”**. Voor wat betreft de klasse “extractieve saneringstechnieken” kan genuanceerd worden dat de relatief hoge CO₂-productie binnen deze klasse te wijten is aan een aantal langdurig lopende saneringen (> 10 jaar).
- Nadien werd binnen elke klasse van saneringstechnieken bekeken welke specifieke activiteiten binnen deze saneringsvarianten een grote impact hebben op de CO₂-emissie en te beschouwen zijn als de grootste bronnen qua CO₂-uitstoot. Door middels het berekenen met de CO₂-calculator de bronnen qua CO₂-uitstoot bij saneringen in kaart te brengen, kan er bij de afweging van de saneringsvarianten expliciet rekening mee gehouden worden. De inventarisatie kan eveneens het onderzoek naar het reduceren van de CO₂-uitstoot op deze onderdelen stimuleren en gericht sturen, zodat duurzamere technieken met minder impact ontwikkeld worden of bestaande technieken duurzamer gemaakt worden.
 - Voor de klasse **“ontgravingen”** is de verwerking van de verontreinigde grond een belangrijke bron van CO₂-productie, en dan vooral met name de thermische verwerking.
 - Voor de klasse **“extractieve technieken”** is dit de langdurige electriciteitsproductie
 - Voor de klasse **“in situ in place”** de productie van oxidator.

In een volgende stap werden gewichten aan de aspectgroepen en criteria van de aangepaste MCA toegekend. Deze gewichten werden bepaald d.m.v. een aantal MCA-doorrekeningen die uitgevoerd werden o.b.v. de 28 cases, gekoppeld aan een statistische analyse.

Bij het bepalen van het gewicht van het criterium gerelateerd aan de CO₂-uitstoot, dat werd afgeleid o.b.v. de doorrekeningen met de 28 cases, werd rekening gehouden met de **dubbele doelstelling van deze studie**: namelijk er is **net geen statistisch significant** (en dus een aanvaardbaar) verschil tussen de huidige en nieuw voorgestelde MCA in combinatie met een **zo groot mogelijk impact van het duurzaamheidscriterium** (zijnde het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen” dat wordt gekwantificeerd door het berekenen van de CO₂-emissie).

Op basis van bovenstaande uitgangspunten werd een gewicht van **14,7%** toegekend aan het betreffende criterium. De overige gewichten van de andere aspectgroepen en criteria werden globaal gezien gelijkmatig verdeeld, zoals dit eveneens het geval is in de huidige MCA. De aanpassing aan de MCA impliceert een aantal wijzigingen aan de huidige wegingsfactoren:

- de waarde van aantal wegingsfactoren werd hoger (o.a. aspectgroep milieuhygiëne totaal (lokaal + regionaal) en de criteria onder deze aspectgroep vallen (o.a. vuilvrachtverwijdering)),
- terwijl andere wegingsfactoren een lagere waarde kregen (o.a. technisch/maatschappelijke aspectgroep en de hieraan gerelateerde criteria)

Gezien de voorwaarden voor een goede preselectie en de goede uitwerking van de voorkeursvariant blijven gelden en aan de voorwaarde voor een statistische niet verschillende MCA (o.b.v. de test met de 28 cases) wordt voldaan, worden deze wijzigingen aan de wegingsfactoren als aanvaardbaar beschouwd.

Het definitieve voorstel tot een aangepaste MCA met weergave van de aspectgroepen, criteria en hun respectievelijke wegingsfactoren is weergegeven op p. 57.

Wanneer de verschillen tussen de huidige en nieuw voorgestelde MCA in kaart gebracht worden, kan gesteld worden dat er na de uitgevoerde test met de 28 cases o.b.v. de voorgestelde MCA een beperkte impact vastgesteld wordt op de keuze van de saneringstechnieken t.o.v. de huidige MCA. Enkel voor de saneringstechnieken met een intensief energieverbruik (o.b.v. fossiele brandstof en/of grijze stroom) (zijnde thermische verwerking van ontgraven grond, totaal-ontgravingen en extractieve technieken (bv. pump and treat) met een lange duurtijd (bv. 10 jaar)) is er in een beperkt aantal gevallen een verschuiving naar een minder energie-intensieve techniek vast te stellen. In de andere gevallen worden er nagenoeg geen wijzigingen vastgesteld.

Referenties

Tochant, K., Lookman, R., Bronders J. (2011a) LCA-toepassingen in bodemsaneringsprojecten – Literatuurstudie. VITO.

Tochant, K., Lookman, R., Bronders J. (2011b) CO₂-calculator voor bodemsaneringsprojecten – Fase 1: voorstel aanpak Vlaanderen VITO.

Touchant, K., Lookman, R., Vercalsteren, A., Boonen, K. (2011c). CO₂-calculator voor bodemsaneringsprojecten – Aanbevelingen voor opname in de MCA. VITO nv. 39 p.

OVAM (2011). OVAM standaardprocedures bodemsaneringsproject, versie 2011. OVAM. 193 p.

Bijlage

1

Korte beschrijving van de cases

Case 1: BSP te Hasselt

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	• Persen van bakeliet en later productie van glasvezel en kunststof • Opslag gechloreerde aceton
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Ontvetting en opslag van solventen
<i>Toegankelijkheid:</i>	Verontreiniging onder asfaltlaag
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar en omwonenden
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	Ethylbenzeen en VOCI
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grondwater
<i>Bodemtextuur:</i>	Zand en grind bijmenging
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	0,5-1,0 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-4}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	/
<i>Omvang grondwater:</i>	500 m ³
<i>Datum saneringsproject:</i>	01/2000
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	BSN
<i>Overwogen varianten:</i>	● P&T ● Partiële ontgraving en P&T ● PLI en BLE
<i>Voorkeursvariant:</i>	PLI en BLE
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2001-2002
<i>Afgerond</i>	Ja

Case 2: BSP te Turnhout

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	• Drukkerij • Boekbinderij • Opslag stookolie en benzine
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Lek in ondergrondse benzinetank
<i>Toegankelijkheid:</i>	Deels onder gebouw, weg en binnenkoer
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar, Exploitant
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	BTEX, MO, MTBE
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond, grondwater en drijfslaag
<i>Bodemtextuur:</i>	Zandig met leemlenzen
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	3 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-5}$ m/s $v = 4$ m/jaar
<i>Omvang grond:</i>	750 m ³ (kern)
<i>Omvang grondwater:</i>	2000 m ³ (kern)
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	05/2000
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	80% BSN type II
<i>Overwogen varianten:</i>	• Ontgraving en biosparging • HVE • Ontgraving en P&T
<i>Voorkeursvariant:</i>	HVE
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2001 – heden
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 3: BSP te Oostende

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	Brandstofvoorziening en –opslag
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Morsverliezen, lekkende tank en calamiteit met tankwagen
<i>Toegankelijkheid:</i>	Gedeeltelijk groenzone, buurtgebouwen en vloeistofdichte piste
<i>Stakeholders:</i>	Omwonenden en eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Gemengd
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	Kerosine en benzine
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond, grondwater en drijf laag
<i>Bodemtextuur:</i>	Klei in de toplaag en dan zandig
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-7}$ m/s (klei) 10^{-6} m/s (zand)
<i>Omvang grond:</i>	19300 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	6700 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	04/2000
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	BSN type V
<i>Overwogen varianten:</i>	●Totaalontgraving en P&T ●Partieel ontgraving en P&T ●HVE en Biosparging
<i>Voorkeursvariant:</i>	HVE en Biosparging
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2000-2003 (Biosparging) en 2003-2006 (HVE)
<i>Afgerond</i>	Ja

Case 4: BSP te Mechelen

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Productie van auto-onderdelen
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Lek in ondergrondse opslagtank en ontvettingsactiviteiten
<u>Toegankelijkheid:</u>	Deels groenzone, asfalt en onder gebouw
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	VOC
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond, Grondwater en DNAPL
<u>Bodemtextuur:</u>	Leem in toplaag, grind (7-8 m-mv) en verder lemig zand
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	1 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$K = 10^{-6}$ m/s
<u>Omvang grond:</u>	?
<u>Omvang grondwater:</u>	24000 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	09/2003
<u>Zone:</u>	Kern
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	80% BSN
<u>Overwogen varianten:</u>	• Ontgraving, BLE en ISCO • Ontgraving, HVE en PLI • Ontgraving, HVE, ISCO en PLI
<u>Voorkeursvariant:</u>	Ontgraving, HVE, ISCO en PLI
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	2004 - heden
<u>Afgerond</u>	Neen

Case 5: BSP te Lot

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	Mica productie
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Morsverliezen
<i>Toegankelijkheid:</i>	Onder gebouwen en installaties
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Gemengd
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	BTEX (vooral tolueen)
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond en grondwater
<i>Bodemtextuur:</i>	Leem
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	0,5 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	700 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	140 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	12/2001
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	80 % BSN type II
<i>Overwogen varianten:</i>	• Ontgraving en P&T • P&T • HVE
<i>Voorkeursvariant:</i>	HVE
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2002-heden
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 6: BSP te Machelen

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	•Opslag en productie van verven •Vroeger houtimpregnatie
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Morsverliezen en opslag
<i>Toegankelijkheid:</i>	Onder gebouw en bedrijfspiste
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar/Producent
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	MO en BTEX
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond, grondwater en drijfslaag
<i>Bodemtextuur:</i>	Lemig zand
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1,5 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	5636 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	7415 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	2002
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	Wegnemen verspreidingsrisico
<i>Overwogen varianten:</i>	7. Partieel ontgraving (drijfslaag) en HVE 8. HVE 9. HVE (buiten en stroomafwaarts ter beheersing)
<i>Voorkeursvariant:</i>	HVE (buiten en stroomafwaarts ter beheersing)
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	02/2005-09/2009
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 7: BSP te Gent

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Opslag van goederen
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Lekkende ondergrondse benzinetank
<u>Toegankelijkheid:</u>	Buiten en deels onder loods
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar en buurtbedrijf
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	MO, BTEX en MTBE
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond en grondwater
<u>Bodemtextuur:</u>	Zandlaag (2m), dan leem en dan zandleem
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	2,0-2,5 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$K = 5,8 \cdot 10^{-6}$ m/s $v=1,34$ m/jaar
<u>Omvang grond:</u>	5280 m ³
<u>Omvang grondwater:</u>	74600 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	2004
<u>Zone:</u>	Kern
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	Verwijderen verspreidingsrisico
<u>Overwogen varianten:</u>	• BLE en PLI • HVE en NA • HVE en PLI
<u>Voorkeursvariant:</u>	BLE en PLI
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	2005-heden
<u>Afgerond</u>	Neen

Case 8: BSP te Kontich

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	•Productie en galvanisatie van verlichtingsonderdelen •Opslag van chemicaliën
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Lek in ondergrondse solventtank
<i>Toegankelijkheid:</i>	•Deel onder bedrijf en buiten •Bij de tank kan niet ontgraven worden
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	VOC
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grondwater en DNAPL
<i>Bodemtextuur:</i>	Aanvulzand tot 6,0 m-mv en dan klei
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	2500 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	11700 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	2004
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	80% BSN
<i>Overwogen varianten:</i>	• HVE • Ontgraving en P&T • P&T in gesloten bouwkuip
<i>Voorkeursvariant:</i>	HVE
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2005-2008
<i>Afgerond</i>	Ja

Case 9: BSP te Hechtel-Eksel

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	•Herstel van voertuigen •Opslag van brandstof
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	• Lekkende ondergrondse dieseltanks • Morsverliezen
<i>Toegankelijkheid:</i>	Onder luifel
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar en omwonende
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Gemengd
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	Diesel en benzine
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond, grondwater en drijfslaag
<i>Bodemtextuur:</i>	Siltig zand
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	3,5 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	4000 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	225000 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	05/2005
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	Wegnemen verspreidingsrisico
<i>Overwogen varianten:</i>	•Totaalontgraving met bemaling •Partieel ontgraving en P&T •PLI en BLE
<i>Voorkeursvariant:</i>	Partieel ontgraving en P&T (P&T nooit opgestart)
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2007-heden
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 10: BSP te Hechtel-Eksel

<u>Algemene info</u>	
Bedrijfsactiviteiten:	•Herstel van voertuigen •Opslag van brandstof
Oorsprong verontreiniging:	Morsverliezen
Toegankelijkheid:	Klinkerverharding en deels onder gebouw
Stakeholders:	Eigenaar en exploitant
<u>Specifieke info sanering:</u>	
Aard van de verontreiniging:	Nieuw
Type te saneren verontreiniging:	C6-C10
Voorkomen van de verontreiniging:	Grondwater
Bodemtextuur:	Siltig zand
Gemiddelde grondwaterstand:	4 m-mv
Verspreidingssnelheid:	$K = 10^{-5}$ m/s $v = 14$ m/jaar
Omvang grond:	/
Omvang grondwater:	90 m ³
Datum saneringsproject:	2007
Zone:	Kern
Saneringsdoelstelling:	BSN
Overwogen varianten:	•HVE •PLI en BLE
Voorkeursvariant:	PLI en BLE
Uitvoeringsperiode:	2007-2008
Afgerond	Ja

Case 11: BSP te Wetteren

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Tankstation
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Morsverliezen
<u>Toegankelijkheid:</u>	Asfalt
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar en exploitant
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Gemengd (grond) en historisch (grondwater)
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	Diesel en benzine
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond en grondwater
<u>Bodemtextuur:</u>	Lemig zand
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	2 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$K = 10^{-6}$ m/s
<u>Omvang grond:</u>	650 m ³
<u>Omvang grondwater:</u>	780 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	2006
<u>Zone:</u>	Kern
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	80% BSN
<u>Overwogen varianten:</u>	• Totaalontgraving en P&T • Partieel ontgraving en HVE • Partieel ontgraving en gestimuleerde natuurlijke afbraak
<u>Voorkeursvariant:</u>	Partieel ontgraving en gestimuleerde natuurlijke afbraak
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	2007-2011
<u>Afgerond</u>	Ja

Case 12: BSP te Gent

<u>Algemene info</u>	
Bedrijfsactiviteiten:	•Opslag goederen •Opslag brandstof
Oorsprong verontreiniging:	Lekkende tank
Toegankelijkheid:	Onder verharding
Stakeholders:	Eigenaar en gebruiker
Aard van de verontreiniging:	Gemengd
Type te saneren verontreiniging:	Diesel
Voorkomen van de verontreiniging:	Grondwater
Bodemtextuur:	Zand met onderaan kleihoudend zand
Gemiddelde grondwaterstand:	2 m-mv
Verspreidingssnelheid:	$K = 4 \cdot 10^{-5}$ m/s
Omvang grond:	/
Omvang grondwater:	560 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
Datum saneringsproject:	2007
Zone:	Kern
Saneringsdoelstelling:	80% BSN
Overwogen varianten:	•Ontgraving en P&T •HVE •Gestimuleerde biologische afbraak
Voorkeursvariant:	Gestimuleerde biologische afbraak
Uitvoeringsperiode:	2009-heden
Afgerond	Neen

Case 13: BSP te Aalst

<u>Algemene info</u>	
Bedrijfsactiviteiten:	1. Wasserij 2. Opslag brandstof
Oorsprong verontreiniging:	Droogkuis
Toegankelijkheid:	Onder gebouw
Stakeholders	Eigenaar en exploitant
Aard van de verontreiniging:	Gemengd
Type te saneren verontreiniging:	VOCI
Voorkomen van de verontreiniging:	Grondwater
Bodemtextuur:	Grof zand
Gemiddelde grondwaterstand:	0,75 m-mv
Verspreidingssnelheid:	$K = 1,3 \cdot 10^{-7}$ m/s
Omvang grond:	/
Omvang grondwater:	150 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
Datum saneringsproject:	11/2007
Zone:	Kern
Saneringsdoelstelling:	80% BSN
Overwogen varianten:	1. ISCO 2. Natuurlijke afbraak (fall-back Biologische afbraak) 3. Natuurlijke afbraak (fall-back HVE)
Voorkeursvariant:	Natuurlijke afbraak (fall-back HVE)
Uitvoeringsperiode:	/
Afgerond	neen

Case 14: BSP te Kapellen

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Productie van lijmen, dichtingen
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	1 Opslag van solventen 2 Morsverliezen
<u>Toegankelijkheid:</u>	1. Onder gebouwen (activiteiten stopgezet) 2. Groenzone 3. Buurt
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar, exploitant en omwonenden
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	Ftalaten, VOCl, BTEX, MO en PCB's
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond, grondwater en DNAPL
<u>Bodemtextuur:</u>	Zand
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	2 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$3 \cdot 10^{-5}$ m/s
<u>Omvang grond:</u>	1150 m ³
<u>Omvang grondwater:</u>	2150 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	2008
<u>Zone:</u>	Kern en pluim
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	80% BSN Type III
<u>Overwogen varianten:</u>	Bijlage 1 Grond: Ontgraving Bijlage 2 Grondwater: 1. P&T 2. PLI, Biosparging en BLE 3. Natuurlijke afbraak (fall-back Beheersing via PLI)
<u>Voorkeursvariant:</u>	1. Grond: Ontgraving 2. Grondwater: PLI, Biosparging en BLE
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	/
<u>Afgerond</u>	Neen

Case 15: BSP te Kontich

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	•Productie en galvanisatie van verlichtingsonderdelen •Opslag van chemicaliën
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Lek in ondergrondse solventtank
<i>Toegankelijkheid:</i>	•Deel onder bedrijf en buiten •Bij de tank kan niet ontgraven worden
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	VOC
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grondwater en DNAPL
<i>Bodemtextuur:</i>	Aanvulzand tot 6,0 m-mv en dan klei
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	2500 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	11700 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	02/2008
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	80% BSN Type II
<i>Overwogen varianten:</i>	• HVE • Ontgraving met bemaling en opvolgen natuurlijke afbraak (fall-back P&T)
<i>Voorkeursvariant:</i>	Ontgraving met bemaling en opvolgen natuurlijke afbraak (fall-back P&T)
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2008-2009
<i>Afgerond</i>	Ja

Case 16: BSP te Mechelen

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	Productie auto-onderdelen
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Morsverliezen
<i>Toegankelijkheid:</i>	Asfalt en deels onder een loods
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	Grond en grondwater
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	VOCI
<i>Bodemtextuur:</i>	Zand
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	100 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	9660 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	02/2008
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	Risico's wegnemen
<i>Overwogen varianten:</i>	•Partieel ontgraving en ISCO •Uitboren •Partieel ontgraving en HVE
<i>Voorkeursvariant:</i>	Uitboren
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2011-heden
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 17: BSP te Vilvoorde

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Elektriciteitsproductie
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Voormalig gasfabriek
<u>Toegankelijkheid:</u>	Braakgrond
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	Cyanides, MO en PAKs
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond en grondwater
<u>Bodemtextuur:</u>	Puindhoudend zand (vanaf 3m-mv klei)
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	1-3 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$K = 3 \cdot 10^{-6}$ m/s
<u>Omvang grond:</u>	450 m ³
<u>Omvang grondwater:</u>	10000 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	03/2009
<u>Zone:</u>	Kern
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	3 x BSN
<u>Overwogen varianten:</u>	• Totaalontgraving en P&T • Partieel ontgraving met monitoring • Isolatie
<u>Voorkeursvariant:</u>	Partieel ontgraving met monitoring
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	03/2010-heden
<u>Afgerond</u>	Neen

Case 18: BSP te Ruien

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Elektriciteitsproductie
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Lek in ondergrondse tank
<u>Toegankelijkheid:</u>	Binnenkoer tussen gebouwen met funderingen
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	VOC
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond en grondwater
<u>Bodemtextuur:</u>	Leem tot klei (vanaf 6 m-mv zand)
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	1,5-2,0 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$K = 10^{-6}$ m/s
<u>Omvang grond:</u>	2700 m ³
<u>Omvang grondwater:</u>	/
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	12/2010
<u>Zone:</u>	Kern en pluim
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	BSN
<u>Overwogen varianten:</u>	1. Ontgraving 2. Verbuisd ontgraven 3. Gestimuleerde natuurlijke afbraak
<u>Voorkeursvariant:</u>	Gestimuleerde natuurlijke afbraak
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	/
<u>Afgerond</u>	neen

Case 19: BSP te Machelen

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	Oud bedrijventerrein
<i>Oorsprong verontreiniging</i>	Ophooglaag met cyanide
<i>Toegankelijkheid:</i>	Braakgrond
<i>Stakeholders:</i>	Overheid en eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	Cyanide
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond
<i>Bodemtextuur:</i>	Puinhoudend leem
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1,5-2,0 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	/
<i>Omvang grond:</i>	1540 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	/
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	01/2011
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	Wegnemen van risico's
<i>Overwogen varianten:</i>	•Aanleg permanente bodemverharding •Partieel ontgraven in onverzadigde zone •Totaalontgraving
<i>Voorkeursvariant:</i>	Partieel ontgraven in onverzadigde zone
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	/
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 20: Screening van saneringsvarianten te Mariakerke

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	Stortplaats
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Stortplaats
<i>Toegankelijkheid:</i>	Braakgrond
<i>Stakeholders:</i>	Overheid en afvalproducent
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	Zuurteer en Zware metalen
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond en NAPL
<i>Bodemtextuur:</i>	Puindhoudend zand en leem
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	3,5 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	/
<i>Omvang grond:</i>	12000 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	/
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	?
<i>Zone:</i>	/
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	/
<i>Overwogen varianten:</i>	•Totaalontgraving met ex-situ verwerking •Totaalontgraving met mix in place (isolatie) •Beheersing door afdekking
<i>Voorkeursvariant:</i>	Totaalontgraving met ex-situ verwerking
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	/
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 21: BSP te Boom

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Voormalig zinkfabriek
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	•Voormalig zinkfabriek •Ophooglaag met assen
<u>Toegankelijkheid:</u>	Braakgrond
<u>Stakeholders:</u>	Overheid
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	Zinkassen, zware metalen en PAK's
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond
<u>Bodemtextuur:</u>	Puindhoudend zand, leem en slakken
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	3,5-4,0 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	/
<u>Omvang grond:</u>	108080 m ³
<u>Omvang grondwater:</u>	/
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	03/2012
<u>Zone:</u>	Kern
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	Risico's wegnemen
<u>Overwogen varianten:</u>	•Totaalontgraving tot RGW •Totaalontgraving tot BSN •Leeflaagsanering
<u>Voorkeursvariant:</u>	Leeflaagsanering
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	/
<u>Afgerond</u>	Neen

Case 22: BSP te Heverlee

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	Particulier
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Lekkende stookolietank
<i>Toegankelijkheid:</i>	Onder de straat en groenzone
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Nieuw
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	MO en BTEX
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grond, grondwater en drijf laag
<i>Bodemtextuur:</i>	Leem en zandige leem
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	4 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	K = 0,42 m/dag
<i>Omvang grond:</i>	500 m ³
<i>Omvang grondwater:</i>	80 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	11/2011
<i>Zone:</i>	Kern
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	Risico's wegnemen
<i>Overwogen varianten:</i>	• Thermische desorptie met bemaling • Ontgraven tot 4,5 m-mv (zonder bemaling) • Ontgraven tot 5 m-mv (met bemaling)
<i>Voorkeursvariant:</i>	Thermische desorptie met bemaling
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	/
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 23: BSP te Zwevegem

<u>Algemene info</u>	
Bedrijfsactiviteiten:	Staalproducent • Afvalopslag • Waterzuivering
Oorsprong verontreiniging:	Voormalige homogenisatievijver
Toegankelijkheid:	In de vijver
Stakeholders:	Eigenaar
Aard van de verontreiniging:	Historisch
Type te saneren verontreiniging:	Zware metalen, MO en BTEX
Voorkomen van de verontreiniging:	Waterbodem
Bodemtextuur:	Lemig zand met daaronder klei
Gemiddelde grondwaterstand:	2 m-mv
Verspreidingssnelheid:	/
Omvang waterbodem:	3100 m ³
Omvang grondwater:	/
<u>Specifieke info sanering:</u>	
Datum saneringsproject:	12/2009
Zone:	Kern
Saneringsdoelstelling:	Wegnemen verspreidingsrisico
Overwogen varianten:	1 Ontgraven en off site storten 2 Soilmixing 3 Isolatie
Voorkeursvariant:	Ontgraven en off site storten
Uitvoeringsperiode:	/
Afgerond	Neen

Case 24: BSP te Mechelen

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Productie van auto-onderdelen
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Lek in ondergrondse opslagtank en ontvettingsactiviteiten
<u>Toegankelijkheid:</u>	Deels groenzone, asfalt en onder gebouw
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	VOC
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond, Grondwater en DNAPL
<u>Bodemtextuur:</u>	Leem in top laag, grind (7-8 m-mv) en verder lemig zand
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	1 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$K = 10^{-6}$ m/s
<u>Omvang grond:</u>	/
<u>Omvang grondwater:</u>	24000 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	09/2003
<u>Zone:</u>	Pluim
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	80% BSN
<u>Overwogen varianten:</u>	•Hydrogeologisch scherm (P&T) •PLI-schermb
<u>Voorkeursvariant:</u>	Hydrogeologisch scherm (P&T)
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	2006-heden
<u>Afgerond</u>	Neen

Case 25: BSP te Gent

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Opslag van goederen
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Lekkende ondergrondse benzinetank
<u>Toegankelijkheid:</u>	Buiten en deels onder loods
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar en buurbedrijf
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Historisch
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	MO, BTEX en MTBE
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond en grondwater
<u>Bodemtextuur:</u>	Zandlaag (2m), dan leem en dan zandleem
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	2,0-2,5 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	$K = 5,8 \cdot 10^{-6}$ m/s $v = 1,34$ m/jaar
<u>Omvang grond:</u>	/
<u>Omvang grondwater:</u>	74600 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	2004
<u>Zone:</u>	Pluim
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	Verwijderen verspreidingsrisico
<u>Overwogen varianten:</u>	• Monitoring natuurlijke afbraak (fall-back P&T-scherf) • Monitoring natuurlijke afbraak (fall-back PLI en BLE)
<u>Voorkeursvariant:</u>	Monitoring natuurlijke afbraak (fall-back PLI en BLE)
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	/
<u>Afgerond</u>	Neen

Case 26: BSP te Kontich

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	•Productie en galvanisatie van verlichtingsonderdelen •Opslag van chemicaliën
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Lek in ondergrondse solventtank
<i>Toegankelijkheid:</i>	•Deel onder bedrijf en buiten •Bij de tank kan niet ontgraven worden
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	VOC
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	Grondwater en DNAPL
<i>Bodemtextuur:</i>	Aanvulzand tot 6,0 m-mv en dan klei
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	/
<i>Omvang grondwater:</i>	11700 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	2004
<i>Zone:</i>	Pluim
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	80% BSN
<i>Overwogen varianten:</i>	• Natuurlijke afbraak • P&T
<i>Voorkeursvariant:</i>	P&T
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	Nooit uitgevoerd
<i>Afgerond</i>	Ja

Case 27: BSP te Mechelen

<u>Algemene info</u>	
<i>Bedrijfsactiviteiten:</i>	Productie auto-onderdelen
<i>Oorsprong verontreiniging:</i>	Morsverliezen
<i>Toegankelijkheid:</i>	Asfalt en deels onder een loods
<i>Stakeholders:</i>	Eigenaar
<i>Aard van de verontreiniging:</i>	Historisch
<i>Type te saneren verontreiniging:</i>	Grond en grondwater
<i>Voorkomen van de verontreiniging:</i>	VOCI
<i>Bodemtextuur:</i>	Zand
<i>Gemiddelde grondwaterstand:</i>	1 m-mv
<i>Verspreidingssnelheid:</i>	$K = 10^{-6}$ m/s
<i>Omvang grond:</i>	/
<i>Omvang grondwater:</i>	9660 m ³
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<i>Datum saneringsproject:</i>	02/2008
<i>Zone:</i>	Pluim
<i>Saneringsdoelstelling:</i>	Risico's wegnemen
<i>Overwogen varianten:</i>	•HVE en PLI •HVE en P&T
<i>Voorkeursvariant:</i>	HVE en P&T
<i>Uitvoeringsperiode:</i>	2009-heden
<i>Afgerond</i>	Neen

Case 28: BSP te Antwerpen

<u>Algemene info</u>	
<u>Bedrijfsactiviteiten:</u>	Tankstation
<u>Oorsprong verontreiniging:</u>	Morsverliezen met afvalolie
<u>Toegankelijkheid:</u>	Onder een gebouw
<u>Stakeholders:</u>	Eigenaar en exploitant
<u>Aard van de verontreiniging:</u>	Gemengd grotendeels historisch
<u>Type te saneren verontreiniging:</u>	MO
<u>Voorkomen van de verontreiniging:</u>	Grond
<u>Bodemtextuur:</u>	Zand
<u>Gemiddelde grondwaterstand:</u>	8 m-mv
<u>Verspreidingssnelheid:</u>	/
<u>Omvang grond:</u>	630 m ³
<u>Omvang grondwater:</u>	/
<u>Specifieke info sanering:</u>	
<u>Datum saneringsproject:</u>	02/2012
<u>Zone:</u>	Kern
<u>Saneringsdoelstelling:</u>	Risico's wegnemen
<u>Overwogen varianten:</u>	•Monitoring (fall-back P&T) •Ontgraving tot RGW en monitoring (fall-back P&T) •Thermische desorptie
<u>Voorkeursvariant:</u>	Monitoring (fall-back P&T)
<u>Uitvoeringsperiode:</u>	/
<u>Afgerond</u>	Neen

Bijlage

2

Vergelijking van verschillende evaluatiemethodes

Literatuurstudie

Inleiding

Voor er gestart werd met de berekening van de CO₂-emissies, werd o.b.v. een literatuurstudie een vergelijking gemaakt van verschillende bestaande evaluatiemethoden (MCA) en de daarbij horende wegingsfactoren. Op deze manier kon er een beeld gevormd worden van de andere bestaande evaluatiemethoden die in deze studie als input bij het opstellen van een nieuwe set van criteria voor de MCA gebruikt werd. Naast een algemene vergelijking van de methodieken, wordt er bijkomend specifiek gekeken of de methoden al dan niet een beoordeling geven van het criterium “afvalvorming” en in welke mate de CO₂-productie t.g.v. de sanering in rekening gebracht wordt.

Bij het opstellen van een bodemsaneringsproject worden verschillende relevante saneringstechnieken geselecteerd door de bodemsaneringsdeskundige. Hij kiest deze varianten volgens de eigen expertise. Meestal gaat het om twee, drie of vier varianten. Nadien is het nodig om op een zo objectief mogelijke manier een afweging te maken tussen de gekozen varianten. Op basis van deze afweging kan dan beslist worden welke techniek het meest geschikt is om de verontreiniging aan te pakken. De afwegingsmethode dient overzichtelijk, gemakkelijk en zo objectief mogelijk interpreteerbaar te zijn, en eveneens zo volledig mogelijk. Daarnaast kunnen deze afwegingsmethoden gebruikt worden om rekening te houden met de milieu-impact van saneringsvarianten.

Momenteel wordt door OVAM de gewogen MultiCriteriaAnalyse (MCA) gebruikt ter evaluatie van de verschillende saneringsvarianten. In dit hoofdstuk wordt deze MCA kort samengevat en vanuit de literatuur vergeleken met drie andere methoden:

- De Risicoreductie, Milieuverdienste en Kosten (RMK) methodiek (oorspronkelijk ontwikkeld door Tauw Nederland voor Stichting Kennis Bodem (SKB))
- De Milieuhygiënisch, Kosten en Maatschappelijk (MKM) methodiek (ontwikkeld door Grontmij)
- Footprint Methodology (ontwikkeld door de EPA)

Bovenstaande methoden worden verder beschreven en met elkaar vergeleken.

Gewogen MCA (OVAM)

Algemeen

De MCA is een scoresysteem welke een aantal saneringsvarianten vergelijkt en beoordeelt op basis van drie aspectgroepen:

- Milieuhygiënische aspectgroep
- (Uitvoerings)technische aspectgroep

- Financiële aspectgroep.

Elke aspectgroep is onderverdeeld in verschillende criteria welke een rangordescor toegekend krijgen. Deze score is per variant minimaal 1 en maximaal 9. Het totale aantal te verdelen scores is het gemiddelde van de scorebandbreedte, vermenigvuldigd met het aantal te beoordelen varianten. Een totale score wordt verkregen door de rangordescor te vermenigvuldigen met een gewicht.

In de MCA die momenteel in gebruik is, krijgt de aspectgroep Milieuhygiëne 34% van het gewicht. Hierbij wordt aan de acht criteria binnen deze aspectgroep een gelijk gewicht van 4,25% (i.e. 34/8) toegekend. Aan de twee andere aspectgroepen wordt een gewicht van 33% toegekend. De reden voor deze gelijke gewichten ligt in het feit dat OVAM een zo objectief mogelijke methodologie wenst. Er mag echter gemotiveerd van deze weging afgeweken worden naarmate het veiligheidsrisico dat van de verontreiniging uitgaat, varieert. Als de scores van twee varianten met de 33/33/34-verdeling dicht bij elkaar liggen, mag de deskundige eveneens het gewicht laten variëren en bijvoorbeeld één aspectgroep meer laten doorwegen (OVAM, 2011 en Touchant et al, 2011).

De huidige MCA kan aanleiding geven tot een subjectieve beoordeling. De uitkomst van de analyse is voor de beoordeling van een aantal criteria namelijk afhankelijk van de expertise van de bodemsaneringsdeskundige, wat maakt dat een objectieve vergelijking tussen verschillende saneringsvarianten moeilijk is.

Een weergave van de verschillende parameters van de huidige MCA is toegevoegd in bijlage 3.

Afvalvorming

In de huidige MCA wordt de parameter “afval” niet in rekening gebracht. Ook de hoeveelheid grond die als afval gestort wordt, kan in geen enkel criterium ingegeven worden. Touchant et al. (2011) raden aan om dit aspect op te nemen in de nieuwe MCA.

CO2 productie

In de huidige MCA is er geen criterium waar de productie van CO2 t.g.v. de sanering specifiek in kan worden opgenomen. Er is voor de bodemsaneringsdeskundige de mogelijkheid om dit op te nemen onder het criterium “Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten”, maar dit ligt eerder aan het feit dat het criterium niet duidelijk afgelijnd is zodat de deskundige hier een eigen interpretatie aan kan geven. Een duidelijke methode om de CO2-productie in rekening te brengen, is er bijgevolg niet.

De Risicoreductie, Milieuverdienste en Kosten (RMK) methodiek

Algemeen

De risicoreductie, milieuverdienste en kosten-methodiek is een spreadsheet ontwikkeld door Tauw Nederland (1995). Het doel van de methodologie is een beoordelingskader te bieden voor bodemsaneringsvarianten op basis van drie aspecten:

- Risicoreductie
- Milieuverdienste
- Kosten

Het risicoreductie-aspect geeft weer in welke mate de blootstellingsrisico's naar aanleiding van de verontreiniging voor mensen, ecosystemen en overige objecten afnemen in de tijd door het toedoen van de sanering. Het aspect milieuverdienste geeft de combinatie van positieve en negatieve gevolgen voor de verschillende milieucompartimenten weer. Een voorbeeld van een positief effect is het propere grondwater ten gevolge van de sanering. Het gebruik van energie en ruimte is een voorbeeld van een negatief effect. Bij het aspect kosten ten slotte worden de totale kosten van de saneringsvarianten vergeleken. Via een standaardafwijking wordt getracht om ook de onverwachte kosten mee in rekening te brengen.

Het kostenaspect wordt in de RMK methode uitgebreider besproken dan in de MCA methode.

In de RMK methode wordt getracht een objectieve beoordeling te geven aan de hand van een score welke gebaseerd is op het verschil tussen de huidige en de nieuwe situatie. Hierbij wordt steeds een lineair verband gezocht tussen de score en de bijdrage van dit aspect aan de milieuverdienste. In sommige gevallen wordt eveneens het aspect tijd in rekening gebracht. De uiteindelijke score per parameter wordt dan in absolute waarde weergegeven.

Alle scores worden vermenigvuldigd met een wegingsfactor, welke verkregen is op basis van interviews met deskundigen over welke aspecten zij prioritair vinden. Van deze gewichten kan echter gemotiveerd afgeweken worden. Uiteindelijk levert de RMK een score voor elk aspect, welke opgeteld kunnen worden om een totaalscore per saneringsvariant te verkrijgen. Aangezien de genormaliseerde score afhangt van het gewicht, welke in sterke mate subjectief bepaald is door de deskundige, blijft de uiteindelijke milieuverdienste-index een subjectief gegeven (Van Drunen et al, 2001).

De RMK methode is iets minder gebruiksvriendelijk dan de andere methoden. Dit komt doordat er in de berekening van elke score veel gegevens nodig zijn, waardoor het geheel onoverzichtelijk wordt tijdens de uitvoeringsfase. In de andere methoden is het ook duidelijker welke formules gebruikt worden voor de berekening van de index. Zo moeten voor enkele criteria externe programma's gebruikt worden om de index te berekenen. Het voordeel van de RMK methode is dat er mooie, overzichtelijke figuren worden weergegeven van de resultaten van de methode.

Afvalproductie

In de RMK methode wordt het aspect “afvalvorming” (M8) in rekening gebracht. Hierbij wordt de som genomen van alle aanwezige afvalstromen:

$$M8[m^3] = \sum_i Volume \text{ afvalstroom } i$$

Uit praktische overweging wordt er geen rekening gehouden met het milieugevaar dat uitgaat van de afvalstroom. Er wordt uitgegaan dat alle afvalstromen op een verantwoorde manier opgeslagen en/of verwerkt worden. Men probeert het gevaar deels mee te nemen in de aspectgroep kosten: Hoe gevaarlijker het afval, hoe duurder de verwerking.

CO2 productie

In de RMK methode wordt enkel de rechtstreekse emissie van broeikasgassen in rekening gebracht. Het gaat om een combinatie van de emissie door uitdamping, emissie afkomstig van electriciteits- en dieselgebruik en de emissie van verbrandingsovens. Alle emissies worden omgerekend naar inwonersequivalenten.

De emissie ten gevolge van verbruik en verwerking van materialen wordt niet in rekening gebracht.

De Milieuhygiënisch, Kosten en Maatschappelijk (MKM) methodiek

Algemeen

De Milieuhygiënisch, Kosten en Maatschappelijk (MKM)-methodiek is ontwikkeld door Grontmij (2000) en betreft eveneens een spreadsheet voor de beoordeling van verschillende bodemsaneringsvarianten.

Het MKM-model is opgedeeld in drie hoofdaspecten en 29 subaspecten bij welke een waarde ingegeven moet worden. Sommige van deze subaspecten worden dan nog eens verder onderverdeeld zodat een heel uitgebreide methode ontstaat. De scores liggen tussen 1 en 9 of worden verdeeld over “gemiddeld”, “hoog” en “laag” bij het kostenaspect. Uiteindelijk worden deze scores automatisch omgerekend naar een “waarderingsgetal”. Dit getal kan gebruikt worden voor de vergelijking van de verschillende varianten.

De MKM methode brengt meer parameters in rekening dan de MCA. Enkele van deze parameters kunnen als objectief bestempeld worden, maar de meerderheid behoudt toch een subjectief karakter. Een voordeel van de vele parameters is dat het subjectief karakter uitgemiddeld wordt en dat de methode heel breed en volledig is. We kunnen dus stellen dat de

MKM methode uiteindelijk minder subjectief is dan de MCA-methode, maar complexer om uit te voeren. De MKM methode is vergelijkbaar met de RMK methode in het feit dat het een zo breed mogelijk beeld wil scheppen van de saneringstechniek. Dit wordt indien mogelijk gedaan aan de hand van kwantitatieve berekeningen, maar in vele gevallen toch ook een subjectieve beoordeling.

Bij het aspect milieuhygiëne horen alle emissies naar de verschillende milieucompartimenten en de potentiële blootstellingsrisico's tijdens de sanering.

Bij het aspect kosten worden alle verwachte kosten ingevoerd. Deze aspectgroep is veel uitgebreider dan deze in de MCA methode. Zo wordt rekening gehouden met investeringskosten, beheers- en onderhoudskosten, herinvesteringskosten en waardevermeerderingskosten. Al deze kosten zouden in het MCA model onder de standaard kostprijs vallen.

Ook het maatschappelijk aspect wordt uitgebreider behandeld. Hier worden alle actuele en/of potentiële risico's na de sanering, de duur van de sanering, gebruiksbependingen tijdens en na de sanering en de veiligheidsrisico's meegenomen (Grontmij, 2000).

Afvalvorming

In de MKM-methode wordt het begrip "afvalvorming" opgenomen onder het aspect "reststoffenproductie". Onder dit aspect worden alle reststoffen bedoeld welke tijdens de sanering geproduceerd worden en die niet hergebruikt of verwerkt kunnen worden. Concreet zijn dit alle reststoffen die gestort moeten worden. Of het al dan niet om potentieel gevaarlijk afval gaat, wordt niet meegenomen in de analyse.

CO2 productie

Net zoals in de RMK-methode wordt enkel rekening gehouden met de rechtstreekse emissie door het verbruik van energie en de uitdamping van verontreiniging. Er wordt geen rekening gehouden met eventuele CO2-productie gerelateerd aan de productie van machines en van materialen.

Footprint Methodology (EPA)

Algemeen

De US Environmental Protection Agency ontwikkelde begin 2012 een eigen methodologie voor de evaluatie van de CO2-voetafdruk van bestaande bodemsaneringsvarianten. Hierbij worden voor vijf kernelementen waarden ingevuld:

- Materialen en afval
- Water
- Energie

- Lucht
- Land- en Ecosystemen

Deze kernelementen worden onderverdeeld in meetbare eenheden, zodat er een objectieve afweging mogelijk is. De hoeveelheden worden vervolgens via conversiefactoren omgezet in CO₂-equivalenten (CO₂e). O.b.v. CO₂e kan dan een vergelijking gemaakt worden tussen de CO₂-voetafdruk van de verschillende varianten. Andere criteria dan de CO₂-voetafdruk worden niet meegenomen in de evaluatie. Zo worden bv. de hoeveelheid restverontreiniging, de kosten of eventuele maatschappelijke factoren niet meegenomen.

De methodologie verschilt van de voorgaande in het feit dat er, zoals in een LCA-studie, een algemeen kader gecreëerd wordt. Hierbij moeten het doel en de systeemgrenzen van de methode bepaald worden. Bij de systeemgrenzen moet weergegeven worden welke processen al dan niet meegenomen worden in de analyse en hiervoor moet een motivatie gegeven worden. Het voordeel van dit kader is dat verschillende varianten en saneringen beter vergeleken kunnen worden. Het is namelijk duidelijk wat er al dan niet beschreven is. (EPA, 2012).

Afvalvorming

Bij de footprint-methode wordt de CO₂-voetafdruk van het criterium “afvalvorming” mee gekwantificeerd in de aspectgroep “Materials & Waste”. Hierbij wordt er eveneens een onderscheid gemaakt tussen gevaarlijk en niet-gevaarlijk afval. Deze twee worden met een andere omzettingfactor omgezet in CO₂-equivalenten. Het is evident dat voor het niet-gevaarlijk afval een kleinere omzettingfactor gebruikt wordt dan voor het gevaarlijk afval.

Tabel 1: Omzettingfactor gebruikt in de footprint methode

Aspect	Omzettingfactor (pond CO ₂ e/ton)
Gevaarlijk afval	27,5
Niet-gevaarlijk afval	25

Om volledig te zijn, wordt ook rekening gehouden met de hoeveelheid afval welke herbruikt of gerecycleerd kan worden. Dit wordt in mindering gebracht met het geproduceerde afval.

CO₂ productie

De footprint-methode heeft de meest uitgebreide kwantificering in verband met CO₂-productie t.g.v. de sanering. Niet alleen de rechtstreekse emissie wordt meegenomen, ook het gebruik en verbruik van machines en materialen zit vervat in methode.

Het gebruik van verbruik van materialen is meegenomen in aspectgroep “Materials & Waste”. De rechtstreekse emissie van broeikasgassen is vervat in de aspectgroepen “Energy” en “Air”. Elke productie wordt omgezet in CO2 equivalenten.

Vergelijking tussen de verschillende methodologieën

Algemeen

In het vorige deel werden vier methodes voor het vergelijken van bodemsaneringsvarianten toegelicht. In dit hoofdstuk zullen de overeenkomsten en verschillen nader besproken worden.

Algemeen kan gesteld worden dat de EPA-methodologie het meest objectief is. Het objectief vergelijken van meerdere varianten wordt mogelijk gemaakt, omdat het resultaat uitgedrukt wordt in de eenheid CO₂e en omdat er een kader gedefinieerd is m.b.t. de randvoorwaarden en het doel van de studie. Bij de MKM-methode is er eveneens een relatief objectief resultaat, maar wordt er geen kader gedefinieerd. Dit bemoeilijkt enigszins het vergelijken van verschillende studies. De MCA- en RMK-methode tenslotte hebben een subjectiever karakter. Deze methodes zijn niet optimaal om verschillende saneringsvarianten te vergelijken aangezien de uitvoerder zelf beslist welke subjectieve waarde hij aan een aspect toekent (Cappuyns en Bouckennooghe, 2010; EPA, 2012).

Bij het vergelijken van verschillende bodemsaneringsvarianten is het belangrijk om een zo volledig en objectief beeld te scheppen van de variant. Daardoor dienen naast de impact op mens en milieu, ook de kosten van de verschillende varianten in rekening gebracht te worden. De methodes MCA, MKM en RMK doen dit via de aspectcategorie Kosten. Hierbij worden de kosten, inclusief onverwachte kosten, geschat. Bij de EPA-methode wordt dit aspect niet meegenomen. Hier wordt enkel de impact op het milieu berekend via de CO₂-voetafdruk en worden andere financiële of maatschappelijke aspecten niet besproken. Indien er een globale vergelijking nodig is, moet dit via de combinatie met een andere methode berekend worden.

Binnen de aspectgroep milieuhygiëne zijn er ook enkele verschillen tussen de verschillende methodes. Zo wordt bij de RMK het ruimtegebruik van de sanering in rekening gebracht. Dit wordt bij de andere methodes niet gedaan. Het uitdampen van vluchtige parameters naar de omgeving is dan weer een aspect dat enkel gebruikt wordt in MKM en RMK. Het produceren van afval wordt, in tegenstelling tot de andere drie methoden, niet meegenomen in de MCA.

Algemeen kan gesteld worden dat de onderverdeling in de MCA-methodologie ruimte voor interpretatie laat. Het is niet duidelijk welke impact thuisheert bij de verschillende criteria. Ook zijn er aspecten of criteria waar een bepaalde overlap mogelijk is (Touchant et al, 2011).

Afvalvorming

In zowel de MKM, RMK als de footprint-methode wordt het aspect “afvalvorming” meegenomen in de analyse. Hierbij dient er wel de bemerking gemaakt te worden dat in de MKM en RMK enkel rekening gehouden wordt met het totale volume of gewicht afval en dat in de footprint methode nog een onderscheid gemaakt wordt tussen gevaarlijk en niet-gevaarlijk materiaal. Hierbij worden andere wegingsfactoren gebruikt voor beide categorieën van afval.

CO2 productie

In alle methoden wordt op één of andere manier rekening gehouden met de CO2-productie.

In de MCA methode is dit mogelijk op een subjectieve manier in het aspect “emissie naar andere milieucompartimenten”. Dit is echter een louter kwalitatieve invulling.

Bij de MKM en RMK methoden kan er wel een kwantitatieve omschrijving gegeven worden, maar wordt er enkel rekening gehouden met rechtstreekse emissies van broeikasgassen door elektriciteit en diesilverbruik, eventueel vermeerderd met de uitdamping van verontreiniging.

In de footprint methode wordt ook de CO2-productie ten gevolge van materiaal en machine gebruik meegenomen. Zo is er ook een bepaalde CO2-uitstoot verbonden bij het vervaardigen van machines en niet enkel bij het gebruik ervan.

Samenvattende tabel vergelijking methodes

Een overzicht van de vergelijking van de verschillende methodes is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2 : Overzicht vergelijking verschillende methodes

Aspecten (+aantal criteria)	Huidige MCA	MKM	RMK	EPA
Milieu	X (8)	X (15)	X (8)	X (19)
Afvalvorming	O	X (1)	X (1)	X (3)
CO2	X (1)	X (3)	X (2)	X (13)
Maatschappij/omgeving	X (4)	X (9)	X (11)	O
Kosten	X (2)	X (5)	X (8)	O
Scores parameters				8.1.1
Meetbaar (kwantitatief)	Beperkt	X	X	X
Expert judgement (kwalitatief)	X	X	X	O
Bepalen gewichten				8.1.2
Vast	X	O	X	O
Vast-variabel	(X)	O	X	O
Variabel	O	X	O	X

Legende:

X (n): Opgenomen in methode (aantal criteria dat bij dit item geëvalueerd wordt)

(X): Kan opgenomen worden

O: Niet opgenomen in methode

Meetbaar: Kwantitatieve beoordeling mogelijk

Expert judgement: Kwalitatieve beoordeling nodig

Referenties literatuurstudie

Beinat, E., van Drunen, M.A., Janssen, R., Nijboer, M.H., Koolenbrander, J.G.M., Okx, J.P., Schütte, A.R. (1998). The REC decision support system for comparing soil remediation alternatives: Phase 2: A methodology based on Risk reduction, Environmental merit and Costs. CUR/NOBIS. p.51-56.

Van Drunen, M.A., Beinat, E., Nijboer, M.H., Haselhoff, A.T. (2001). De RMK methodiek voor het beoordelen van bodemsaneringsvarianten: Fase 3: Een methodiek gebaseerd op Risicoreductie, Milieuverdienste en Kosten (RMK). CUR/NOBIS. p. 12-21.

Cappuyns, V. and Bouckennooghe D. (2010). Kritische evaluatie van een nieuwe bodemsaneringstechniek aan de hand van de REC- en de BATNEEC-methode. HUB research paper, Economics & management. p. 1-21.

Touchant, K., Lookman, R., Vercalsteren, A., Boonen, K. (2011c). CO2-calculator voor bodemsaneringsprojecten – Aanbevelingen voor opname in de MCA. VITO nv. 39 p.

OVAM (2011). OVAM standaardprocedures bodemsaneringsproject, versie 2011. OVAM. 193 p.

Pachon, C., Vaughn, S., Carpenter, D., Goldblum, D., Thornton, H., Bradley, B., Morrison, K., Rehder, T., Gill, M., Santiago-Ocasio, J., Scheuermann, K., Lynch, K. (2012). Methodology for understanding and reducing a project's environmental footprint. US Environmental protection agency. 72 p.

<http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemsaneringstechnieken/i-de-keuze-van-bodemsanering9722/i3-beschrijving-afwegingsmethoden>

Bijlage

3

Weergave van de huidige MCA

Multicriteria analyse

Algemene afwegingsmethodiek

Na het opstellen van de saneringsvarianten worden deze ten opzichte van elkaar beoordeeld in een multicriteria-analyse.

De verschillende criteria die worden gewogen in de analyse zijn onderverdeeld in drie aspectgroepen:

Milieuhygiënische aspectgroep;
(Uitvoerings)technische aspectgroep;
Financiële aspectgroep.

De beoordelingssystematiek is erop gericht om per aspectgroep de saneringsvarianten met elkaar te vergelijken en te beoordelen.

Een overzicht wordt gegeven in Tabel 10. Er worden rangordescorres toegekend per criterium van een aspectgroep bv. M1,1, M2,1 en M3,1. De minimale score per criterium en per variant is 1 en de maximale score is 9. Het totaal aantal te verdelen scores (St) is het gemiddelde van de scorebandbreedte $[(1+9)/2=5]$ vermenigvuldigd met het aantal te beoordelen varianten (V).

$$St = 5 \times V$$

Indien er bijvoorbeeld 3 varianten beoordeeld worden is het totaal van de te verdelen scores 15. Een score van 9 impliceert een uitermate positieve beoordeling voor een bepaald criterium van een bepaalde saneringsvariant ten opzichte van de andere varianten. Door de som van de rangordescorres van ieder criteria van een aspectgroep te vermenigvuldigen met het gewicht wordt een subtotaal per een aspectgroep toegekend. De totaalscore per saneringsvariant wordt bekomen door de deelscores voor de 3 aspectgroepen op te tellen. De evaluatie van de verschillende varianten bestaat uit een vergelijking van de totaalscores per saneringsvariant, waarbij de saneringsvarianten met de hoogste scores de voorkeur genieten.

In principe moeten de rangorde scores steeds zo evenredig mogelijk worden toegekend. Een klein verschil tussen 2 varianten voor een bepaald aspect moet resulteren in een klein verschil in score. Om dit zo objectief mogelijk te doen worden voor een aantal subcriteria (rekenkundige) regels opgelegd. Deze zijn terug te vinden onder hoofdstuk 5.4.2. Voor bepaalde gevallen worden geen regels opgelegd. Voor deze varianten, moet een onderbouwing op kwalitatieve wijze worden gegeven over de keuze van de rangordescorres per saneringsvariant.

Bij het opstellen werd uitgegaan van een evenredige verdeling tussen de verschillende gewichten van de aspectgroepen (milieuhygiënische 34, (uitvoerings)technische 33 en financiële 33). Er werd gestreefd om de criteria zo objectief mogelijk evalueerbaar te maken.

Daarom werd ervoor gekozen om de gewichten gelijk te verdelen over de verschillende criteria binnen een aspectgroep. De reden hiervoor ligt in de onmogelijke opdracht om dit op objectieve wijze uit te voeren. Een uitzondering hierop is de financiële aspectgroep. Binnen deze aspectgroep wordt de score voor “kosten” op 2/3 van de totaalscore geplaatst en “restverontreiniging na sanering” op 1/3. Dit gezien de belangrijke impact van de kosten van de sanering.

De methodologie van “Multi-criteria” analyse berust in belangrijke mate op een subjectief oordeel van de bodemsaneringsdeskundige met betrekking tot het toekennen van scores. Om een bepaalde saneringsoptie met een zekere graad van vertrouwen te kunnen beschouwen als de “optimale” saneringsvariant is het nodig dat de analyse uitgevoerd is met de nodige kennis en professionalisme. De analyse dient zo transparant mogelijk te worden uitgevoerd.

Criterion	gewicht	Variant 1 Score (min. 1, max. 9)	Variant 2 Score (min. 1, max. 9)	Variant 3 Score (min. 1, max. 9)
Milieuhygiënisch				
niveau behalen decretale doelstellingen grond	XM/8	M1,1	M2,1	M3,1 = (15-M1,1-M2,1)
niveau behalen decretale doelstellingen grondwater	XM/8	M1,2	M2,2	M3,2 = (15-M1,2-M2,2)
totale vuilvracht vermindering	XM/8	M1,3	M2,3	M3,3 = (15-M1,3-M2,3)
beperkingen na sanering voor het gebruik	XM/8	M1,4	M2,4	M3,4 = (15-M1,4-M2,4)
verbruik secundaire grondstoffen tijdens sanering	XM/8	M1,5	M2,5	M3,5 = (15-M1,5-M2,5)
Rechtstreekse emissie nr andere milieucompartimenten	XM/8	M1,6	M2,6	M3,6 = (15-M1,6-M2,6)
andere milieuhinder tijdens de sanering	XM/8	M1,7	M2,7	M3,7 = (15-M1,7-M2,7)
Saneringsduur en beleidsdoelstellingen	XM/8	M1,8	M2,8	M3,8 = (15-M1,8-M2,8)
XM hoger naarmate het actuele risico verhoogt	XM=34			
Subtotaal		M1 = XM/8 x (M1,1+...+M1,8)	M2 = XM/8 x (M2,1+...+M2,8)	M3 = XM/8 x (M3,1+...+M3,8)
Technisch				
afwezigheid bijkomende hinder tijdens de sanering	XT/4	T1,1	T2,1	T3,1 = (15-T1,1-T2,1)
effectieve schade ten gevolge van de sanering	XT/4	T1,2	T2,2	T3,2 = (15-T1,2-T2,2)
potentiële schade ten gevolge van de sanering	XT/4	T1,3	T2,3	T3,3 = (15-T1,3-T2,3)
veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering	XT/4	T1,4	T2,4	T3,4 = (15-T1,4-T2,4)
XT hoger in functie van het veiligheidsrisico/milieurisico	XT=33			
Subtotaal		T1 = XT/4 x (T1,1+...+T1,4)	T2 = XT / 4 x (T2,1+...+T2,4)	T3 = XT/4 x (T3,1+...+T3,4)
Financieel				
kosten sanering	2 x XF/3	F1,1	F2,1	F3,1 = (15-F1,1-F2,1)
waarde van de restverontreiniging	XF/3	F1,2	F2,2	F3,2 = (15-F1,2-F2,2)
XF lager naarmate het actuele risico verhoogt	XF=33			
Subtotaal		F1 = XF/3 x (2 x F1,1 + F1,2)	F2 = XF/3 x (2 x F2,1 + F2,2)	F1 = XF/3 x (2 x F3,1 + F3,2)
Totaal	100	V1 = M1 + T1 + F1	V2 = M2+T2 + F2	V3 = M3 +T3 + F3

Toelichting verschillende criteria

Als er verwezen wordt naar het ogenblik “na sanering” dan wordt hiermee bedoeld het ogenblik waar de actieve sanering is beëindigd. Monitoring en nazorg worden dus niet betrokken om de sanering te evalueren. Dit is om te voorkomen dat bijvoorbeeld bij traag biologisch afbreekbare stoffen men zou kunnen stellen dat er geen restverontreiniging meer zal zijn na sanering. Dit is mogelijk correct, maar de termijn waarbinnen dit dan gebeurt ligt in eerste instantie niet vast en het is mogelijk dat er ondertussen al een paar overdrachtsmomenten zijn geweest die dan toch slaan op het verhandelen van verontreinigde terreinen.

Aspect milieuhygiëne

Niveau behalen decretale doelstellingen vaste deel van de aarde

Dit criterium evalueert het niveau dat met deze techniek kan gehaald worden voor het vaste deel van de aarde en dit zoals verwoord in het bodemsaneringsdecreet:

Gebruiksbeperkingen, bestemmingsbeperkingen;
wegnemen risico's (al of niet met het formuleren van gebruiksaanbevelingen);
saneren bodemsaneringsnorm;
saneren richtwaarden.

Bij het toekennen van scores moeten de verhoudingen tussen de verschillende terugsaneringswaarden gerespecteerd worden. Zo zal de score voor een sanering tot richtwaarden zich moeten verhouden tot de score voor een sanering tot de bodemsaneringsnorm zoals de richtwaarde voor die parameter zich verhoudt tot de bodemsaneringsnorm. Wanneer er gesaneerd wordt tot er geen risico's meer kunnen zijn, wordt er gerekend met een concentratie waarvan de deskundige met zekerheid kan stellen dat deze geen risico meer zal kunnen vormen: de concrete invulling van de saneringsdoelstelling. Indien via de variant niet de strengste risicogrenswaarde kan bereikt worden, en er gebruiksaanbevelingen geformuleerd dienen te worden, dient zich dit eveneens te vertalen in de hoogte van de score ten opzichte van een variant waarmee de strengste risicogrenswaarde kan worden bereikt en er geen gebruiksaanbevelingen nodig zijn.

Niveau behalen decretale doelstellingen grondwater

Dit criterium evalueert het niveau dat met deze techniek kan gehaald worden voor het grondwater en dit zoals verwoord in het bodemsaneringsdecreet:

gebruiksbeperkingen, bestemmingsbeperkingen;
wegnemen risico's (al of niet met het formuleren van gebruiksaanbevelingen);
maximaliseren bodemsaneringsnorm;
saneren richtwaarden.

Bij het toekennen van scores moeten de verhoudingen tussen de verschillende terugsaneringswaarden gerespecteerd worden. Zo zal de score voor een sanering tot richtwaarden zich moeten verhouden tot de score voor een sanering tot de bodemsaneringsnorm zoals de richtwaarde voor die parameter zich verhoudt tot de bodemsaneringsnorm. Wanneer er gesaneerd wordt tot er geen risico's meer kunnen zijn, wordt er gerekend met een concentratie waarvan de deskundige met zekerheid kan stellen dat deze geen risico meer zal kunnen vormen : de concrete invulling van de saneringsdoelstelling. Indien via de variant niet de strengste risicogrenswaarde kan bereikt worden, en er gebruiksaanbevelingen geformuleerd dienen te worden, dient zich dit eveneens te vertalen in de hoogte van de score ten opzichte van een variant waarmee de strengste risicogrenswaarde kan worden bereikt en er geen gebruiksaanbevelingen nodig zijn.

Totale vuilvracht vermindering

Dit criterium evalueert de totale vuilvrachtreductie die iedere variant behaalt. De vuilvrachtreductie kan per variant worden berekend aan de hand van de uitgangspositie en te verwachten resultaten. Vervolgens wordt de score per variant bepaald door een normalisatie van de verschillende reducties :

V_t = totale vuilvracht voor sanering (kg)

V_{1e} = (eind)vuilvracht na sanering bij variant 1 (kg)

V_{2e} = (eind)vuilvracht na sanering bij variant 2 (kg)

V_{3e} = (eind)vuilvracht na sanering bij variant 3 (kg)

$V_{1r} = (V_t - V_{1e}) / V_t$ = Relatieve vuilvracht reductie bij variant 1

$V_{2r} = (V_t - V_{2e}) / V_t$ = Relatieve vuilvracht reductie bij variant 2

$V_{3r} = (V_t - V_{3e}) / V_t$ = Relatieve vuilvracht reductie bij variant 3

$V_{tr} = V_{1r} + V_{2r} + V_{3r}$ = som van de vuilvracht reducties

S_t = totaal aantal te verdelen scores (bij drie varianten is dit 15)

De score van iedere variant wordt dan :

$M_{1,3} = S_t \times V_{1r} / V_{tr}$

$M_{2,3} = S_t \times V_{2r} / V_{tr}$

$M_{3,3} = S_t \times V_{3r} / V_{tr}$

Beperkingen die na de uitvoering van de sanering zullen gelden voor het gebruik

Men kan zich allerhande beperkingen voorstellen, maar hier zijn ook inbegrepen : verbod op grondwatergebruik, niet realiseren van bestemmingen, verbod op graafwerken,.... Zelfs al is het mogelijk om na de saneringswerken een bepaald bodemgebruik toe te passen, toch dient men deze factoren nog steeds te evalueren. Uiteindelijk kan na het bodemgebruik binnen haar bestemming wijzigen zodat er na verloop van tijd wel de noodzaak bestaat om een bepaald gebruik te realiseren. Ook de beperkingen in gebruik waarvoor er gebruiksadviezen dienen te worden geformuleerd, dienen hier in rekening te worden gebracht.

Men kan bijvoorbeeld bij een bepaalde saneringsvariant de bodem afdekken zodanig dat een isolatievariant wordt gecreëerd. Deze isolatie heeft tot doel om te voorkomen dat er rechtstreeks contact ontstaat tussen mens en grond. Hoewel de isolatie het risico toch afdoende inperkt na de sanering, dient de beperking, zijnde de noodzaak tot het formuleren van het gebruiksadvies om een afdek te voorzien op het terrein, voorzien te worden in dit criterium.

Verbruik aan secundaire grondstoffen tijdens de sanering

Men kan hier vergelijkend tewerk gaan, nagaan in hoeverre secundaire grondstoffen noodzakelijk zijn, onder andere:

energie (voor transport, ontgraving, werken,...);

chemicaliën (injectie nutriënten,...);

verbruiksgoederen (actieve kool,...);

materiaal (vrachtwagens, laders,...).

Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten

In hoeverre wordt door het toepassen van de techniek hinder veroorzaakt in andere milieucompartimenten. Er wordt gedacht aan:

emissies naar oppervlaktewater;
hydraulische emissies op riool;
emissies naar lucht.

Andere milieuschade tijdens de sanering

Welke milieuhinder wordt er gegenereerd op gebied van onder meer:
geluid en trillingen;
geur;
natuurwaarde;
temperatuur.

Saneringsduur en beleidsdoelstellingen

In hoeverre kan gesteld worden dat de sanering gebeurt binnen het beleidskader, wat betreft termijnen waarbinnen de sanering moet afgerond worden. Hierbij moet niet alleen deze bepaling in rekening gebracht worden, maar tevens bijvoorbeeld bepalingen van ruimtelijke ordening voor het realiseren van bepaalde bestemmingen, het vervallen van milieuvergunningen, waardoor de exploitatie in vraag gesteld wordt en mogelijk een nieuw evaluatiemoment kan volgen,...

Voor het toekennen van scores waarbij enkel de saneringsduur in rekening kan worden gebracht, moeten volgende regels in acht worden genomen. De termijn wordt gerekend vanaf de startvergadering tot het stopzetten van de actieve sanering. Monitoring en nazorg worden dus niet in rekening gebracht.

Alle saneringen die minder dan **2 jaar** duren moeten een gelijke score krijgen. Deze saneringen zijn immers naar BATNEEC en beleidsdoelstellingen als gelijk te beschouwen.

Alle saneringen die meer dan **2 jaar** en minder dan **5 jaar** duren moeten een gelijke score krijgen. Het verschil met de varianten die minder dan 2 jaar duren mag daarenboven niet meer dan 2 punten zijn.

Saneringen die meer dan **5 jaar** duren moeten ook allen een gelijke score krijgen. Er mag een beduidend verschil zijn met de varianten die minder dan 5 jaar duren.

Aspect techniek

Afwezigheid bijkomende hinder tijdens de sanering

Met bijkomende hinder wordt hier onder andere bedoeld
verkeershinder door het afsluiten van wegen;
veiligheid voor het werfpersoneel zoals emissies, gevaren verbonden aan het specifieke karakter van de werken, werken met gevaarlijke producten, brandgevaar, explosiegevaar,...;
veiligheid naar de omgeving toe door bijvoorbeeld gevaarlijke emissies of situaties, brandgevaar, explosiegevaar en dergelijke.

In elk geval kan deze hinder niet overlappen met de milieuhinder die in het milieuhygiëne compartiment werd behandeld.

Aanbrengen van effectieve schade ten gevolge van sanering

Hierbij wordt begrepen het ontstaan van schade waarvan men zeker is. Bijvoorbeeld:
het bewust afbreken van panden;
het afbreken van infrastructures;

het afbreken van tuintjes.

Aanbrengen van potentiële schade ten gevolge van sanering

Hieronder wordt verstaan de risico's die de werken inhouden. Bijvoorbeeld:

explosiegevaar;

zettingsschade;

trilschade.

Veiligheidsmaatregelen tijdens de sanering

Hieronder begrijpt men de noodzakelijke maatregelen die moeten genomen worden om de veiligheid te waarborgen tijdens de sanering, bijvoorbeeld:

onbevoegden op het terrein worden verboden;

geen residentieel gebruik mogelijk;

werken onder zeer strenge veiligheidsvoorwaarden.

Aspect financiën

Kosten van de sanering

Deze post spreekt voor zich, hoe hoger de kosten van de sanering, hoe slechter de score. Noteer dat onder de saneringskosten ook alle kosten begrepen zijn die van belang kunnen zijn. Dit betekent dan ook dat voor de effectieve schade ook de heraanleg moet in rekening gebracht worden, voor de potentiële schade kan mogelijk de verzekeringskost toegevoegd worden. Mogelijk zijn er bepaalde gebruiksbependingen die extra kosten noodzaken (hotelkosten, herlocalisatiekosten,...). De kosten voor eventueel exploitatieverlies, voor een bedrijf in continue exploitatie, kunnen in de kostprijs worden opgenomen. De financiële inspanningen van saneringswerkzaamheden kunnen worden uitgedrukt in gekapitaliseerde kosten (netto actuele waarden). Hierdoor wordt een consistente vergelijking mogelijk van verschillende saneringsvarianten met specifieke uitvoeringstermijnen.

De kosten voor de sanering moeten op een evenredige manier worden opgezet in scores om objectiviteit te verzekeren. Daarom moeten de volgende rekenregels worden gevolgd.

K_1 = kostprijs variant 1

K_2 = kostprijs variant 2

K_3 = kostprijs variant 3

$K_t = K_1 + K_2 + K_3$ = som van de verschillende kostprijzen van alle varianten.

V = aantal varianten in de multicriteria analyse

$St = 5 \times V$ = totaal aantal te verdelen scores (bij drie varianten is dit 15)

De scores worden dan :

$F_{1,1} = St / (V-1) \times (K_t - K_1) / K_t$

$F_{1,2} = St / (V-1) \times (K_t - K_2) / K_t$

$F_{1,3} = St / (V-1) \times (K_t - K_3) / K_t$

Waarde van de restverontreiniging

De restverontreiniging kan ooit, bij een later gebruik, opgegraven worden en zal uiteindelijk toch, in het kader van de wetgeving omtrent het grondverzet, aanleiding geven tot extra kosten. Deze kosten kunnen in principe begroot worden op basis van de restverontreiniging.

Deze redenering gaat ook op voor de grondwaterverontreiniging, maar in mindere mate. De kosten die verbonden zijn aan een restverontreiniging in het grondwater zijn immers veel lager dan kosten die verbonden zijn restverontreiniging in het vaste deel van de aarde.

Men kan dus een perfect bruikbaar terrein realiseren, maar toch kan de waarde van de restverontreiniging zeer hoog blijven (bijvoorbeeld bij een isolatie).

Ook hier moet het evenredigheidsregel worden toegepast.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen :

Ra = hoeveelheid restverontreiniging die bij ontgraving moet worden afgevoerd en gereinigd of gestort wordt

Rh = hoeveelheid restverontreiniging, die niet moet worden afgevoerd, maar die nog wel ter plaatse kan worden hergebruikt of voldoet aan de normen voor bouwstof

Restverontreiniging die zich dieper dan 2 m-mv bevindt, mag op een mindere wijze worden doorgerekend gezien het onwaarschijnlijker is dat deze nog ooit ontgraven zal worden. Deze mag dan ook gedeeld worden door 2.

$$R1 = 2Ra1(+ 2 \text{ m-mv}) + Rh1 (+ 2 \text{ m-mv}) + Ra1 (- 2 \text{ m-mv}) + Rh1 (- 2 \text{ m-mv}) / 2$$

$$R2 = 2Ra2(+ 2 \text{ m-mv}) + Rh2 (+ 2 \text{ m-mv}) + Ra2 (- 2 \text{ m-mv}) + Rh2 (- 2 \text{ m-mv}) / 2$$

$$R3 = 2Ra3(+ 2 \text{ m-mv}) + Rh3 (+ 2 \text{ m-mv}) + Ra3 (- 2 \text{ m-mv}) + Rh3 (- 2 \text{ m-mv}) / 2$$

$$Rt = R1 + R2 + R3$$

V = aantal varianten in de multicriteria analyse

St = 5 x V = totaal aantal te verdelen scores (bij drie varianten is dit 15)

De scores worden dan :

$$F2,1 = St / (V-1) \times (Rt - R1) / Rt$$

$$F2,2 = St / (V-1) \times (Rt - R2) / Rt$$

$$F2,3 = St / (V-1) \times (Rt - R3) / Rt$$

Aanpassing van de gewichten

De gewichten van de aspectgroepen kunnen worden aangepast. Er zijn namelijk een aantal eigenschappen te typeren die van toepassing zijn op de specifieke verontreinigingstoestand en onafhankelijk zijn van de variant. Deze hebben hun invloed op de weging van de drie aspecten onderling. De verdeling van de criteria binnen de aspectgroep moet evenredig blijven.

In principe wordt er uitgegaan van de 34/33/33 verdeling zoals hierboven weergegeven, maar hiervan kan afgeweken worden in functie van /

het al dan niet bestaan van een ernstige risico's waarbij er urgent en drastisch moet worden opgetreden.

het al dan niet bestaan van een veiligheidsrisico.

Ernstige risico's waarbij er urgent en drastisch moet worden opgetreden, kunnen bijvoorbeeld ontstaan bij :

de aanwezigheid van vrij product van mobiele stoffen;

de aanwezigheid van geurhinder;

de aanwezigheid van gemeten concentraties ter hoogte van de receptoren die zich boven de van toepassing zijnde normen bevindt;

een effectieve vastgestelde beweging van de grondwaterverontreiniging.

Als het actuele risico verhoogd is, dan zal het duidelijk zijn dat het financiële ondergeschikt wordt aan het milieuhygiënische, wat het gewicht dan ook in die richting mag sturen.

Tenslotte kan bijvoorbeeld gesteld worden dat het omgekeerde ook mogelijk is, dus dat in geval het potentiële risico zodanig beperkt is (bijvoorbeeld een dieselspill in het kader van een nieuwe bodemverontreiniging), dat het financiële aspect een groter gewicht krijgt dan het milieuhygiënische.

Een verhoogd **veiligheidsrisico** ten opzichte van het bestaande bodemverontreinigingsrisico (zo dit risico niet actueel is) kan bijvoorbeeld ontstaan wanneer:

de complexiteit van de werken een grote invloed op de veiligheid heeft;

de ruimere omgeving zeer gevoelig is voor transportrisico's (aanrijroutes via woongebieden);

de omgeving hindergevoelig is (geluid,...);

de omgeving van de verontreiniging bebouwd is (industrieterreinen, woongebieden zeer nabij);

de nabestemming vast ligt en specifieke bodemeisen stelt.

Als het veiligheidsrisico een belangrijke speler wordt, dan is het van belang dat de juiste technische keuze wordt gemaakt. Ook hier geldt dan dat het gewicht kan toenemen ten nadele van de twee andere aspecten.

Om de impact van het aanpassen van de gewichten duidelijk te maken aan de beoordelers dient volgende **randvoorwaarde** toe te worden gepast. De multicriteria analyse wordt een eerste maal uitgevoerd met de klassieke 34/33/33 verhoudingen, daarna wordt de multicriteria analyse een tweede maal uitgevoerd met een aangepaste verhouding.

Gelet op het belang van de gewichten in de weging, dient een **onderbouwing** op kwalitatieve wijze te worden gegeven over de keuze van de gewichten. Deze onderbouwing dient gefundeerd te zijn op actuele risico's of veiligheidsrisico's zoals hierboven uiteengezet.

Bijlage

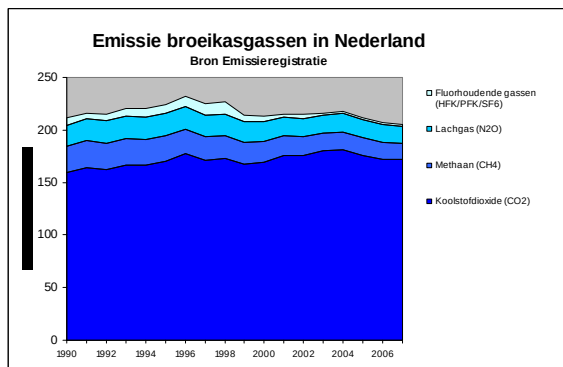
4

Omschrijving CO₂-calculator

Afwegingsmethoden saneringsvarianten – CO₂-rekenmodel

Algemeen

Het afwegen van saneringsvarianten op het onderdeel milieubelasting of duurzaamheid kan plaatsvinden door kwantificering van de CO₂ emissie van de saneringsstrategie (Carbon footprint). In dit onderdeel wordt een model gepresenteerd om de CO₂ emissie van bodemsaneringstechnieken te bepalen.



In dit onderdeel wordt de werking

beschreven van het model dat is ontwikkeld in het kader van het SKB project “Duurzaamheid van bodemsaneringstechnieken” (link (<http://www.skbodem.nl/inhoud.asp?id=22918>)). Andere beschikbare modellen werken veelal op basis van vergelijkbare uitgangspunten.

Beschrijving van het model

Het CO₂-rekenmodel is in 2009 ontwikkeld in het kader van het SKB-project “Kwantificering van de milieubelasting van bodemsaneringstechnieken”. Het model berekent de milieubelasting van een saneringsvariant uitgedrukt in ton CO₂. Het rekenmodel is gebruiksvriendelijk en uitgevoerd als een Excel-rekenblad en kan worden gedownload op de SKB website.

Toepassingsgebied

De kwantificering van de milieubelasting is toepasbaar op verschillende gebieden :

- 4.de afweging en selectie van saneringsvarianten op basis van de belasting van milieucompartimenten in het kader van een saneringsonderzoek (ROSA).
- 5.als onderdeel van gunningcriteria bij Design & Construct aanbestedingen (UAV-GC).
- 6.het beoordelen van de doelmatigheid van langlopende saneringen.
- 7.kwantificeren van de CO₂-emissie om compenserende maatregelen te kunnen bepalen.

Ad 1.

De CO₂ emissie van een saneringsvariant is een onderdeel van het aspect “Belasting van ander milieucompartimenten” dat in ROSA wordt meegenomen als afwegingsaspect.

Ad 2.

In Design en Construct-contracten kan de CO₂-emissie onderdeel worden van de EMVI score (Economisch meest voordelige inschrijving). Aan de CO₂ emissie of emissiereductie kan een minder of meerwaarde worden toegekend door aan de geëmitteerde CO₂ een kostprijs per ton toe te kennen. Hoe sterk dit onderdeel meeweegt in de EMVI score hangt af van de kostprijs die aan de emissie per ton CO₂ wordt toegekend. Er kan gebruik gemaakt worden van de op dat moment geldende handelswaarde van CO₂ (link: <http://www.pointcarbon.com/>) of men kan een hogere waarde kiezen als instrument om de inschrijvers te stimuleren om de CO₂ emissie op het project te reduceren.

De gebruikers van de rekenmodellen zijn milieuadviesbureaus en overheden en bedrijven (mede in het kader van duurzaam inkoopbeleid).

Criteria

Met het rekenmodel kunnen verschillende saneringstechnieken worden doorgerekend. Hiervoor zijn de volgende onderdelen opgenomen: ontgraven landbodem, grondwater onttrekken, grondwater zuiveren, in situ saneren PLI en BLE, in situ saneren MFE, in situ saneren ISCO, in situ saneren biostimulatie, in situ saneren thermisch, toezicht en nazorg, overige varianten. Per saneringsonderdeel worden de benodigde gegevens doorlopen door waarden in te voeren en keuzes te maken via keuzelijsten. Tevens dienen algemene gegevens van de verontreinigings situatie zoals omvang, verontreinigde bodem- en grondwaterlagen, gemiddelde verontreinigingsgehalten en terugsaneerwaarden worden ingevoerd op het invoerscherm.

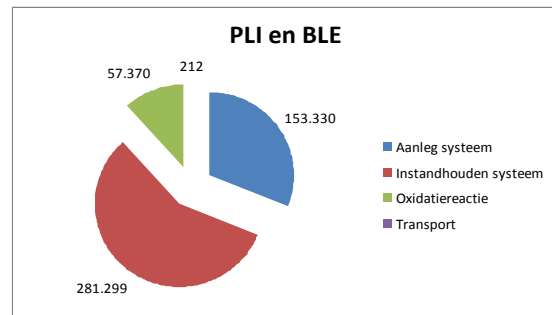
Met het model is het mogelijk om meerdere technieken binnen één variant te beschouwen, om meerdere varianten te vergelijken dient het model voor elke variant afzonderlijk te worden doorlopen. De modelresultaten van de afzonderlijk beschouwde varianten kunnen vervolgens met elkaar vergeleken worden.

Input

De inputgegevens voor het rekenmodel kunnen op het invoerscherm worden ingevoerd waarbij per saneringsonderdeel de relevante aspecten wordt doorlopen. Voor enkele onderdelen is het mogelijk een zogenaamde “gestandaardiseerde berekening” uit te voeren of men kan kiezen voor de optie “zelf details invoeren”. Afhankelijk van de keuze die gemaakt wordt, worden meer of minder invoervakken zichtbaar.

Output

De resultaten van het rekenmodel worden op het uitvoerscherm als absolute CO₂-waarden (tabelvorm) en als grafieken gepresenteerd. Ook worden de hoeveelheden verwijderde vracht, hoeveelheden behandelde grond, emissies van CO₂ in kg, huishoudequivalenten, per kg verwijderde verontreiniging en per m³ verontreinigde grond berekend. De grafieken kunnen desgewenst nog worden aangepast.



Links:

- Website SKBodem (<http://www.skbodem.nl/inhoud.asp?id=22918>)

Bijlage

5

Ruwe data van de Estimated marginal Mean test

Estimates

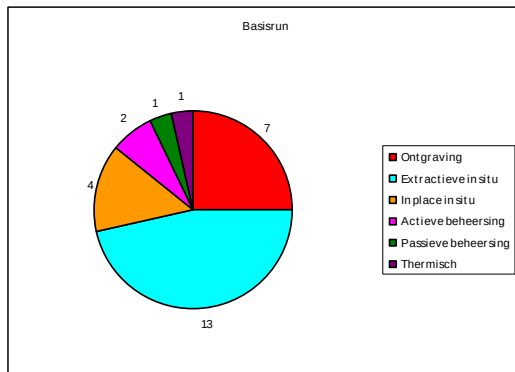
Measure:Output

Type	RUNS	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Ontgraving	1	468,423	11,967	444,562	492,284
	2	466,625	12,234	442,231	491,019
	3	474,569	12,622	449,401	499,738
	4	466,559	12,954	440,730	492,388
	5	474,167	12,150	449,940	498,393
	6	466,267	13,786	438,777	493,756
	7	465,051	14,091	436,954	493,148
	8	454,842	13,564	427,796	481,887
	9	451,634	14,365	422,990	480,277
	10	453,165	13,938	425,373	480,956
	11	455,213	13,586	428,123	482,302
	12	470,546	14,421	441,791	499,301
	13	470,363	12,489	445,460	495,265
	14	461,567	13,699	434,251	488,882

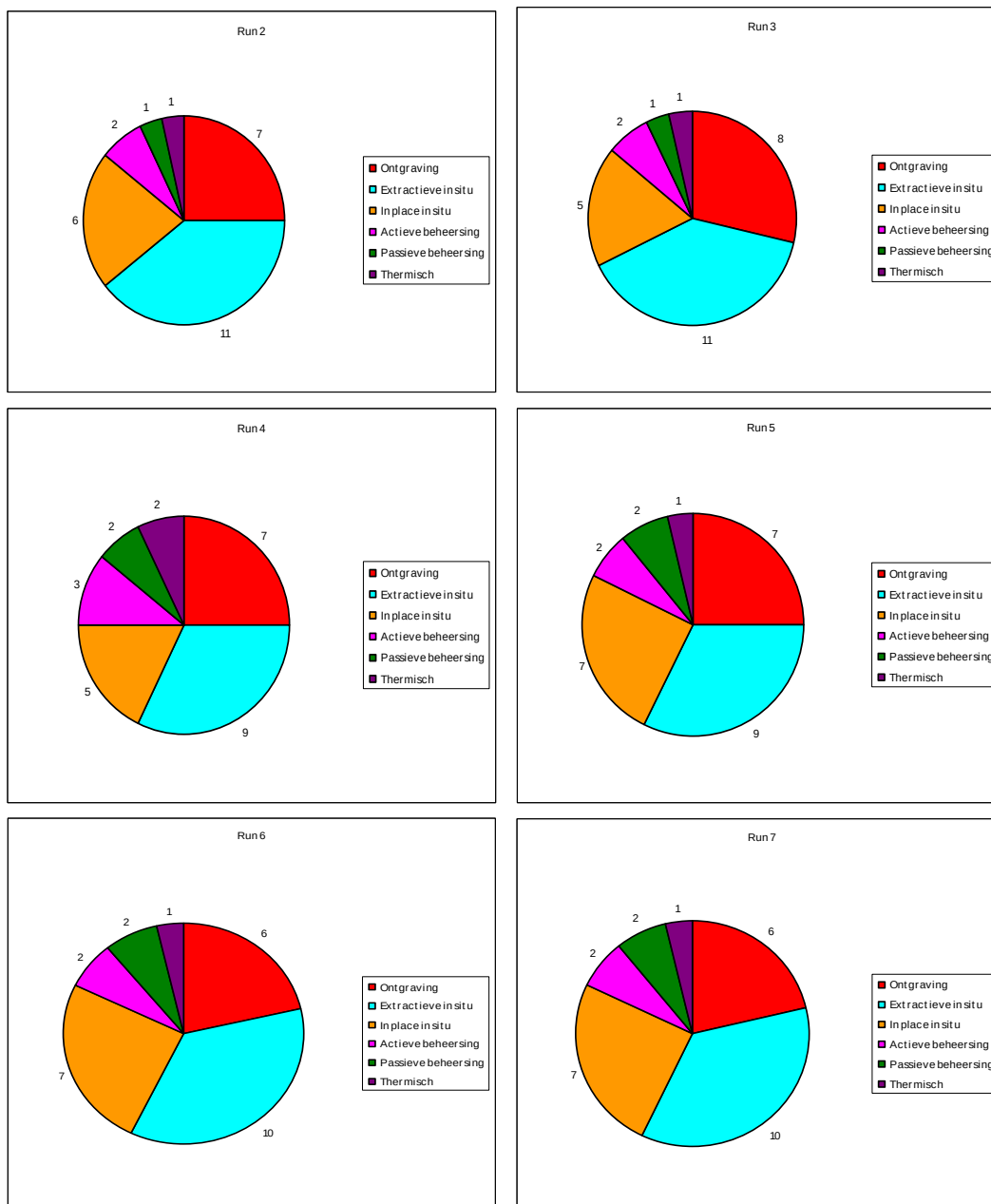
Type	RUNS	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Extractieve in situ	1	511,320	12,204	486,986	535,654
	2	512,510	12,476	487,633	537,387
	3	499,000	12,872	473,333	524,667
	4	502,447	13,210	476,106	528,788
	5	502,500	12,391	477,794	527,206
	6	496,433	14,059	468,400	524,467
	7	495,500	14,370	466,847	524,153
	8	497,037	13,832	469,456	524,618
	9	495,077	14,650	465,866	524,287
	10	495,917	14,214	467,575	524,258
	11	502,007	13,855	474,381	529,633
	12	499,400	14,707	470,076	528,724
	13	504,020	12,736	478,624	529,415
	14	496,507	13,971	468,650	524,363
In place in situ	1	536,688	17,615	501,565	571,810
	2	537,396	18,008	501,489	573,303
	3	527,761	18,580	490,714	564,808
	4	524,064	19,068	486,044	562,084
	5	529,653	17,884	493,992	565,313
	6	545,108	20,293	504,645	585,572
	7	547,486	20,742	506,128	588,844
	8	536,547	19,965	496,738	576,357
	9	542,781	21,145	500,618	584,943
	10	539,814	20,516	498,906	580,722
	11	543,647	19,998	503,773	583,522
	12	536,300	21,227	493,974	578,626
	13	515,696	18,383	479,040	552,351
	14	533,047	20,165	492,840	573,255
Actieve beheersing	1	518,875	24,911	469,204	568,546
	2	518,875	25,467	468,095	569,655
	3	505,111	26,276	452,719	557,503
	4	520,206	26,966	466,437	573,974
	5	512,222	25,293	461,790	562,654
	6	515,256	28,699	458,032	572,479
	7	515,722	29,333	457,234	574,211
	8	521,489	28,235	465,190	577,788
	9	522,189	29,904	462,563	581,815
	10	521,956	29,014	464,103	579,808
	11	525,289	28,281	468,898	581,680
	12	518,900	30,020	459,042	578,758
	13	513,620	25,998	461,781	565,459
	14	515,806	28,517	458,944	572,667

6

Verdeling van de voorkeursvarianten voor de verschillende modelruns



Figuur x: Weergave van de verdeling van de voorkeursvarianten per klasse voor modelrun 1



Figuur xx: Verdeling van de voorkeursvarianten per klasse voor modelruns 2 t.e.m. 7

Bijlage

7

Verslag klankbordgroepvergadering 8 november 2013

Verslag 1

Aanwezig	Griet Van Gestel	OVAM	Opgesteld door
	Nick Bruneel	OVAM	Nele Bal
	Johan Ceenaeme	OVAM	Telefoonnummer
	Sven De Mulder	OVAM	+32 16 35 28 34
	Mark Van Straeten	VEB	E-mail
	Maarten Cuypers	VEB	nele.bal@tauw.be
	Geert Ide	OVb	
	Erik Sweevers	OVb	
	Heidi Van Waes	Agoria	
	Gert Moerenhout	BOFAS	
	Adu Habtie	Vlabotex	
	Peter van den Bossche	Witteveen + Bos	
	Kaat Tochant	VITO	
	Richard Lookman	VITO	
	Dirk Paulus	Tauw	
	Charles Pijls	Tauw	
	Jan Camps	Tauw	
	Nele Bal	Tauw	

Verontschuldigd VMx

Onderwerp Klankbordvergadering "Introductie CO₂-afweging bij BATNEEC-evaluatie

Datum bespreking 8 november 2012

Plaats OVAM-Mechelen

Kopie aan -

Datum 9 november 2012

Ons kenmerk M001-9582293NBA-V01-BE

1. Inleiding: doel van de studie door Griet Van Gestel (OVAM)
2. Kennismakingsronde
3. "Historiek vanuit LCA-studie: Levenscyclusanalyse in bodemsaneringsprojecten" door Kaat Touchant (VITO): zie presentatie in bijlage

4. “Duurzaamheid van bodemsanering: CO₂ calculator in NL als tool om duurzaamheid te bepalen” door Charles Pijls (Tauw Nederland): zie presentatie in bijlage

5. “Aanpassing van de richtlijnen voor BATNEEC evaluatie van BSP’s gebaseerd op LCA en introductie van de CO₂ calculator in de MCA afweging” door Dirk Paulus (Tauw België): zie presentatie in bijlage

6. Discussie

VEB: Wat is de precieze beleidsdoelstelling m.b.t. deze studie? Zijn saneringen dan nu niet duurzaam of groen genoeg?

OVAM:

Het is de bedoeling om het “duurzaamheidsaspect”, wat een beleidsdoelstelling van de OVAM op zich is, te introduceren in de afweging van saneringsvarianten en op deze manier een incentive naar een duurzamere manier van saneren te creëren.

VEB: Wat is de beleidsvisie op de duurzaamheid van saneringstechnieken?

OVAM: Deze studie wil handen en voeten geven aan het duurzaamheidsaspect van saneringen binnen de huidige MCA. Het duurzaamheidsaspect wordt in de huidige MCA al meegenomen, maar op een kwalitatieve manier. Door het kwantificeren van het criterium voor secundaire grondstoffen kan dit op een objectievere manier meegenomen worden. De studie wil dus enerzijds nagaan hoe de score van het criterium secundaire grondstoffen kan berekend worden en anderzijds hoeveel gewicht aan dit criterium binnen de MCA gegeven zou worden. Het doel is dus tweeledig: het MCA-criterium “meer kwantificeren” en “meer verduurzamen”.

VEB (e.a.): Hoe werd omgegaan met de “subjectiviteit van sommige MCA-scores” t.g.v. verschillende interpretaties door de uitvoerende auteur bij het vergelijken van de cases in de studie? Is het niet aangewezen om de scores van de “oudere” BSP-cases opnieuw te berekenen en opnieuw in te voeren voor deze studie? Moet er geen rekening gehouden worden met huidige opgedane kennis t.o.v. het moment van het opstellen van de BSP’s?

Tauw: Voor een aantal kwalitatief te beoordelen criteria gebeurt de evaluatie inderdaad op basis van expert-judgment van de uitvoerende deskundige. Het opnieuw berekenen van de scores en invoeren wordt niet zinvol geacht gezien de beoordeling (of scores) van deze criteria doorheen de uitgevoerde runs niet wijzigt en dus relatief niet zal verschillen. Op deze manier geeft de oorspronkelijke subjectieve beoordeling/score geen aanleiding tot bijkomende verschillen tussen de runs (met variërende gewichten) t.o.v. een nieuwe subjectieve beoordeling/score. Het retrospectief invoeren van de scores o.b.v. afgeronde saneringen geeft geen bijkomende informatie over de impact van de gewichten in de verschillende runs, aangezien slechts één variant effectief in de praktijk werd uitgevoerd en dus afwijkingen kan vertonen t.o.v. de oorspronkelijke variant (zoals beschreven in het BSP) omwille van locatiespecifieke

verwikkelingen. Deze informatie is bijgevolg niet beschikbaar voor de overige twee (niet-geselecteerde) varianten.

VITO: Het retrospectief invoeren van de MCA-scores na het beëindigen van een sanering is, los van deze studie, sowieso een goede oefening die niet veel gebeurt, maar waaruit veel geleerd kan worden.

VEB (e.a.): Hoe moet in de toekomst met de hogergenoemde subjectiviteit bij het uitvoeren van MCA worden omgegaan? Er is nood aan een "legende" voor EBSD hoe kwalitatieve criteria uit de MCA op een eenduidige manier moeten geëvalueerd worden.

Tauw-OVAM: Het uitwerken van een "legende" voor de verschillende "kwalitatieve" criteria van de MCA vormt geen onderdeel van deze studie. Er werd bij de aanvang van de studie wel nagegaan welke "kwalitatieve" criteria op eenvoudige wijze geobjectiveerd konden worden.

BOFAS/Vlabotex: Hoe wordt het "risico op falen" van een saneringsvariant meegenomen in de voorgestelde MCA? In de praktijk wordt nog dikwijls gezien dat er "ongeschikte" technieken voorgesteld worden die de sanering minder efficiënt en effectief zullen doen verlopen dan verwacht (langere duurtijd, ...).

VITO: Het risico op falen moet op voorhand nagegaan worden door het uitvoeren van de nodige testen (labtesten, pilootproeven,...), zodat een goede en haalbare keuze kan gemaakt worden.

OVAM: Er wordt als beleidsdoelstelling vanuit gegaan dat de deskundige drie varianten selecteert die reeds een aanvaardbaar risico op falen vertegenwoordigen. Het criterium "risico op falen" is daarom bewust weggelaten uit de MCA. Er dient door de deskundige een juiste pre-selectie te worden gemaakt die na de selectie van een definitieve variant op een goede manier in de praktijk dient te worden omgezet bij de uitvoering. Het risico op falen zit gedeeltelijk vervat in het criterium saneringsduur en beleidsdoelstellingen.

VEB: Hoe komt het dat in de studie bij het voorgestelde gewicht van 14,7% voor het CO₂-criterium bij een klein aantal shifts in rangorde-verschuiving toch een grote CO₂-reductie wordt berekend?

Tauw: Dit is te wijten aan het feit dat een paar grotere saneringen van voorkeursvariant veranderen naar een variant met een lagere CO₂-emissie.

VEB: Het gewicht van 14,7% aan het criterium "verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen" is hoog t.o.v. andere criteria. Impliceert dit een mindere aandacht voor de andere criteria zoals hinder en overlast tijdens de sanering of veiligheid tijdens de sanering? Deze respectievelijke criteria gaan van de huidige naar de nieuwe MCA van een gewicht van (8,3 + 8,3) naar 5,5 en van 8,3 naar 5,5. Het is toch ook belangrijk dat er aandacht blijft voor bv. het vrijkomen van fijn stof tijdens een sanering. Met de klimaatsverandering dient er toch ook rekening gehouden te worden met extremere weersomstandigheden.

QVB: Het is niet mogelijk om in de MCA rekening te houden met onverwachte weersomstandigheden zoals extreme stormen.

Tauw: Het is niet zo dat een relatief kleiner gewicht voor hinder en veiligheid in de MCA automatisch zal leiden tot minder aandacht voor of grotere risico's op hinder, overlast en veiligheidsrisico's tijdens een sanering. Het gaat hier immers om een gewicht bij het onderling vergelijken van drie varianten die reeds aan de voorwaarden van een goede pre-selectie moeten voldoen. Het is de taak van een goede deskundige om in alle omstandigheden rekening te houden met zo weinig mogelijk hinder, overlast en zo min mogelijk veiligheidsrisico's tijdens een sanering en hiervoor de juiste maatregelen te treffen (vb. preventie voor vrijkomen van fijn stof), en dit los van de vergelijkende beoordeling in de MCA.

Bij de gevoeligheidsanalyse werden in de runs 11 en 12 de aspectgroepen kosten en technisch-maatschappelijk tegenover mekaar afgewogen door de gewichten te laten variëren, waaruit blijkt dat deze wijzigingen weinig impact hebben op de keuze van de variant.

QVB: Vuilvrachtverwijdering moet de belangrijkste doelstelling blijven van sanering en krijgt nu een laag gewicht (zijnde 4,4) in de voorgestelde MCA. Er wordt ook niet naar de tertiaire effecten gekeken. Het is toch ook belangrijk dat als eindresultaat van een sanering zo weinig mogelijk restverontreiniging aanwezig is. Wie gaat er anders nog op deze gronden willen wonen?

OVAM: Bij de uitvoering van de MCA moet sowieso vertrokken worden van drie varianten die aan de doelstelling van een sanering voldoen. De waarde van de restverontreiniging wordt meegenomen in de afweging o.b.v. de MCA: o.a. criterium "waarde van de restverontreiniging" onder aspectgroep kosten en in het criterium "gebruiksbeperkingen na sanering" onder aspectgroep technisch en maatschappelijk. Het gewicht "waarde van de restverontreiniging" verandert niet.

VEB: Het criterium CO₂-uitstoot heeft in de voorstelde MCA een hoger gewicht dan restverontreiniging en vuilvracht. Is dat wel correct? Vuilvrachtverwijdering is toch het hoofddoel van bodemsanering en niet CO₂-reductie.

OVAM: Het criterium "verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen" omvat meer dan enkel de gekwantificeerde CO₂-uitstoot. Het is eveneens een **maat voor de duurzaamheid van saneringen in het algemeen**: zijnde aandacht voor vermindering van (fossiel) energieverbruik, alternatieve vormen van energie, voor materialenverbruik, klimaatwijziging, ... Hiermee rekening houden en draagvlak creëren voor meer aandacht en een betere toepassing is eveneens een taak van de OVAM.

VEB: Er is teveel subjectiviteit bij de evaluatie van de kwalitatieve criteria in de MCA. De beoordelingsmethode zou beter omschreven moeten worden. De fouten bij de beoordeling van andere criteria komen nu meer tot uiting. Per techniek hoort een andere saneringsdoelstelling. De mate van vuilvrachtverwijdering is niet voor elke techniek hetzelfde.

BOFAS: Er zijn weinig technieken die tot goede resultaten leiden. Er zijn veel dossiers in deze studie die bv. nog niet afgerond zijn. Er moet op tijd kunnen afgerond worden met saneren.

OVB: Voor tankstation-saneringen is er inderdaad slechts een beperkte keuze mogelijk.

OVB: De saneerders zijn vragende partij voor duurzaam transport via waterwegen, maar dit is duur.

Tauw: CO₂-emissie van transport via waterwegen kan berekend worden met de CO₂-calculator

Vlabotex: I.v.m. het risico op falen moet de zekerheid van saneringstechnieken door de deskundigen voorafgaandelijk (in de pre-selectie) meegenomen worden.

OVAM: Bij het vergelijken van de huidige en voorgestelde MCA worden een aantal verschuivingen in gewichten waargenomen. Dit is logisch, want als één criterium een hoger gewicht krijgt (in dit geval het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen”, zijnde het duurzaamheidscriterium met een voorgesteld gewicht van 14,7%), dan zullen de gewichten van de andere criteria noodzakelijkerwijze lager zijn. Als uitgangspunt bij beide voorstellen van de MCA en op basis van de opgedane ervaring in het verleden is een **gelijkmatige verdeling tussen de verschillende aspectgroepen en de bijhorende criteria** overgenomen. Zie tabel hieronder ter illustratie.

Tabel : Vergelijking aantal relevante gewichten huidige en voorstel MCA

Huidige MCA	Gewicht	Voorstel MCA	Voorstel gewicht
Milieuhygiënisch totaal	33	Milieuhygiënisch lokaal + regionaal	22+22
<i>Totale vuilvrachtvermindering</i>	<i>4,3</i>	<i>Totale vuilvrachtvermindering</i>	<i>4,4</i>
<i>Verbruik secundaire grondstoffen</i>	<i>4,3</i>	<i>Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen</i>	<i>14,7</i>
<i>Afvalproductie: niet opgenomen</i>	<i>0</i>	<i>Productie niet-herbruikbaar afval</i>	<i>7,3</i>
Technische aspecten totaal	33	Technische en maatschappelijke aspecten totaal	22
<i>Hinder</i>	<i>8,3</i>	<i>Hinder</i>	<i>5,5</i>
<i>Schade (effectief en potentieel)</i>	<i>(8,3+8,3)</i>	<i>Schade</i>	<i>5,5</i>
<i>Veiligheidsmaatregelen</i>	<i>8,3</i>	<i>Veiligheidsmaatregelen</i>	<i>5,5</i>
Financiële aspecten totaal	33	Financiële aspecten	34

Het criterium “vuilvrachtverwijdering” en “milieuhygiëne lokaal + regionaal” krijgen in het voorstel voor de nieuwe MCA dus een relatief hoger gewicht dan in de huidige MCA. Voor “schade” ligt het voorgestelde gewicht inderdaad lager dan voorheen.

Tauw: er is bij de doorrekening van de gewichten o.b.v. de 28 cases rekening gehouden met de **dubbele doelstelling**: namelijk

1) enerzijds een aanvaardbare (en dus statistisch net geen relevante) impact op de scoreberekening t.a.v. de huidige MCA (grens van statistisch niet-verschillend model in score-berekening)

in combinatie met

2) een zo groot mogelijke CO₂-reductie (zo hoog mogelijk gewicht CO₂-criterium zonder een statistisch verschillend MCA-model qua score-berekening).

Vandaar dat o.b.v. de oefening met de 28 cases het voorgestelde gewicht van 14,7% in de scharnierzone (statistische limiet) ligt zodat aan de beide doelstellingen voldaan wordt: er is **net geen significant** (en dus een aanvaardbaar) verschil tussen de huidige en nieuw voorgestelde MCA in combinatie met een **zo groot mogelijk impact van het duurzaamheidscriterium**.

*Tauw wil ook benadrukken dat er o.b.v. de uitgevoerde test met de 28 cases een **beperkte impact is op de keuze van de saneringstechnieken** o.b.v. de voorgestelde MCA. Enkel voor de saneringstechnieken met een intensief energieverbruik (o.b.v. fossiele brandstof en/of grijze stroom) (zijnde thermische verwerking van ontgraven grond, totaal-ontgravingen en extractieve technieken (bv. pump and treat) met een lange duurtijd (bv. 10 jaar)) is er in een beperkt aantal gevallen een verschuiving naar een minder energie-intensieve techniek vast te stellen. In de andere gevallen worden er geen wijzigingen vastgesteld.*

VEB: De doelstelling van saneringen is vuilvrachtverwijdering. Waarom krijgt dit criterium dan maar 4,4 aan gewicht? Moet daar dan ook geen scharnierpunt voor gezocht worden waarbij dit criterium wordt opgeblazen tot een zo groot mogelijk gewicht?

Tauw: Er is een gevoeligheidsanalyse (runs 13 en 14) uitgevoerd waarbij het criterium voor vuilvrachtverwijdering werd getest versus CO₂-uitstoot en omgekeerd. Hieruit blijkt dat er slechts een beperkte verschuiving in saneringsvarianten optreedt.

VEB: Klopt deze gevoeligheidsanalyse dan?

OVB (e.a.): Is het criterium CO₂-emissie wel relevant als je het een gewicht van 14,7% moet geven om te het laten meetellen? Waarom moet het dan in de MCA meegenomen worden? Misschien zijn er andere instrumenten die beter zijn om rekening te houden met de CO₂-uitstoot bij saneringen.

OVAM: Het is een doelstelling van de OVAM om **duurzaamheid** mee te nemen bij de evaluatie van saneringen met de CO₂-uitstoot als parameter die duurzaamheid vertegenwoordigt. Het criterium "verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen" moet dus op een **brede manier** bekeken worden dan enkel als een berekende CO₂-uitstoot.

OVAM: Als de waarde van 14,7% te hoog is: welke waarde zou het gewicht dan volgens de stakeholders moeten krijgen?

Er werd op deze vraag geen direct antwoord gegeven.

VEB: Er zou een Maatschappelijke-Kosten-Baten-Analyse (MKBA) moeten gebeuren waarbij alle criteria in een geldwaarde worden omgezet zodat een nauwkeurige analyse van de impact op de toekenning van gewichten kan uitgevoerd worden. De stakeholders zouden kunnen bevroegd worden over de gewichten van alle criteria.

OVAM: Het omzetten van alle criteria in een geldwaarde is niet de beste oplossing.

Tauw: Het bevragen van stakeholders voor het toekennen van gewichten werd in de aanvangsfase van de studie besproken, maar werd niet weerhouden binnen deze opdracht aangezien het voor deze studie niet de bedoeling van de OVAM was om een volledige nieuwe MCA uit te werken.

VEB: Als er een CO₂-calculator is, waarom wordt er dan ook geen vuilvracht-calculator gemaakt? Vuilvrachtberekeningen zijn moeilijk uit te voeren en exact te kwantificeren.

Hierover was er onenigheid rond de tafel. Sommige vonden dat vuilvracht-reductie exact te berekenen en te voorspellen was, anderen dan weer niet.

OVAM: Het uitgangspunt van bodemsanering vanuit het beleid is het beheren van risico's t.g.v de aanwezige verontreiniging.

VEB: Het scoresysteem van de andere criteria moet ook in vraag gesteld worden.

Tauw-OVAM: Dit behoorde niet tot de opdracht van deze studie.

OVAM: De doelstelling van deze studie was enerzijds om na te gaan of de CO₂-calculator een goed **instrument** is om de **grootste "CO₂-uitstoot-bronnen"** van saneringsvarianten in kaart te brengen en te **identificeren/kwantificeren** welke deze **bronnen** dan zijn. Daarnaast werd getracht een **"relevant" gewicht** toe te kennen aan het CO₂-gerelateerd criterium waarbij voorlopig 14,7% wordt voorgesteld, maar waarbij hier rond de tafel de vraag wordt gesteld of dit in verhouding is tot andere criteria.

Tauw: *Als de bronnen van een relatief hoge CO₂-uitstoot bij saneringen in kaart gebracht worden, kan er bij de afweging van de saneringsvarianten expliciet rekening mee gehouden worden. Op deze manier kan onderzoek naar het reduceren van de CO₂-uitstoot op deze onderdelen gestimuleerd worden, zodat duurzamere technieken met minder impact ontwikkeld worden. Het rekening houden met het aspect duurzaamheid komt ook het maatschappelijk draagvlak voor saneringen ten goede.*

OVAM: Zijn er opmerkingen over het gebruik van de CO₂-calculator zelf?

BOFAS: Voor gekende technieken zal het mogelijk zijn om alle input-gegevens te verzamelen, maar is dit ook zo voor minder bekende technieken? Er is nu een grote keuze aan

saneringstechnieken mogelijk: is er niet veel tijd en expertise voor nodig om de CO₂-calculator te gebruiken?

VITO: Je hebt grotendeels dezelfde informatie nodig als voor het uitvoeren van de kostenraming.

Tauw: *Bij het uitvoeren van de studie werd naargelang de complexiteit van het project 45 min. tot 1 uur besteed aan het invoeren van de gegevens voor drie varianten. Daarenboven wordt in deze studie ook nog bekeken hoe de kostenraming die moet uitgevoerd worden i.k.v. het BSP aan de CO₂-calculator gekoppeld kan worden om dubbel werk te vermijden.*

BOFAS: Er zou uitgezocht moeten worden welke parameters zeker belangrijk zijn om juist in te voeren in de calculator op basis van reeds uitgevoerde saneringen.

Vlabotex: Voor VOCl-verontreinigingen bestaan er nog geen afgeronde saneringen om gegevens van te gebruiken

Tauw: De belangrijke input-vakjes zijn nu in een kleur aangeduid.

VEB: Hoe wordt de score voor geproduceerd afval verrekend? Is dit per tonnage? Splitsing gevaarlijk / niet-gevaarlijk afval?

OVAM: Dit wordt nog ingevuld.

VEB: Gaat deze voorgestelde MCA vanaf eind november 2012 in voege?

OVAM: Zeker niet vanaf november 2012. Er is nog geen beslissing rond genomen. Eerst dienen de opmerkingen gebundeld en verwerkt te worden. Vanaf volgend jaar komt er wellicht een testfase voor de EBSD.

VEB gaat de studie binnen zijn leden verspreiden en om reactie vragen.

OVAM: Kan dit voor eind november 2012?

VEB: Waarschijnlijk niet

VITO: Voor stroom dienen in de CO₂-calculator Vlaamse waarden te worden gehanteerd i.p.v. Nederlandse waarden. De link naar Soilpedia waar de CO₂-calculator kan gedownload worden, wordt doorgestuurd.

Alle bijkomende opmerkingen mogen nog doorgegeven worden.

Verslag wordt tegen half november 2012 aan alle aanwezigen rondgestuurd.

Opmerkingen op verslag kunnen tot eind november 2012 teruggekoppeld worden.

Samenvatting hoofdlijnen discussie en suggesties om de studie aan te vullen

- Er is vraag naar een duidelijkere omschrijving van de uitgangspunten en beleidsdoelstellingen voor deze studie. Hoe wordt "duurzaamheid" omschreven? Hoe worden

deze doelstellingen in deze studie vertaald? Wat wordt er wel en niet meegenomen bij de uitvoering van de studie?

Dit zal in het rapport bijkomend opgenomen en verduidelijkt worden

- Er is vraag naar de manier van omgaan met de subjectiviteit van de kwalitatieve criteria van deze studie

Een aantal kwalitatieve criteria werden in deze studie geobjectiveerd. Voor de overige kwalitatieve criteria behoort het niet tot de opdracht van deze studie om invulling aan de manier van quoteren te geven.

- Er is vraag naar het retrospectief analyseren van de MCA-scores

Dit behoorde niet tot de opdracht van deze studie. Bovendien is dit moeilijk gezien deze informatie niet voor de drie varianten kan worden ingevoerd.

- Er is vraag naar een duidelijkere onderbouwing van de globale en specifieke (voor het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen”) gewichtsverdeling in de voorgestelde MCA en de verschillen met de huidige MCA

Dit zal in het rapport bijkomend opgenomen en verduidelijkt worden

- Er is een bezorgdheid of het criterium vuilvrachtverwijdering voldoende gewicht krijgt in vergelijking met het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen”
De impact van duurzaamheidscriterium op het aspect vuilvrachtverwijdering bij de keuze van de saneringsvarianten zou bijkomend kunnen worden nagegaan voor de 28 cases (verschil in vuilvracht tussen oorspronkelijk geselecteerde varianten met de huidige MCA en deze met de nieuw voorgestelde MCA zou kunnen berekend worden). Momenteel is dit echter niet in de studie voorzien.

- Er is vraag naar een tool om de vuilvrachtberekeningen uit te voeren

Dit behoorde niet tot de opdracht van deze studie

- Er is vraag vanuit de saneerders (OVb) naar (beleids)-ondersteuning op vlak van duurzaam transport

Dit behoorde niet tot de opdracht van deze studie

- Er is de suggestie tot het uitvoeren van een MKBA voor het toekennen van de gewichten

Dit wordt door de OVAM niet weerhouden.

- Er is vraag naar het evalueren van het score-systeem voor de andere criteria

Dit behoorde niet tot de opdracht van deze studie: zie ook hierboven

- Er is vraag naar de invulling van het scoresysteem voor geproduceerd afval
Dit wordt nog in het rapport opgenomen.

Bijlage

8

Opmerkingen op verslag klankbordgroepvergadering

Geachte mevrouw,

Ik mis één puntje in het verslag, namelijk dat er in de vergelijking van de saneringstechnieken nergens rekening gehouden wordt met de uitvoeringswijze. Aktief kool regenereren of niet, herbruikbaar of eenmalig leidingwerk, type machines die ingezet worden, zijn voorbeelden van parameters die uiteindelijk een grote impact kunnen hebben op de duurzaamheid van een sanering. Misschien zijn deze verschillen in uitvoeringswijze wel even belangrijk (of belangrijker ?) dan de verschillen tussen de verschillende groepen technieken. Binnen de gekozen groepen zijn er trouwens ook grote verschillen tussen de specifieke technieken.

Het lijkt mij nuttig om deze overwegingen ook mee te nemen.

Vriendelijke groeten,

Erik Sweevers

Voorzitter werkgroep AP

OVb

Reactie op bovenstaande opmerking

Het is zeker belangrijk om met de uitvoeringswijze van saneringen rekening te houden bij de selectie van de voorkeursvariant

Betreffende het meenemen van de uitvoeringswijze van saneringen bij de selectie van de voorkeursvariant in de MCA kan gesteld worden:

- dat een aantal van de aangehaalde uitvoeringswijzen kunnen geselecteerd worden in de huidige versie van de CO₂-calculator. Indien nodig, kan in de toekomst geopteerd worden om een aantal nodige aanpassingen m.b.t. de uitvoeringswijzen aan te passen en/of toe te voegen in de huidige versie van de CO₂-calculator
- een aantal van de aangehaalde uitvoeringswijzen (bv. selectie materialen) is onderwerp van andere OVAM-studies (bv. keuze van materialen) en wordt in deze studies geëvalueerd

Bijlage

9

Nota koppeling kostenraming sanering en CO₂-calculator



Notitie

Contactpersonen Karen Zwaneveld-de Roo en Charles Pijls

Datum 11 februari 2013

Kenmerk N001-1215292ORK-V01-BE

Mogelijkheden koppelen van de CO₂-calculator met saneringsraming van OVAM

In het kader van de invoer van de CO₂-voetafdruk in de BATNEEC-afweging voor saneringen wil OVAM graag de mogelijkheden onderzoeken op welke manier er een koppeling kan worden gemaakt tussen de CO₂-calculator en de kostenramingsheet voor saneringen. Deze notitie gaat in op de verschillende mogelijkheden in de wijze van koppelen, welke aanpassingen er nodig zijn en wat de gevolgen van koppeling zijn voor de flexibiliteit en bruikbaarheid van een gecombineerde rekensheet voor saneringskosten en CO₂-voetafdruk.

1. Gewenste rekensheet

Het gewenste eindresultaat is een gecombineerde rekensheet waarin de details van een saneringsvariant kunnen worden ingevoerd met als output een raming van de saneringskosten en de CO₂-voetafdruk. De wens is dat de ontwerpdetails eenmalig worden ingevoerd en voor beide onderdelen in één keer de output resultaten zichtbaar worden. Onderstaand worden de rekensheets die beschouwd zijn kort beschreven.

Rekensheet saneringskosten OVAM

Als rekensheet voor de saneringskosten is als basis het voorbeeld kostprijsraming van de OVAM gebruikt afkomstig uit het document 'Standaardprocedure Bodemsaneringsproject: Deel B Het bodemsaneringsproject'. In deze rekentabel dienen voor de onderdelen voorbereiding, grondwerken, pump & treat en milieukundige begeleiding de ontwerpdetails te worden geraamd door eenheid, eenheidsprijs en hoeveelheid in te voeren. De rekensheet geeft zowel per detailaspect en de totale saneringskosten als output.

CO₂-calculator Tauw

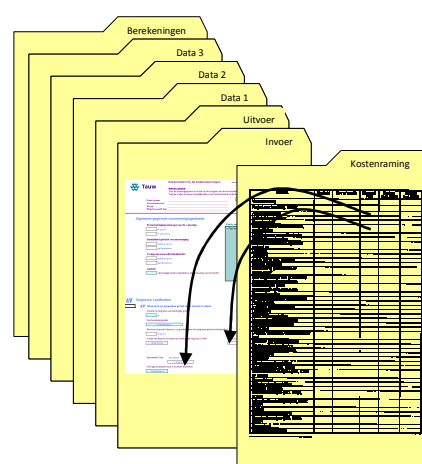
De CO₂-calculator is opgebouwd met zes tabbladen: 'invoerscherm', 'uitvoerscherm', 'databladen 1, 2 en 3' en 'berekeningen'. Op het tabblad 'invoerscherm' worden algemene projectgegevens en de ontwerpdetails van de door te rekenen saneringsvariant ingevoerd. De invoer is opgedeeld in modules voor ontgraven, grondwater onttrekken, grondwaterzuiveren, PLI en BLE, MFE, ISCO, 145/148

biostimulatie, toezicht & nazorg en overige invoeropties. Per module worden de benodigde gegevens doorlopen door de betreffende aspecten in te voeren. Tevens dienen voor verscheidene aspecten keuzes te worden gemaakt via de beschikbare keuzelijsten en is het mogelijk om wel of niet voor een zogenaamde 'gestandaardiseerde berekening' uit te voeren of te kiezen voor de optie 'zelf details invoeren'.

2. Wijze van koppelen

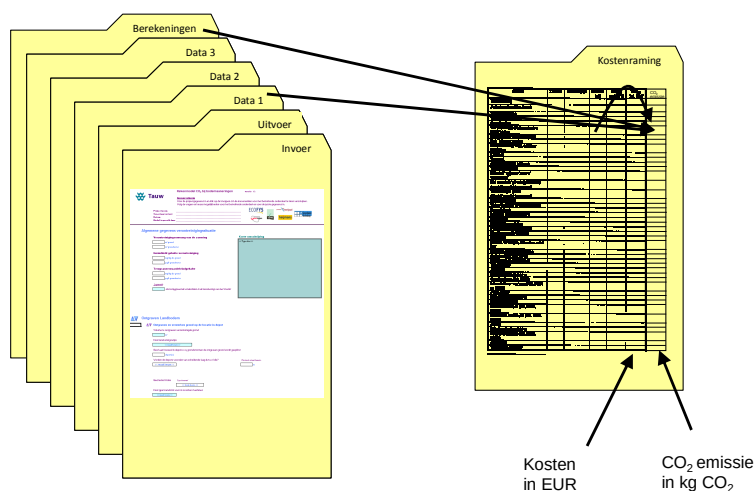
Voor het koppelen van de twee rekensheets zijn er twee opties die gehanteerd kunnen worden:

1. De invoerwaarden voor beide rekensheets worden ingevoerd op het tabblad 'raming saneringskosten'. De sheet 'invoerscherm CO₂-calculator' haalt de gegevens op uit de kolom 'hoeveelheid' van de 'raming saneringskosten'. Vervolgens zal het tabblad 'invoerscherm CO₂-calculator' verder moeten worden nagelopen om de aanvullende detailinformatie die niet in het kostenraming spreadsheet staan en de keuzes voor de CO₂-berekening in te voeren. De berekeningen van de CO₂-calculator worden dan vervolgens volgens het oorspronkelijke model uitgevoerd en het resultaat op het tabblad 'uitvoerscherm CO₂-calculator' weergegeven



2. De rekensheet 'raming saneringskosten' wordt uitgebreid met een extra kolom voor de berekening van de CO₂-emissie en met regels voor het invoeren van detailinformatie die nodig is om de CO₂-voetafdruk te berekenen. Voor elke regel wordt de CO₂-berekening van het betreffende aspect ingevoerd.

De CO₂ emissie wordt dan per regel weergegeven en als totaal onderaan de kolom. De informatie van de databladen van het oorspronkelijke model dienen of te worden opgenomen in de separate berekeningen of als een verborgen blad geïntegreerd worden in de rekensheet zodat de omrekenfactoren in de toekomst aangepast kunnen worden. Voordeel dat op 1 tabblad de



resultaten van de kostenraming en de CO₂ emissie inzichtelijk zijn.

3. Flexibiliteit en bruikbaarheid

Beide opties voor de wijze van koppelen kennen voor- en nadelen gezien de flexibiliteit en bruikbaarheid van beide rekensheets.

Vast format rekensheets kostenraming

Voor beide opties geldt dat de keuze voor het koppelen van deze twee rekensheets tot gevolg heeft dat de ramingen voor saneringskosten evenals de berekeningen van de CO₂ emissie volgens een vast format uitgevoerd moeten worden. Het huidige kostenraming format zal uitgebreid moeten worden met alternatieve technieken die ook zijn opgenomen in de CO₂ calculator.

Flexibiliteit

In zijn algemeenheid geldt dat een koppeling van beide rekensheets leidt tot een vergroot gebruiksgemak, maar ook tot minder flexibiliteit. Er zou moeten worden nagestreefd dat meer dan 80 % van de voorkomende gevallen met de rekensheets kan worden doorgerekend. Ons ontbreekt het inzicht in de ervaring met de standaard kostenraming of dit haalbaar is.

Bij een koppeling volgens optie 1 blijft de flexibiliteit van zowel de CO₂-calculator als de raming van saneringskosten behouden maar dienen voor beide berekeningen in de individuele spreadsheets invoervelden beschouwd te worden. De CO₂-calculator blijft flexibel omdat de keuze mogelijkheden die het model biedt behouden blijven en de raming saneringskosten blijft flexibel omdat het mogelijk blijft om specifieke projectkosten als nieuwe regels in te voegen. De tijdsbesparing in de wijze van koppelen zit in het feit dat overeenkomende detailinformatie eenmalig ingevoerd wordt en er automatisch een koppeling is naar de CO₂-calculator. Uiteraard zijn nieuw toegevoegde regels in de raming saneringskosten niet gekoppeld aan de CO₂-calculator.

Wanneer de koppeling volgens optie 2 wordt uitgevoerd dan gaat de flexibiliteit van de CO₂-calculator verloren. Via deze wijze van koppelen worden de berekeningen op een vaste wijze per regel in de sheet van de raming saneringskosten toegevoegd en zijn er geen keuze mogelijkheden meer. Deze optie beperkt ook de flexibiliteit van de raming van saneringskosten omdat er detailinformatie toegevoegd zal moeten worden die geen of nauwelijks invloed heeft op de kosten maar wel van belang is voor de CO₂-berekening. Dit betekent dat het format van de saneringsraming vast ligt en uniform moet worden uitgevoerd om de output voor de CO₂-voetprint onderling te kunnen vergelijken.

4. Benodigde tijd / kosten

De benodigde tijd en dus kosten om de koppeling uit te voeren is voor de twee opties verschillend.

Omdat de koppeling volgens optie 1 gebaseerd is op het toepassen van beide rekensheets zoals deze nu ook gebruikt worden en er alleen een koppeling tussen enkele invoercellen wordt aangebracht zal deze koppeling in een kortere tijd gerealiseerd kunnen worden. Wel moet er een afweging/keuze worden gemaakt welke invoerdetails in de raming van saneringskosten moeten staan en welke waarden er één op één worden gekoppeld aan de CO₂-calculator. Op basis van ervaring tijdens het ontwerp van de CO₂-calculator wordt verwacht dat voor een dergelijke koppeling circa 5 dagen programmeerwerk nodig is.

De koppeling volgens optie 2 vergt meer tijd omdat alle berekeningen overgenomen moeten worden in de invoerregels van de raming van saneringskosten. Tevens zullen diverse berekeningen moeten worden aangepast om dat de keuzemogelijkheden die de CO₂-calculator biedt niet mogelijk zijn bij deze wijze van koppeling. Op basis van ervaring tijdens het ontwerp van de CO₂-calculator wordt verwacht dat voor een dergelijke koppeling circa 10-15 dagen programmeerwerk nodig is.

Voor beide opties geldt dat de gekoppelde spreadsheets van kosten- en CO₂-berekeningen voor verschillende varianten daarna getest moeten worden. Hierbij moet een zowel een check worden gedaan op de uitkomsten voor CO₂ emissie met de gekoppelde versie met het resultaat van de originele CO₂-calculator als een gebruikerstest met betrekking tot de bruikbaarheid van de gekoppelde modellen. Tevens moet een geïntegreerde handleiding opgesteld worden voor het gebruik van de calculatoren.