



Eerste gefaseerd bodemsaneringsproject

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34
& 3M-fabriek Zwijndrecht – Subzone 1A –
Deel aanpak humaan risico voor PFAS in
de bodem

29 juli 2022

Project nr.: R001-0642375

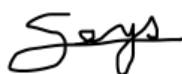
Document details	
Document titel	Eerste gefaseerd bodemsaneringsproject
Document ondertitel	Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht – Subzone 1A – Deel aanpak humaan risico voor PFAS in de bodem
Project Nr.	R001-0642375
Datum	29 juli 2022
Versie	3.0
Geschreven door	Kenneth Seys, Jeroen Jansen, Jan Van linden en Dirk Nuyens
Klantnaam	3M Belgium bv

Ondertekening

29 juli 2022

Eerste gefaseerd bodemsaneringsproject

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht –
Subzone 1A – Deel aanpak humaan risico voor PFAS in de bodem



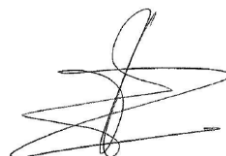
Kenneth Seys
Junior Consultant



Jeroen Jansen
Senior Consultant



Jan Van Linden
Principal consultant



Dirk Nuyens
Principal Partner

ERM, Posthoflei 5 bus 6, 2600 Antwerpen-Berchem

© Copyright 2022 door ERM Worldwide Group Ltd en / of zijn filialen ("ERM").
Alle rechten voorbehouden. Geen enkel deel van dit werk mag worden gereproduceerd of verspreid
in welke vorm dan ook, of op enige manier, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van ERM.

INHOUD

DEEL 1	ADMINISTRATIEVE GEGEVENS	1
	ADMINISTRATIEVE GEGEVENS	2
DEEL 2	NIET TECHNISCHE SAMENVATTING	6
	NIET TECHNISCHE SAMENVATTING	7
DEEL 3	RAPPORT	14
1	INLEIDING.....	15
1.1	Situering van het projectgebied	15
1.2	Aanleiding voor het bodemsaneringsproject.....	16
1.3	Gebruikte standaardprocedure	19
1.4	Aanleiding “gefaseerde aanpak”.....	19
1.5	Opmerkingen OVAM op eerste gefaseerd BBO	21
1.6	Onverenigbaarheid	26
2	CONCEPTUEEL SITE MODEL BODEMSANERING.....	27
2.1	Algemeen	27
2.2	Historiek.....	27
2.2.1	Algemeen.....	27
2.2.2	3M activiteiten: door de cliënt verstrekte informatie	27
2.2.3	Informatie op basis van historische luchtfoto's.....	30
2.2.4	Samenvatting en informatie eerdere bodemonderzoeken	33
2.3	Bodemkundige en hydrogeologische gegevens	39
2.3.1	Geologische opbouw	39
2.3.2	Grondwaterstand	41
2.3.3	Grondwaterstromingsrichting	41
2.3.4	Grondwaterwinningen, waterwingebieden en beschermingszones	42
2.3.5	Grondwaterkwetsbaarheid	43
2.3.6	Oppervlaktewater.....	43
2.4	Beschrijving verontreiniging volgens het eerste gefaseerde BBO (2022).....	45
2.4.1	Saneringsplichtige parameters.....	45
2.4.2	Omvang verontreiniging.....	46
2.4.3	Vuilvrachtberekening	50
2.4.4	Andere potentiële PFAS bronnen buiten het terrein van 3M.....	54
2.4.5	Andere gekende verontreinigingen binnen het grotere projectgebied.....	55
2.5	Voorzorgsmaatregelen/veiligheidsmaatregelen en gebruiksadviezen	62
2.5.1	Voorzorgsmaatregelen/veiligheidsmaatregelen	62
2.5.2	Gebruiksadviezen	62
2.6	De locatie.....	64
2.6.1	Beschrijving te saneren zone: algemeen beeld	64
2.6.2	Beschrijving te saneren zone: detailbeeld subzone 1A.....	65
2.6.3	Terreinbezoek.....	66
2.6.4	Vergunningstechnische omschrijving van de saneringslocatie en omgeving.....	66
2.6.5	Saneringstechnische uitgangspunten en randvoorwaarden	68
2.7	Haalbaarheidsonderzoek, pilootproeven, labotesten	69
2.8	Stabiliteitsmaatregelen	70
2.9	Bijkomende onderzoekverrichtingen – Doel en Uitvoering	70
2.9.1	Uitgevoerd veldwerk	71
2.9.2	Analyses	74
2.10	Bijkomende onderzoekverrichtingen – Resultaten.....	81

2.10.1	Resultaten PFAS-bemonstering bodem.....	81
2.10.2	Resultaten korrelgrootteverdeling	81
2.10.3	Andere resultaten in kader van verwerking gronden.....	82
3	SAMENVATTING RELEVANTE BODEMSANERINGSCONCEPTEN EN MULTICRITERIA-ANALYSE.....	83
3.1	Inleiding	83
3.1.1	Algemeen.....	83
3.1.2	Koppeling met resultaten biomonitoring.....	83
3.2	Opstellen bodemsaneringsvarianten	84
3.2.1	Stap 1: uitwerking technische bodemsaneringsvarianten	84
3.2.2	Stap 2: uitwerken bodemsaneringsvarianten - motivatie.....	86
3.2.3	Selectie bodemsaneringsvarianten	86
3.2.4	Mogelijke optimalisaties	91
4	UITWERKING VAN DE GESELECTEERDE BODEMSANERINGSVARIANT 93	
4.1	Algemeen	93
4.2	Fasering.....	94
4.3	Vorbereidende werken.....	95
4.3.1	Algemeen.....	95
4.3.2	Vorbereidende activiteiten	95
4.3.3	Werkvoorbereiding na conform verklaring voorliggend BSP.....	95
4.3.4	Start-werkvergadering	96
4.3.5	Plaatsbeschrijving & bezoek Tuinexpert / Stabiliteitsingenieur / Boomchirurg	96
4.3.6	Werfinrichting en organisatie	97
4.4	Detail uit te voeren saneringswerken.....	98
4.4.1	Algemene info ontgravingen	98
4.4.2	Ontgraving en aanvulling subzone 1A	98
4.4.3	Afronding werf.....	101
4.4.4	Rapportage en opvolging door OVAM	101
4.5	Kostenraming	101
4.6	Resultaten te bereiken na uitvoering der bodemsaneringswerken	102
4.7	Monitoringsplan	102
4.8	Afwerking van de te saneren zone en hinderlocatie	103
4.9	Uitvoeringstermijn en -planning	103
4.10	Verwerking van de verontreinigde stoffen of delen van de bodem of opstallen	104
4.11	Veiligheidsmaatregelen in verband met milieu- en arbeidsveiligheid.....	105
4.11.1	Algemeen.....	105
4.11.2	Veiligheidsklasse	105
4.11.3	Resultaten analyse Achilles	106
4.11.4	Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)	106
4.12	Nazorgplan	106
4.13	Nabestemming	106
4.13.1	Nabestemming van het projectgebied:.....	106
4.14	Impact van de bodemsaneringswerken op de omgeving.....	106
4.15	Impact van de bodemsaneringswerken op de te saneren gronden	106
4.16	Impact op de bodemsaneringswerken door de activiteiten in de omgeving.....	107
4.17	Impact op de bodemsaneringswerken door de activiteiten op de te saneren gronden	107
5	ONDERTEKENING	109
DEEL 4	VERONTREINIGING PER GROND	110
DEEL 5	MULTICRITERIA-ANALYSE	114
1.	ALGEMENE OPMERKING VOOR UITWERKING VARIANTEN	115

2.	UITWERKING VARIANTEN: WOONGEBIED	116
2.1	Technische uitwerking	116
2.1.1	Volumebepaling in functie van de verontreinigde stof	116
2.2	Uitwerking saneringsvarianten woongebied	116
2.3	Raming van de kostprijs	118
2.4	Te verwachten resultaten	118
2.5	Aanduiding impact op het leefmilieu	119
2.6	Beperkingen voor het toekomstig gebruik.....	119
2.7	Ecosysteemdiensten.....	120
2.8	Multicriteria-analyse.....	122
2.8.1	Bepaling van categorie en gewicht	122
2.8.2	Uitwerking van de multicriteria-analyse.....	122
2.8.3	Resultaat multicriteria-analyse	134
3.	UITWERKING VARIANTEN LANDBOUWGEBIED: SUBZONE 1A.....	136
3.1	Technische uitwerking	136
3.1.1	Volumebepaling in functie van de verontreinigde stof.....	136
3.2	Uitwerking saneringsvarianten landbouwgebied subzone 1A.....	137
3.3	Raming van de kostprijs	138
3.4	Te verwachten resultaten	138
3.5	Aanduiding impact op het leefmilieu	139
3.6	Beperkingen voor het toekomstig gebruik.....	139
3.7	Ecosysteemdiensten.....	140
3.8	Multicriteria-analyse.....	142
3.8.1	Bepaling van categorie en gewicht	142
3.8.2	Uitwerking van de multicriteria-analyse.....	142
3.8.3	Resultaat multicriteria-analyse	153
4.	UITWERKING VARIANTEN VREDESBOS	155
4.1	Technische uitwerking	155
4.1.1	Volumebepaling in functie van de verontreinigde stof.....	155
4.2	Uitwerking saneringsvarianten Vredesbos.....	156
4.3	Raming van de kostprijs	157
4.4	Te verwachten resultaten	157
4.5	Aanduiding impact op het leefmilieu	157
4.6	Beperkingen voor het toekomstig gebruik.....	158
4.7	Ecosysteemdiensten.....	159
4.8	Multicriteria-analyse.....	161
4.8.1	Bepaling van categorie en gewicht	161
4.8.2	Uitwerking van de multicriteria-analyse.....	161
4.8.3	Resultaat multicriteria-analyse	172
DEEL 6	VERGUNNINGSTECHNISCHE BIJLAGE.....	174
1.	GEGEVENS OVER EVENTUELE VERGUNNINGSPLICHTIGE ACTIVITEITEN IN HET KADER VAN DE BODEMSANERINGSWERKEN	175
1.1	Saneringslocatie en omgeving.....	175
1.2	Stedenbouwkundige handelingen.....	175
1.2.1	Relevante handelingen	175
1.2.2	Verenigbaarheid met bestemming en omgeving.....	176
1.3	Overzicht en omschrijving van de ingedeelde inrichtingen en activiteiten overeenkomstig het DABM	177
1.3.1	Algemeen.....	177
1.3.2	Lozing – lozingsnormen	178

1.3.3	Grondwateronttrekkingen.....	179
1.4	Milieueffectrapportage	179
1.5	Project-M.E.R.-screening.....	179
1.6	Omgevingsveiligheidsrapport	179
1.7	Biodiversiteit	179
1.7.1	Soortenbescherming.....	179
1.7.2	Impact verzurende en vermestende deposities.....	180
1.7.3	Verdroging ten gevolge van bemaling.....	181
1.8	Warteroets	181
1.8.1	Toets van het gezond verstand.....	181
1.9	Adviesinstanties.....	181
DEEL 7	KAARTMATERIAAL.....	184
DEEL 8	ADMINISTRATIEVE BIJLAGEN	204
DEEL 9	BIJLAGEN	206

FIGUUR 1	LOCATIE PROJECTGEBIED OP TOPOGRAFISCHE KAART
FIGUUR 2	OVERZICHT STAALNAMELOCATIES VASTE DEEL VAN DE AARDE PFAS IN HET BBO EN BSP
FIGUUR 3	CONCENTRATIES VASTE DEEL VAN DE AARDE PFAS - BBO
FIGUUR 4	CONCENTRATIES VASTE DEEL VAN DE AARDE PFAS - BSP
FIGUUR 5	OVERZICHTSPLAN MET AANDUIDING ALLE LOCATIES STAALNAMELOCATIES
FIGUUR 6	DETAILPLAN SUBZONE 1A MET AANDUIDING GEBIEDEN
FIGUUR 7	DETAILKARTERING VAN DE VERSCHILLENDE SUBZONES O.B.V. LUCHTFOTO'S
FIGUUR 8	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT A WOONGEBIED
FIGUUR 9	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT B WOONGEBIED
FIGUUR 10	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT C WOONGEBIED
FIGUUR 11	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT A LANDBOUWGEBIED
FIGUUR 12	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT B LANDBOUWGEBIED
FIGUUR 13	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT C LANDBOUWGEBIED
FIGUUR 14	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT A VREDESBOS
FIGUUR 15	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT B VREDESBOS
FIGUUR 16	DETAILPLAN BODEMSANERINGSVARIANT C VREDESBOS
FIGUUR 17	OVERZICHTSPLAN MET WEERHOUDEN BODEMSANERINGSVARIANT
FIGUUR 18	PLAN MET CONCEPTUEEL WERFINRICHTINGSPLAN

FIGUUR 19	PLAN GEBRUIKSADVIEZEN VOOR EN TIJDENS BODEMSANERINGSWERKEN
BIJLAGE 1	OPDELING KADASTRALE PERCELEN
BIJLAGE 2	ARCHEOLOGIENOTA
BIJLAGE 3	FOTORAPPORTAGE
BIJLAGE 4	BOORBESCHRIJVING
BIJLAGE 5	ANALYSECERTIFICATEN
BIJLAGE 6	TOETSINGSTABELLEN
BIJLAGE 7	OVERZICHT KLEI & ORGANISCHE STOF
BIJLAGE 8	KOSTENRAMING
BIJLAGE 9	UITDRAAI CO2 CALCULATOR PER SUBZONE
BIJLAGE 10	STOFACHTIEPLAN
BIJLAGE 11	OVEREENKOMST GEBRUIK GROND DERDEN
BIJLAGE 12	PASSENDE BEOORDELING
BIJLAGE 13	GIDS VOOR LANDEIGENAREN EN LANDGEBRUIKERS OVER HEET BODEMSANERINGSPROJECT

Lijst van illustraties

Illustratie 1.1 Ligging projectgebied (roze contour) eerste gefaseerd bodemsaneringsproject subzone 1A aangeduid op gewestplan.....	15
Illustratie 1.2 Initiële zonering op aangeven van OVAM	18
Illustratie 1.3 Finale zonering per BSP.....	18
Illustratie 2.1 Evolutie PFAS-productie in Zwijndrecht	28
Illustratie 2.2 Overzicht PFAS-proces - ECF.....	28
Illustratie 2.3 Overzicht PFAS-proces - batch	29
Illustratie 2.4 Luchtfoto grotere projectgebied Zwijndrecht 1971	31
Illustratie 2.5 Luchtfoto grotere projectgebied “1979 – 1990”	31
Illustratie 2.6 Luchtfoto grotere projectgebied “2000 – 2003”	32
Illustratie 2.7 Luchtfoto grotere projectgebied 2021	33
Illustratie 2.8 Ligging Z-wells.....	36
Illustratie 2.9 Plaatselijke hydrogeologische structuur	40
Illustratie 2.10 Onttrekkingsputten in/rond het grotere projectgebied	42
Illustratie 2.11 Kwetsbaarheid van het grondwater (Geopunt).....	43
Illustratie 2.12 Overzicht van de oppervlaktewaterlichamen in het grotere projectgebied	44
Illustratie 2.13 Afname PFOS-concentraties in subzones 1A en 1B met de afstand tot de 3M-site....	47
Illustratie 2.14 Afname PFOS-concentraties in het gebied van het BBO met de afstand tot de 3M site.	47
Illustratie 2.15 Afname PFAS-concentraties met de afstand tot de 3M-site (cfr. BBO)	48
Illustratie 2.16 Verticale verdeling PFOS-concentraties (bestemmingstype II en III).....	49
Illustratie 2.17 Locaties met brandweeroefenterreinen en incidenten	54
Illustratie 2.18 Bij OVAM gekende verontreinigingsdossiers	55
Illustratie 2.19 Verdeling % fijne fractie in functie van aantal stalen	82
Illustratie 2.1 Ligging deelgebieden voor bepalen gemiddelde vuilvracht	124
Illustratie 1.1 Overzicht BkW2 gebieden binnen projectgebied BSP	180

Lijst van tabellen

Tabel 0.1	Administratieve gegevens	2
Tabel 0.2	Gegevens identificatie van de gronden	4
Tabel 0.1	Samenvatting van de saneringsvarianten geëvalueerd aan de hand van de multicriteria-analyse zoals voorgeschreven door de OVAM	12
Tabel 2.1	Productie van COC's door 3M; tijdlijn	30
Tabel 2.2	Samenvattend overzicht eerdere bodemonderzoeken	33
Tabel 2.3	Hydrogeologische schematische voorstelling	41
Tabel 2.4	Verdachte componenten PFAS verontreiniging	45
Tabel 2.5	PFAS-verbindingen vergeleken met voorgestelde bodemsaneringsnorm (vBSN)	46
Tabel 2.6	Statistische analyse op de PFOS (µg/kg ds) concentraties in de bodem in subzones 1A en 1B	49
Tabel 2.7	Raming vuilvracht PFOS en PFOA aanwezig in projectgebied BSP – Subzone 1A	50
Tabel 2.8	Samenvatting van de verontreinigingstoestand per perceel zoals opgenomen in het BBO	52
Tabel 2.9	Overzicht uitgevoerde onderzoeken en opgevraagde onderzoeken	55
Tabel 2.10	Gebruiksadviezen per zone	62
Tabel 2.11	Geldende gebruiksadviezen	63
Tabel 2.12	Overzicht specifieke wetgeving die mogelijk impact heeft op de bodemsaneringswerken	66
Tabel 2.13	Overzicht van de uitgevoerde boringen in woonzone (1A)	71
Tabel 2.14	Overzicht van de uitgevoerde boringen in landbouwgebied (1A)	72
Tabel 2.15	Overzicht van de uitgevoerde boringen in de Poldertuin, KSA-terrein, speelvelden en voetbalvelden (1B)	73
Tabel 2.16	Overzicht van de uitgevoerde boringen in de serres van de tuinbouw (1A & 1B)	74
Tabel 2.17	Overzicht van de op bodemstalen uitgevoerde analyses	74
Tabel 4.1	Overzicht te ontgraven en aan te vullen volumes subzone 1A	98
Tabel 4.2	Kostenraming	101
Tabel 4.3	Opvolging sanering	102
Tabel 4.4	Geraamde te verwerken hoeveelheden	104
Tabel 5.1	Samenvatting van de verontreinigingstoestand per grond	111
Tabel 2.1	Uitwerking ecosysteemdiensten	120
Tabel 2.2	Gebruikte oppervlaktes in de vuilvrachtberekening	124
Tabel 2.3	Vuilvrachtberekening	125
Tabel 2.4	Vuilvrachtberekening variant A	125
Tabel 2.5	Eindvuilvrachtberekening na sanering per variant	125
Tabel 2.6	Multicriteria analyse	134
Tabel 3.1	Uitwerking ecosysteemdiensten	140
Tabel 3.2	Vuilvrachtberekening landbouw subzone 1A	144
Tabel 3.3	Eindvuilvrachtberekening na sanering per variant	144
Tabel 3.4	Multicriteria analyse	153
Tabel 4.1	Uitwerking ecosysteemdiensten	159
Tabel 4.2	Vuilvrachtberekening landbouw in subzone 1B	163
Tabel 4.3	Eindvuilvrachtberekening na sanering per variant	163
Tabel 4.4	Multicriteria analyse	172
Tabel 1.1	Voorstel lozingsnormen	178
Tabel 1.2	Toets van gezond verstand	181
Tabel 1.3	Aan te schrijven instanties	182

Lijst van acroniemen van afkortingen

Naam	Beschrijving
10:2 FTS	10:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (10:2 FTS)
4:2 FTS	4:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (4:2 FTS)
6:2 FTS	6:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (6:2 FTS)
6:2/8:2 FTPD	6:2/8:2 Fluortelomeer fosfaat diëster
8:2 FTS	8:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (8:2FTS)
b2PFHEP	bis[2-(perfluorhexyl)ethyl]fosfaat
BATNEEC	Best Available Technique Not Exceeding Excessive Costs
BBO	Beschrijvend Bodemonderzoek
bPFDP	bisperfluorodecyl fosfaat
BSP	Bodemsaneringsproject
BTF	biotransformatiefactor
CHS	Cyclohexaansulfonzuur
CMA	Compendium voor Monsternamen en Analyse
COC	Compound of Concern
DONA	4,8-Dioxa-3H-perfluoronanonzuur (DONA)
ds	Droge stof
ESD	Ecosysteemdiensten
EtPFOSA	N-Ethyl perfluorooctaansulfonamide (EtPFOSA)
FAVV	Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen
HxFPO-DA	Hexafluorpropyleenoxide-dimeerzuur, GenX (HxFPO-DA)
MCA	Multi Criteria Analyse
m-mv	meter min maaiveld
NEtPFOSAA	N-ethylperfluorooctaansulfonamidoazijnzuur (NEtPFOSAA)
NMePFBSA	N-Methylperfluorobutaansulfonamide
NMePFOSA	N-Methylperfluorooctaansulfonamide (NMePFOSA)
OV TOC	Organische stof volgens de CMA procedure
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij
PFAS	PerFluor-Alkyl Stoffen
PFBA	Perfluorobutaanzuur (PFBA)
PFBS	Perfluorobutaansulfonzuur (PFBS)
PFBSA	Perfluorobutaansulfonamide (FBSA)
PFBSAMA	Perfluorobutaansulfonylamido(methyl)acetaat
PFDA	Perfluorodecaanzuur (PFDA)
PFDODA	Perfluordodecaanzuur (PFDODA)
PFDODS	Perfluordodecanesulfonzuur (PFDODS)
PFDS	Perfluorodecaan sulfonzuur (PFDS)
PFHpA	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)
PFHpS	Perfluorheptaansulfonzuur (PFHpS)
PFHxA	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)
PFHxDA	Perfluorhexadecaanzuur (PFHxDA)
PFHxS	Perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS)
PFHxSA	Perfluorhexaansulfonamide (PFHXSA)
PFNA	Perfluoronanonzuur (PFNA)
PFNS	Perfluoronaansulfonzuur (PFNS)
PFOA	Perfluorooctaanzuur (PFOA)
PFODA	Perfluorooctadecaanzuur (PFODA)
PFOS	Perfluorooctaansulfonzuur (PFOS)
PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide (FOSA)

Naam	Beschrijving
PFPeA	Perfluoropentaanzuur (PFPeA)
PFPeS	Perfluoropentaansulfonzuur (PFPeS)
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur (PFTeDA)
PFTrDA	Perfluorotridecaanzuur (PFTrDA)
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur (PFUnDA)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid & Milieu (Nederlandse autoriteit)
RUP	Ruimtelijk Uitvoeringsplan
TOP	Tijdelijke Opslagplaats
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij

DEEL 5

MULTICRITERIA-ANALYSE

1. ALGEMENE OPMERKING VOOR UITWERKING VARIANTEN

Voor de drie verschillende functionele gebieden (d.w.z. woon-, landbouw- en recreatiegebieden) waarvoor een multicriteria analyse is uitgevoerd, is ontgraven met aanvullen een weerhouden techniek. Gelet op de omvang van de te saneren zones, zijn er voor de verwerking van de vrijgekomen gronden enkele beperkingen die hieronder zijn opgelijst:

- De eerste beperking is de fijne fractie. Gronden met een percentage som fijne fractie (0 – 63 µm) en organisch materiaal groter dan 40% komen in principe niet in aanmerking voor fysicochemische reiniging (wassen) en moeten worden gestort. Indien de fijne fractie het zou toe laten om de gronden fysicochemisch te reinigen dan is de hoeveelheid te storten na de reiniging ook ruim 40%. Na fysicochemisch reiniging kan de gereinigde zandfractie nuttig worden hergebruikt. Het fijne residu bevat een groot deel van de PFAS en dient nadien gestort te worden.
- De tweede beperking is de stortcapaciteit in Vlaanderen. Zowel gronden die niet-reinigbaar bevonden worden omwille van de fijne fractie als het residu na fysicochemische reiniging dient gestort te worden in een stort van categorie 1, onder zoutcel condities. Rekening houdend met de vergunde restcapaciteit op 31 december 2020 voor de categorie 1 stortplaatsen van 5.555.447 ton en de totale aanvoer op deze categorie 1 stortplaatsen in 2020 van 619.514 ton is er eind 2020 nog een vergunde resterende stortcapaciteit voor 9 jaar op de categorie 1 stortplaatsen¹⁰.
- Een derde beperking is de verwerkingscapaciteit van de reinigingscentra in Vlaanderen. Deze is bepaald in het document opgesteld door OVAM rond grondreiniging voor PFAS¹¹. In totaal is de verwerkingscapaciteit voor fysicochemische reiniging in Vlaanderen ongeveer 200 ton per uur of 300.000 ton/jaar. Dit kan opgedreven worden tot een maximum van 600.000 ton/jaar volgens een recente bevraging binnen de sector.

Hierbij dient wel degelijk rekening gehouden te worden bij finale selectie varianten, en verdere uitwerking van de planning van de werken.

¹⁰ OVAM: Tarieven en capaciteiten voor storten en verbranden, actualisatie tot 2020. 12.01.2022

¹¹ OVAM: Grondreiniging PFAS: beknopte literatuurstudie en marktbevraging grondreiniging. 25.10.2021

2. UITWERKING VARIANTEN: WOONGEBIED

2.1 Technische uitwerking

Voor de aanwezige PFAS-verontreiniging en rekening houdend met de specifieke terreinkenmerken en risico's zijn 3 saneringsvarianten uitgewerkt. De varianten zijn gebaseerd op het effectieve gebruik van het terrein, namelijk functie wonen. Er is een eerste variant uitgewerkt die enkel tot doel heeft om het potentiële risico dat voorkomt uit het consumeren van eieren, groenten en fruit van eigen kweek weg te nemen. Deze variant, variant A, houdt dus enkel rekening met de actuele locatie van de moestuin of kippenren. Deze variant omvat een leeflaagsanering waarbij de verontreinigde grond tot 70 cm wordt vervangen door schone grond, enkel ter hoogte van de huidige moestuin en/of kippenren.

De tweede variant, variant B, focust zich op het wegnemen van het potentiële risico voortkomend uit het consumeren van eieren, groenten en fruit van eigen kweek in alle onverharde delen van de tuinen, waarbij dus rekening is gehouden met zowel de actuele als potentiële locatie van de moestuin of kippenren. Deze variant omvat een leeflaagsanering ter hoogte van het ganse onverharde deel van de tuin of gronden met tuinfunctie, waarbij de verontreinigde grond tot 70 cm wordt vervangen door schone grond.

Tot slot is een derde variant, variant C, uitgewerkt waarbij er gegraven wordt tot de richtwaarde ter hoogte van alle onverharde delen van de tuin of gronden met tuinfunctie. Om ontgraving tot de richtwaarde mogelijk te maken dient rekening gehouden te worden tot de nood om het grondwater te verlagen tot een halve meter onder het ontgravingsvlak.

2.1.1 Volumebepaling in functie van de verontreinigde stof

Bij alle varianten is de saneringstechniek ontgraven. Bij variant A is het volume kleiner dan bij variant B en C. Belangrijk is om de te verwerken volumes in verhouding te zetten tot de huidige verwerkingscapaciteit in Vlaanderen.

In onderstaande tabel zijn de geschatte volumes te verwerken grond opgenomen voor de 3 varianten. Deze volumes zijn bepaald op basis van de oppervlaktes van kippenrennen, moestuinen, serres en onverharde delen van tuinen die Geosolutions in opdracht van ERM heeft ingetekend op een recente luchtfoto met hoge resolutie in subzone 1A. Deze manier van werken zal de werkelijke hoeveelheden het best benaderen, aangezien het binnen het korte tijdsbestek voor de opmaak van dit eerste gefaseerd BSP niet mogelijk was om deze oppervlaktes op terrein op te meten. Voor het schatten van de massa is een dichtheid van 1,8 ton/m³ gebruikt.

Variant	A	B	C
Volume te verwerken grond (m ³)	4.421	83.115	178.103
Volume te verwerken grond (ton)	7.957	149.606	320.584

2.2 Uitwerking saneringsvarianten woongebied

Variant A: Sanering: afgraven (70 cm) ter hoogte van kippenrennen en moestuinen

Het doel van deze saneringsvariant is het verwijderen van het humaan toxicologisch risico dat uitgaat van PFAS in het vaste deel van de aarde, waarbij de blootstelling via het eten van eieren van kippen die op verontreinigde grond leven veruit het belangrijkste is. Daarnaast bestaat deze variant er ook in om ook het potentiële risico weg te nemen bij het eten van groenten en fruit uit moestuinen. Het risico van dit laatste is op dit moment nog onduidelijk, momenteel loopt bijkomend onderzoek waarbij

gewassen geanalyseerd worden bij Sciensano met lagere detectielimieten dan deze die gehanteerd zijn door SGS in het eerste gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek.

De diepte van 70 cm werd hier gekozen als een conservatieve diepte voor leeflaagsanering, op basis van het feit dat dit groter is dan de bewortelingsdiepte van de meeste groente- en fruitgewassen van moestuinen en groter dan de potentiële ontgravingsdiepte voor het planten van bomen of struiken of voor het plaatsen van tuinhuisjes. Een soortgelijke leeflaagsanering van de bovenste 70 cm is eveneens uitgevoerd op het terrein van Willebroek Denaeyer en bij andere saneringsprojecten. Het terrein is deels in kaart gebracht en alle tuinen die een kippenren hebben en/of een moestuin zijn geselecteerd. In deze tuinen wordt de bovenste 70 cm ter hoogte van de kippenren en moestuin ontgraven om zo de verontreinigde toplaag weg te nemen en vervangen door schone grond. De verontreinigde gronden worden afgevoerd naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum.

In totaal is voorzien dat 4.421 m³ grond wordt ontgraven en dient te worden gestort.

Na sanering zijn er nog risico's voor het vrij gebruik van de locatie. Er is geen gebruiksbepijking van toepassing voor de zone die gesaneerd is. In de zone die niet gesaneerd is kunnen er geen groenten geteeld of een kippenren geplaatst worden. Er blijven wel gebruiksadviezen voor de restverontreiniging in het grondwater en voor grondverzet ter hoogte van de niet gesaneerde zone.

Variante B: Sanering: afgraven (70cm) van de tuinen - leeflaagsanering

Het doel van deze saneringsvariant is om alle mogelijke blootstellingswegen van de PFAS verontreiniging in de bodem naar de mens maximaal te elimineren. Deze potentiële blootstellingswegen zijn naast het eten van groenten en eieren van kippen met vrije uitloop ook onbedoelde orale en dermale opname van bodem en stof. De keuze voor de diepte van 70cm is analoog als bij Variante A.

In de tuinen van de woningen wordt de gehele onverharde toplaag ontgraven tot 70 cm en opnieuw aangevuld met schone aanvulgrond. Grote bomen en vaste structuren blijven gevrijwaard indien stabiel technisch mogelijk om deze te behouden. Losstaande structuren worden tijdelijk verplaatst en nadien teruggezet.

De afgegraven gronden worden met klein materieel getransporteerd naar een lokaal centraal gelegen tijdelijke opslagplaats (TOP), om nadien getransporteerd te worden naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum.

In totaal is voorzien dat 83.115 m³ grond wordt ontgraven en deze dient te worden gestort.

Na sanering zijn er geen risico's meer voor het vrij gebruik van de site. Er is geen gebruiksbepijking van toepassing. Er blijven wel gebruiksadviezen voor de restverontreiniging in het grondwater en voor grondverzet (GA1), indien dieper dan 70 cm gegraven zal worden.

Variante C: Sanering: afgraven van de tuinen tot richtwaarde

Het doel van deze saneringsvariant is om, naast alle mogelijke blootstellingswegen van de verontreiniging in de bodem naar de mens te elimineren, alle verontreiniging die de richtwaarde overschrijdt weg te nemen. Binnen het projectgebied worden alle onverharde tuinen in kaart gebracht. In deze tuinen wordt de bodem ontgraven tot overal de PFOS richtwaarde van 3 µg/kg ds is bereikt en opnieuw aangevuld met schone aanvulgrond. Indien vaste structuren ervoor zorgen dat het terrein niet toegankelijk is voor de graafwerken, dan worden deze verwijderd of worden stabieltechnische maatregelen voorzien. Grote bomen of bossen zullen vaak niet gevrijwaard kunnen worden.

De afgegraven gronden worden met klein materieel getransporteerd naar een lokaal centraal gelegen TOP) om nadien getransporteerd te worden naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum.

In totaal is voorzien dat 178.103 m³ grond wordt ontgraven en dient te worden gestort.

Na sanering zijn er geen risico's meer voor het vrij gebruik van de site. Er is geen gebruiksbeperking van toepassing. Er blijven wel gebruiksadviezen voor de restverontreiniging in het grondwater van toepassing.

2.3 Raming van de kostprijs

Voor de kostenraming van de drie varianten zijn volgende aannames gemaakt:

- De omvang van de verontreiniging zoals bepaald op basis van de voorgaande onderzoeken en het bijkomend onderzoek waarvoor dit BSP is opgemaakt is geldig;
- Er is gerekend met een algemene kostprijs per ton van 253 €/ton in alle scenario's. In deze prijs zitten kosten voor voorbereidende activiteiten, werkvoorbereiding, vergaderingen, plaats bezoeken, expertiseverslagen, werfinrichting- en organisatie, ontgraving, aanvulling en verwerkingskosten (stortplaats klasse I), herstellingswerken tuin met lokaal grasmatten en hekwerk, alsook de kosten voor milieukundige begeleiding en rapportage. Deze eenheidsprijs omvat echter geen milieuheffingen (75 €/ton) aangezien verwacht wordt dat via OVAM een nulheffing voor het storten van deze niet-reinigbare gronden kan bekomen worden na conform verklaring van het BSP;
- Voor de variant A zijn de kosten van het herstel van de tuin na sanering gemiddeld 750 € per perceel (excl.BTW). Voor de varianten B en C, het herstel van de tuinen na sanering, werd gerekend met een gemiddelde kost van 11.250 € per perceel (excl. BTW). Deze is toegevoegd als een extra kost boven op de kost berekend met de eenheidsprijs per ton. Op basis van de huidige perimeter van zone 1A, zijn er 355 woonpercelen. Herstelkosten bedragen dus 3.993.750 €;
- De eenheidsprijzen opgenomen voor de verwerking en het storten van het uitgegraven materiaal die als basis dienen voor de uitgewerkte kostenraming en opgenomen is in de bovenvermelde éénheidsprijs, zijn gebaseerd op recente marktbevragingen bij stortplaatsen en grondverwerkers; en
- Voor elke variant is een kost berekend voor de MCA, inclusief 10% onvoorziene kosten, en exclusief BTW.

Hieronder is de raming van de kosten voor de drie varianten weergegeven. Deze bedragen zijn tot op 1.000 euro naar boven afgerond, inclusief 10% onvoorziene kosten en exclusief BTW:

Variant A	Variant B	Variant C
2.263.000 €	46.050.000 €	93.656.000 €

2.4 Te verwachten resultaten

Na sanering is er bij Variant A een restverontreiniging in het vaste deel van de aarde aanwezig. Deze restverontreiniging is aanwezig op de locaties waar niet gegraven wordt, nl. op die zones waar geen moestuin of kippenren aanwezig is, en dieper dan 70 cm-mv waar wel is ontgraven.

Na sanering zijn er bij Variant B geen risico's meer voor het residentieel gebruik. Er zal in het vaste deel van de aarde tot 70 cm-mv geen concentraties aanwezig zijn waarvoor de voorgestelde bodemsaneringsnormen zijn overschreden.

Na sanering is er bij variant C geen restverontreiniging meer aanwezig in de onverharde delen van de gesaneerde terreinen. De richtwaarde wordt niet meer overschreden in het vaste deel van de aarde.

Bij alle varianten blijft een restverontreiniging in het grondwater aanwezig. Deze restverontreiniging wordt in een bijkomend gefaseerd BBO afgeperkt en in een apart bodemsaneringsproject zo nodig gesaneerd.

2.5 Aanduiding impact op het leefmilieu

Voor alle varianten geldt dat door het relatief grote volume te verwerken gronden, er CO₂-emissies kunnen optreden door het manipuleren van de verontreinigde bodem tijdens de werken.

Bij variant C wordt het grootste volume ontgraven, getransporteerd en aangebracht. Vervolgens wordt er minder ontgraven bij variant B en het minst wordt er ontgraven bij variant A. Hierdoor liggen de CO₂-emissies en mogelijk emissies van verontreinigingen aanzienlijk hoger voor varianten C en B, in vergelijking met variant A. Bij variant B en C wordt er lokaal een TOP aangelegd, hierbij kan er geopteerd worden om met gebruik van elektrische en/of andere niet-fossiele brandstof aangedreven voertuigen de grond lokaal te vervoeren om zo de CO₂ impact te verkleinen.

Bij alle varianten worden de vrijgekomen gronden gestort. Het dichtstbijzijnde stort is gelegen in de haven van Antwerpen en op ongeveer 25 km gelegen van de site. De impact op het verkeer en op de CO₂ is het grootst bij variant C, daarna variant B en het kleinst bij variant A, logischerwijs gelinkt aan het volume dat ontgraven en afgevoerd zal worden.

Bij alle varianten wordt er (beperkte) hinder door trillingen en geluid van de graafmachines verwacht, bij variant A zal die iets minder zijn want er zal niet in alle tuinen gegraven moeten worden in vergelijking met de varianten B en C. Stofhinder dient zo veel als mogelijk gemeden te worden, vandaar dat bij alle bekeken varianten de nodige preventieve maatregelen zijn voorzien om stofvorming te voorkomen.

Bij variant C wordt het grondwater verlaagd, dit heeft tot gevolg dat er extra CO₂ emissies zijn. De pompen en boorwerken veroorzaken extra trillingen en geluid.

Voor het berekenen van de impact op het leefmilieu is gebruik gemaakt van de CO₂ calculator. De uitdraai van deze calculator kan men terugvinden in Bijlage 9.

2.6 Beperkingen voor het toekomstig gebruik

Bij variant A wordt de verontreiniging enkel weggenomen in de zone van huidige moestuinen en kippenrennen. Buiten de huidige contouren van de kippenrennen of moestuinen kan na sanering geen kippenren of moestuin ingericht worden gezien de aanwezigheid van PFAS in de toplaag. De overige 'no regret' maatregelen blijven gelden voor het volledige gebied. Enkel waar gesaneerd is, kan er opnieuw een moestuin of kippenren ingericht worden.

Bij varianten B en C worden alle risico's uit het vaste deel van de aarde weggenomen zodat een vrij gebruik mogelijk is. Bij beide varianten vervalt het gebruiksadvies om geen eieren van kippen met vrije uitloop te eten, op voorwaarde dat grondwater niet gebruikt wordt. Bij variant C vervalt ook het gebruiksadvies voor grondverzet GA1.

Bij alle varianten blijft in het grondwater nog een verontreiniging aanwezig, aangezien deze varianten enkel tot doel hebben om het vaste deel te saneren. Het is wel zo dat variant C het meest positief effect heeft op de grondwaterkwaliteit omdat uitloging nagenoeg niet meer kan plaatsvinden. De verontreiniging in grondwater zal afgeperkt worden in een volgend gefaseerd BBO, hieropvolgend dient er mogelijks een bodemsaneringsproject te worden opgesteld. De geldende 'no regret' maatregelen voor grondwater blijven gelden.

2.7 Ecosysteemdiensten

Voor de varianten A,B en C is de standaardscore gebruikt voor ontgraving met kwaliteitsvolle aanvulgrond. Voor enkele Ecosysteemdiensten (ESD) is de score naar boven of beneden bijgesteld, afhankelijk van de specifieke situatie van deze varianten.

Tabel 5.2 Uitwerking ecosysteemdiensten

ESD	Variant A		Variant B		Variant C		Korte motivatie indien score afwijkt van standaardscore uit matrix (bvb. Welke milderende maatregel is van toepassing, specifieke omstandigheden, uitvoeringswijze, ...)
	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	7	5	7	9	7	9	Voor variant A is de score naar beneden bijgesteld omdat niet alle gronden gebruikt kunnen worden voor gewassen of dieren na de sanering. Voor varianten B en C is de score naar boven bijgesteld omdat dankzij de kwaliteitsvolle aanvulgrond er opnieuw gewassen kunnen geteeld of dieren kunnen gehouden worden in de tuinen.
Voorziening van mineralen	3	3	3	3	3	3	
Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	5	5	5	5	5	5	
Regulatie van de atmosfeer	5	5	5	5	5	1	Bij varianten A & B blijft de grote vegetatie behouden, bij variant C wordt deze verwijderd om overal richtwaarde te halen. Vandaar dat voor variant C de score naar beneden is bijgesteld.
Regulatie van het risico op grondverschuivingen	3	5	3	3	3	1	Bij variant A is er minder impact op deze ESD verwacht ten opzichte van de andere varianten door de beperktere omvang van de graafwerken, vandaar

ESD	Variant A		Variant B		Variant C		Korte motivatie indien score afwijkt van standaardscore uit matrix (bvb. Welke milderende maatregel is van toepassing, specifieke omstandigheden, uitvoeringswijze, ...)
	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	
							dat deze score naar boven is bijgesteld. Voor variant C is het effect groter door de diepere uitgraving naast gebouwen, dit kan de kans op zettingen vergroten, vandaar dat deze score naar beneden is bijgesteld.
Regulatie van het risico op erosie	3	3	3	3	3	3	
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	5	5	5	5	5	5	
Biodiversiteit	3	3	3	3	3	1	Bij variant C krijgt deze ESD een naar beneden bijgestelde score omdat ten gevolge van de diepere en omvangrijkere graafwerken de algemene impact op biodiversiteit belangrijker zal zijn in vergelijking met variant A en B, met name ook het verlies van grote bomen.
Belevingswaarde	3	3	3	3	3	1	In variant C worden de bomen gekapt en enkele schuurtjes afgebroken, waardoor de belevingswaarde van de tuin voor de mensen die er wonen daalt. De score wordt naar beneden bijgesteld.
Wetenschap en educatie	1	1	1	1	1	1	
TOTAAL	38	38	38	40	38	30	

2.8 Multicriteria-analyse

De hierboven vermelde effecten van de sanering zijn samen met andere relevante criteria in dit hoofdstuk per voorgestelde variant nader vergeleken. Deze beoordeling van de saneringsvarianten is uitgevoerd in overeenstemming met de richtlijnen van de OVAM. Er is gebruik gemaakt van de standaardprocedure bodemsaneringsproject en beperkt bodemsaneringsproject (versie augustus 2021), van de code van goede praktijk, herziening multicriteria-analyse in het bodemsaneringsproject met integratie van ecosysteemdiensten en bodemzorg (versie september 2021) en van de leidraad bij de standaardprocedure voor (beperkt) bodemsaneringsproject (versie november 2021).

2.8.1 Bepaling van categorie en gewicht

Op basis van de terreineigenschappen, de voorziene herontwikkeling, het toekomstige gebruik en de locatie van de te saneren verontreiniging, de situering in bestemmingstype II en III en de goed bereikbare te saneren verontreinigingen dient de bodemsanering ondergebracht te worden in categorie 3 (zie code van goede praktijk).

- **Categorie 3:** bodemsaneringen waarbij de nadruk op het beheer van de bodem op lange termijn ligt, waar bodemsanering complex is en/of waar er ruimtelijk voldoende mogelijkheid is om bodemzorg en bodemsanering op elkaar af te stemmen en/of meer aandacht voor ecosysteemdiensten toe te passen. In deze categorie ligt ook nadruk op beheer van bodemverontreiniging op lange termijn.

Hieruit volgt dat de gewichten voor een categorie 3 sanering aan de verschillende criteria van de multicriteria-analyse zijn toegekend.

2.8.2 Uitwerking van de multicriteria-analyse

Voor de volgende aspecten is aan de hand van een scoresysteem een gewogen analyse uitgevoerd:

- Blok 1 - Milieu-hygiënische criteria lokaal;
- Blok 2 - Milieu-hygiënische criteria regionaal/globaal;
- Blok 3 - Technische en maatschappelijke criteria; en
- Blok 4 - Kosten criteria.

De minimale score per criterium en per variant is 1 en de maximale score is 9, waarbij een hogere score een positievere beoordeling impliceert. Een aantal criteria zijn proportioneel bepaald, bijvoorbeeld in functie van berekende volumes, massa's, kosten etc. Bij overschrijdingen van de minimale en maximale score bij proportionele verdeling, is de score bijgesteld naar de minimum of maximum score. Hierbij zijn de aanpassingen van de scores van de andere varianten evenredig herrekend.

Verder is er per aspectengroep een gewicht toegekend. De som van de scores binnen een aspectgroep is vermenigvuldigd met het respectievelijk gewicht, wat een deelscore per aspect oplevert. De totale score per variant is dan de som van de verschillende deelscores. De variant met de hoogste totale score geniet de voorkeur.

In de volgende paragrafen zijn de drie hiervoor beschreven saneringsvarianten besproken en afgewogen via de "multicriteria analyse". De scores die de verschillende varianten verkregen hebben zijn in onderstaande paragrafen uiteengezet. De laatste paragraaf bespreekt de volledige multicriteria analyse, waarna de punten van de verschillende criteria zijn gewogen en opgeteld. De variant met de hoogste score is de voorkeursvariant voor de sanering van de terreinen met woonfunctie.

De bovenstaande 4 blokken hebben volgens categorie 3 een vast gewicht gekregen, waarbij Blok 3 het zwaarst doorweegt, met 35 %. In blok 4, die voor 19 % doorweegt, telt de totale saneringskost voor 12 %. In het kader van onderhavig BSP is deze onderlinge verhouding tussen de 4 blokken niet

gewijzigd, ondanks de significante verschillen in te saneren volumes en bijgevolg gerelateerde kosten.

Tot slot wenst ERM te vermelden dat er enkele belangrijke elementen niet meteen terug te vinden zijn in de bovenstaande aspecten, zoals de verhoogde PFAS-concentraties die zijn gemeten in bloedserum van sommige omwonenden (er zijn momenteel geen gegevens aan ERM ter beschikking gesteld over mogelijke verschillen tussen subzone 1A en 1B). Daarnaast is ook het element rond capaciteit van verwerking/storten en de beschikbaarheid van kwaliteitsvolle aanvulgronden belangrijk voor een sanering van deze omvang, wat ook niet meteen in de MCA aan bod komt, zoals eerder al in de inleiding van dit hoofdstuk is besproken. Deze belangrijke aspecten zijn wel meegenomen bij de keuze van de finale saneringsvariant.

2.8.2.1 Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria

■ De mate waarin decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde

De decretale doelstelling, met name het opheffen van het humaan toxicologisch risico, is bij alle varianten behaald. Gezien bij variant C gesaneerd wordt tot de richtwaarde wat extra voordeel biedt ten opzichte van enkel het risico wegnemen, heeft deze variant de hoogste punten gekregen.

Variant A	Variant B	Variant C
4,0	4,0	7,0

■ De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater

De verontreiniging in het grondwater wordt niet gesaneerd in dit bodemsaneringsproject. Gezien dus dat de situatie voor en na de werken gelijk blijft en dit niet het doel is van dit eerste gefaseerd bodemsaneringsproject zijn de punten voor de drie varianten gelijkgesteld.

Variant A	Variant B	Variant C
5,0	5,0	5,0

■ Vuilvrachtvermindering

Bij variant A wordt de vuilvracht in de moestuinen en kippenrennen verwijderd tot een diepte van 70 cm. Bij variant B wordt alle vuilvracht verwijderd tot 70 cm in de onverharde delen van de tuin. Bij variant C wordt er gegraven tot de richtwaarde daar waar mogelijk. Er blijft in alle varianten nog een restverontreiniging aanwezig onder de verharding.

De vuilvracht is op volgende manier berekend:

- Van de concentraties voor PFOS in het vaste deel van de aarde is het gemiddelde berekend voor 2 verschillende deelgebieden binnen subzone 1A en voor verschillende diepte-intervallen. Deze deelgebieden zijn gekozen op basis van geografische ligging en de PFAS-concentraties. In de onderstaande illustratie is de ligging van deze gebieden aangegeven;
- Vervolgens is met deze concentratie gerekend om een inschatting te maken van de aanwezige vuilvracht; en
- Daarnaast is ook een inschatting gemaakt van de aanwezige vuilvracht onder de verhardingen om de resterende vuilvracht beter te kunnen inschatten, Het gaat dan om verontreiniging onder terrassen, tuinpaden en woningen. Voor deze laatste vuilvracht zijn de concentraties in grond gebruikt uit de tuinen, wat allicht een overschatting is aangezien bij de constructiewerken allicht

een deel van de verontreiniging verwijderd is geweest bij aanleg fundering en dat een deel van de woningen al bestond voordat de PFOS productie is gestart.

Ter herinnering, de oppervlaktes in onderstaande tabel zijn gebaseerd op de gedetailleerde GIS-oefening uitgevoerd door Geosolutions, en kan beschouwd worden als de best mogelijke fit met de reële situatie.

Illustratie 5.1 Ligging deelgebieden voor bepalen gemiddelde vuilvracht



Tabel 5.3 Gebruikte oppervlaktes in de vuilvrachtberekening

	Oppervlakte (m ²)
Totale oppervlak residentieel gebied	202.070
Oppervlakte tuinen (niet verhard)	118.735
Onder verharding (verschil totaal residentieel en tuinen)	83.335
Oppervlakte subzone 1A.1 onverhard	114.417
Oppervlakte subzone 1A.2 onverhard	4.318

Tabel 5.4 Vuilvrachtberekening

Gemiddelde concentraties PFOS vaste deel aarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	0-0,5 m-mv	0,5-0,7 m-mv	0,7-1,5 m-mv	1,5-3 m-mv	>3 m-mv	
zone 1A.1	27,6	42,44	18,04	0	0	
zone 1A.2	35,4	27	3,1	0	0	
Vuilvracht (kg) niet onder verharding:	0-0,5 m-mv	0,5-0,7 m-mv	0,7-1,5 m-mv	1,5-3 m-mv	>3 m-mv	Vuilvracht per zone
zone 1A.1	2,84	1,75	2,97	0	0	7,56
zone 1A.2	0,14	0,04	0,02	0	0	0,20
Totaal:						7,76
Vuilvracht (kg) onder verharding:	0-0,5 m-mv	0-0,5 m-mv	0,7-1,5 m-mv	1,5-3 m-mv	>3 m-mv	Vuilvracht per zone
alle zones	2,64	1,04	1,27	0	0	4,67
<u>Totale vuilvracht residentieel gebied:</u>						12,43

Tabel 5.5 Vuilvrachtberekening variant A

Oppervlakte (m^2)	Diepte (m)	Gemiddelde concentratie ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Vuilvracht(kg)
6315	0,5	31,5	0,18
6315	0,2	34,72	0,08

Voor variant A is de eindvuilvracht berekend door de totale vuilvracht voor sanering te verminderen met de verwijderde vuilvracht voor variant A zoals berekend in Tabel 5.5.

Voor variant B wordt de vuilvracht dieper dan 70 cm in de onverharde delen en de vuilvracht onder de verharde delen opgeteld om de eindvuilvracht te bekomen.

Voor variant C is de eindvuilvracht gelijk aan de vuilvracht onder de verharding.

Onderstaande Tabel 5.6 geeft de berekende eindvuilvracht na sanering weer per variant.

Tabel 5.6 Eindvuilvrachtberekening na sanering per variant

Vuilvrachtvermindering	
Vt = totale vuilvracht voor sanering (kg)	12,5
VAe = (eind)vuilvracht na sanering bij bodemsaneringsvariant A (kg)	12,2
VBe = (eind)vuilvracht na sanering bij bodemsaneringsvariant B (kg)	7,7
VCe = (eind)vuilvracht na sanering bij bodemsaneringsvariant C (kg)	4,7

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: (met i: A tot C) score variant i = $15 / (3-1) \times (V_t - V_{ie}) / V_t$, zoals bepaald volgens de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
1,0	5,0	9,0

■ De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten

De rechtstreekse emissies naar andere milieucompartimenten zijn het grootst bij variant C, aangezien bij deze variant de grootste hoeveelheid grond afgegraven en gestort wordt. De varianten A en B kennen lagere emissies door de hoeveelheid afgegraven en te storten gronden. Hierbij liggen de punten voor deze twee varianten dicht bij elkaar ten opzichte van variant C. Deze emissies zijn inclusief de emissies naar lucht tijdens het afgraven van de grond. Bijgevolg kent variant C de laagste score, de hoogste score is voor variant A.

Variant A	Variant B	Variant C
8,00	5,00	2,00

■ De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen

Alle saneringen die minder dan 5 jaar duren moeten volgens de standaardprocedure een gelijke score krijgen. Dit is het geval voor alle varianten en dus is een gelijke score toegekend.

Variant A	Variant B	Variant C
5,0	5,0	5,0

2.8.2.2 Blok 2: regionaal/globaal- milieuhygiënische criteria

■ Het verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen

Dit criterium is bepaald aan de hand van een aantal subcriteria. Afhankelijk van de categorie van de sanering worden bepaalde subcategorieën meegerekend of niet. Deze MCA is als categorie 3 omschreven waarbij er herontwikkeling van toepassing is. In dit geval zijn er 5 subcriteria van toepassing. Aan deze subcriteria worden punten toegekend en het gemiddelde geldt als score voor dit criterium. Hieronder worden de punten van de subcriteria toegelicht.

■ *Subscore 1 CO₂ calculator*

Voor de uitwerking van deze score wordt verwezen naar sectie 2.5 waar de volledige CO₂ calculatie weergegeven is. Hieronder wordt een samenvatting gegeven van de resultaten van deze berekeningen.

CO ₂ calculator	Ton CO ₂
CA = CO ₂ -productie van variant A zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	284,1
CB = CO ₂ -productie van variant B zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	7.403,5
CC = CO ₂ -productie van variant C zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	10.506
Ct = CA + CB + CC (in ton CO ₂) = som van de CO ₂ -producties	18.193,6

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Ct - Ci) / Ct$ (met i: A tot C) zoals bepaald volgens de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
7,38	4,45	3,17

■ *Subscore 2: Grondbalans*

Bij de berekening van de grondbalans is de totale aan- en afvoer van de gronden in rekening gebracht. De variant met de grootste hoeveelheid aan-en afvoergrond krijgt de laagste score. Voor elke variant is dit de hoeveelheid ontgraven grond die afgevoerd wordt en die ook eveneens aangevuld wordt met nieuwe gronden.

Grondbalans	m ³
GA = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in variant A	8.841
GB = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in variant B	166.229
GC = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in variant C	356.205
GT = GA + GB + GC	531.275

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Gt - Gi) / Gt$ (met i: A tot C), zoals bepaald volgens de OVAM-richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
7,38	5,15	2,47

■ *Subscore 3: Duurzaam waterverbruik*

Tijdens de sanering wordt er water verbruikt om stofvorming tegen te gaan. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een waterkanon of een waterdampscherm. De verbruikte hoeveelheid water hangt sterk af van de hoeveelheid af te graven grond, de grootte van de werfzone, weercondities, de duurtijd van de sanering en de toepassing van waterkanon versus waterdampscherm. Hoe langer de sanering duurt hoe meer water verbruikt wordt. In variant B en C wordt er geopteerd om maximaal met een waterdampscherm te werken waardoor de verbruikte hoeveelheid water hoger ligt dan bij het gebruik van een waterkanon. Bij variant A wordt er geopteerd om een waterkanon plaatselijk in te schakelen. Hierdoor krijgt variant C met de langste duurtijd en hoogste hoeveelheid af te graven grond de laagste score. Omgekeerd krijgt variant A de hoogste score en krijgt de variant C de laagste score.

Om deze score zo objectief mogelijk te benaderen tussen varianten met dezelfde techniek, d.w.z. varianten A, B en C, is de score bepaald op basis van het volume te verzetten grond wat vermoedelijk recht evenredig is met het effectieve waterverbruik tijdens de sanering.

Variant A	Variant B	Variant C
7,38	5,15	2,47

■ *Subscore 4: Duurzame energie*

Hoe langer de sanering duurt en hoe meer grond afgegraven moet worden, hoe meer transport nodig is en hoe meer energie verbruikt wordt. Hierdoor krijgt variant C met de langste duurtijd en hoogste hoeveelheid af te graven grond de laagste score. Omgekeerd krijgt variant A de hoogste score.

Naar analogie met het waterverbruik, is de score voor varianten A, B en C bepaald op basis van het volume te verzetten grond per variant.

Variant A	Variant B	Variant C
7,38	5,15	2,47

■ *Subscore 5: Biodiversiteit in publieke groenruimtes*

Voor deze 3 varianten is er geen effect op publieke groenruimtes. Alle scores zijn daarom gelijk.

Variant A	Variant B	Variant C
5,0	5,0	5,0

■ **De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering**

Naar analogie met het voorgaande criterium 'verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen' wordt ook dit criterium bepaald aan de hand van een aantal subcriteria. Omdat deze MCA als categorie 3 is omschreven waarbij er een herontwikkeling van toepassing is, zijn er 3 subcriteria van toepassing. Hieronder zijn de punten van de subcriteria toegelicht, die samen de score voor het criterium vormen.

■ *Subscore 1: Productie niet herbruikbaar afval*

De productie van niet herbruikbaar afval omvat bij alle varianten de afgegraven gronden die gestort moeten worden en plastic voor de aanleg van zoutcellen op de stortplaats. De laagste hoeveelheid niet herbruikbaar afval krijgt de hoogste score. Bij variant A is de te ontgraven hoeveelheid grond en dus de te storten hoeveelheid grond het laagst waardoor deze variant de hoogste score verkrijgt. Het omgekeerde geldt voor variant C.

Voor het bereken van de hoeveelheid grond wordt het volume gebruikt en een dichtheid van 1,8 ton/m³. Voor de hoeveelheid plastic is gerekend met een constructie van 80 m² doorsnede en soortelijk gewicht voor plastic van 1,9 kg/m².

Productie niet-herbruikbaar afval	kg
NA = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant A (in kg niet herbruikbaar afval)	7.962.803
NB = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant B (in kg niet herbruikbaar afval)	149.717.088
NC = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant C (in kg niet herbruikbaar afval)	320.822,331
Nt = NA + NB + NC	478,502.221

De scores zijn dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Nt - Ni) / Nt$ (met i: A tot C), zoals bepaald volgens de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
7,38	5,15	2,47

■ *Subscore 2: Milieuvriendelijke materialen*

De saneringstechniek is bij de varianten A en B hetzelfde, zodat is aangenomen dat de gebruikte materialen allen van dezelfde milieuvriendelijke kwaliteit zijn, en dat de score onafhankelijk is van hoe lang de sanering duurt of hoeveel grond er afgegraven moet worden. Bijgevolg is aan de varianten A, B en C eenzelfde score toegekend.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

■ *Subscore 3: Hergebruik van materialen*

In alle drie de varianten zullen de vrijgekomen gronden gestort worden en kunnen dus niet lokaal hergebruikt worden. Alle structuren en gebouwen blijven bewaard. Bijgevolg is aan de varianten A, B en C eenzelfde score toegekend.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

2.8.2.3 Blok 3: technische en maatschappelijke criteria

Zoals eerder al vermeld is voor het evalueren van de saneringsvarianten scenario 3 weerhouden. Dit scenario geeft een groot gewicht aan dit blok, de technische en maatschappelijke criteria. Voor het scoren van de individuele criteria voor dit blok wordt er beroep gedaan op de interpretatie & inschatting van de deskundige, en zijn er scores die berekend worden. Gelet op de complexiteit van de sanering, heeft ERM ervoor gekozen om de varianten telkens te scoren met 2, 5 of 8, waarbij de variant die het best scoort 8 krijgt, en deze die het minst goed scoort een 2. Op deze manier is getracht om de evaluatie zo evenwichtig mogelijk uit te voeren en niet per criterium een bepaalde variant strenger of minder streng te beoordelen.

■ De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering

De mogelijke hinder voor de omgeving omvat onder meer trillingen, geluid, lichtvervuiling, ontoegankelijkheid van de tuinen tijdens de sanering, rooien van struiken, opbreken verharding, afbreken structuren, etc. Om deze hinder zo beperkt mogelijk te houden, zijn er maatregelen voorzien, zoals bijvoorbeeld het aanleggen van een tijdelijke werfweg zodat de hinder in de straten door het werfverkeer geminimaliseerd wordt.

Bij variant A wordt er enkel in de tuinen gegraven waar een moestuin/kippenren aanwezig is. Hierdoor is de hinder voor de omgeving het laagst. Bij variant B wordt er in iedere tuin ontgraven tot 70 cm, hierbij wordt de verharding behouden alsook in de bestaande structuren en bomen. Dit is afhankelijk van de toegankelijkheid van de tuinen. Bij variant C wordt het meest ingrijpend gegraven, waarbij er ook bomen en struiken zullen verwijderd moeten worden. Bijgevolg scoort variant A het best, en variant C het minst goed.

Variant A	Variant B	Variant C
5,0	5,0	2,0

■ De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering

Voor variant A zijn er na de sanering het meest beperkingen naar het gebruik van de grond. Er kan enkel een moestuin/kippenren verbouwd worden op de plaats waar gesaneerd is. Bij variant B zal er nog een gebruiksadvies voor grondverzet (GA1) gelden in de zones waar niet gegraven is, bijvoorbeeld onder een verharding en nabij grote bomen die bewaard zijn, alsook ter hoogte van de gesaneerde zone, voor werken dieper dan 70 cm. Bij variant C is er enkel nog een potentiële beperking onder verhardingen indien er nog verontreiniging aanwezig zou zijn.

Variant A heeft het meeste gebruiksbeperkingen/gebruiksadviezen, en krijg dus de laagste score. Variant C krijgt de hoogste score toegewezen.

Een belangrijke opmerking is om na de sanering van de gronden geen grondwater te gebruiken om de tuinen te besproeien. Deze beperking geldt voor alle varianten. De gebruiksadviezen in verband met grondwater (GA2) blijven voor alle varianten gelden na de sanering.

Variant A	Variant B	Variant C
2,0	5,0	8,0

■ De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden

Dit criterium gaat na in welke mate de varianten onbedoelde schade aan ecosysteemdiensten vermijden. Een goed functionerende bodem levert verschillende belangrijke bodemfuncties, en daaruit voortvloeiende ecosysteemdiensten (ESD).

Een kwalitatieve beoordeling van deze ESD staat beschreven gegeven in sectie 2.7 evenals de uitwerking van de scores voor de verschillende ecosysteemdiensten. Als een bepaalde variant een score kleiner dan of gelijk aan 38 behaalt, dan moet nagekeken worden of er milderende maatregelen mogelijk zijn om de ESD te verbeteren. De totaalscore van deze ESD is per variant hieronder samengevat.

Scores ESD	
EA= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant A	38
EB= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant B	40
EC= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant C	30
Et = EA + EB + EC	108

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $E_i / E_t * 15$ (met i: A tot C), zoals bepaald in de standaardprocedure van OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
5,28	5,56	4,17

■ De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken

De meest verregaande variant C leidt logischerwijs tot een verhoogd veiligheidsrisico door de complexiteit van de werken, zoals ontgraving nabij gebouwen en omwille van het 'dieper' uitgraven. Daarnaast zorgt het verlagen van het grondwater bij deze variant, kans op zettingen aan gebouwen en structuren. De kans op incidenten en vorming van stof en de nodige maatregelen die getroffen moeten worden hangt sterk af van de hoeveelheid en diepte van de af te graven grond, alsook de duurtijd van de werken. Hoe meer grond afgegraven moet worden en hoe langer het duurt, hoe groter het gevaar op incidenten en stofvorming en aan blootstelling aan de verontreinigde stof. Bijgevolg krijgt variant C de laagste score, en logischerwijs krijgt variant A de hoogste score.

Variant A	Variant B	Variant C
8,0	5,0	2,0

2.8.2.4 Blok 4: kosten

■ De kosten van de uitvoering van de bodemsanering

Voor de uitwerking van deze score wordt verwezen naar sectie 2.3, waar de volledige kostprijsberekening weergegeven is. Hieronder is een samenvatting gegeven van de resultaten van deze berekeningen. De kosten zijn inclusief 10 % onvoorzien kosten, exclusief BTW.

Totale kosten sanering	€, excl BTW
KA = kostprijs variant A	2.263.000
KB = kostprijs variant B	46.050.000
KC = kostprijs variant C	93.656,000
Kt= KA +KB+ KC = som van de verschillende kostprijzen van alle varianten.	141.969 .000

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant $i = 15 / (3-1) \times (Kt - Ki) / Kt$ (met i : A tot C), volgens de richtlijnen van de OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
7,38	5,07	2,55

■ Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging

Dit criterium is bepaald aan de hand van twee subcriteria. Aan deze subcriteria worden punten toegekend en het gemiddelde geldt als score voor dit criterium. Hieronder zijn de punten van de subcriteria toegelicht.

■ *Subscore 1: Restverontreiniging in vaste deel van de aarde*

Voor de berekening van de restverontreiniging in het vaste deel van de aarde, i.e de hoeveelheid verontreiniging die na afloop van de saneringswerken nog in de bodem achterblijft, is een onderscheid gemaakt tussen:

- RaX = hoeveelheid verontreinigde grond (m³) die bij ontgraving moet worden afgevoerd en gereinigd of gestort voor variant X; en
- RhX = hoeveelheid verontreinigde grond (m³), die niet moet worden afgevoerd, maar die nog wel ter plaatse kan worden hergebruikt of voldoet aan de normen voor bouwstof voor variant X.

Verontreinigde grond die zich dieper dan 3 m-mv bevindt (RaX-3 en RhX-3), mag op een mindere wijze worden doorgerekend gezien het onwaarschijnlijker is dat deze ooit ontgraven zal worden. Deze mag dan ook gedeeld worden door 2.

De onderstaande restverontreiniging is berekend aan de hand van de niet-gesaneerde volumes grond (deels onder verhard terrein, deels onder verhard terrein). De berekende volumes zijn worst-case.

Restverontreiniging vaste deel aarde	(m³)
RaA (+3m)	300011
RaA (-3m)	0
RhA (+3m)	0
RhA (-3m)	0
RaB (+3m)	219991
RaB (-3m)	0
RhB (+3m)	0
RhB (-3m)	0
RaC (+3m)	125003
RaC (-3m)	0
RhC (+3m)	0
RhC (-3m)	0

De restverontreiniging per variant is berekend aan de hand van volgende formule: (met i = A tot C)

$$RG_i = 2 \times Rai (+3m) + Rhi (+3m) + Rai (-3m) + Rhi (-3m) / 2$$

Restverontreiniging per variant	
RGA	600021
RGB	439981
RGC	250005
RGt = RGA + RGB +RGC	1290007

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (RG_t - RG_i) / RG_t$ (met i: A tot C), volgens de richtlijnen van OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
4,02	4,94	6,04

■ Subscore 2: Restverontreiniging in grondwater

Er is geen rekening gehouden met de verontreiniging in het grondwater gezien dit niet de doelstelling is van dit eerste gefaseerd bodemsaneringsproject.

2.8.3 Resultaat multicriteria-analyse

Categorie 3: bodemsaneringen waarbij de nadruk op het beheer van de bodem op lange termijn ligt, waar bodemsanering complex is en/of waar er ruimtelijk voldoende mogelijkheid is om bodemzorg en bodemsanering op elkaar af te stemmen en/of meer aandacht voor ecosysteemdiensten toe te passen. In deze categorie ligt ook nadruk op beheer van bodemverontreiniging op lange termijn.

Tabel 5.7 Multicriteria analyse

Criteria	Categorie 3	Variante A	Variante B	Variante C
Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria	31			
De mate waarin decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde	7	4,00	4,00	7,00
De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater	7	5,00	5,00	5,00
Vuilvrachtvermindering	10	1,00	5,00	9,00
De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten	5	8,00	5,00	2,00
De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen	2	5,00	5,00	5,00
Blok 2: regionaal/globaal-milieuhygiënische criteria	15			
Het verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen	10	6,90	4,98	3,12
<i>Subscore 1 CO2 calculator</i>		7,38	4,45	3,17
<i>Subscore 2: Grondbalans</i>		7,38	5,15	2,47
<i>Subscore 3: Duurzaam waterverbruik</i>		7,38	5,15	2,47
<i>Subscore 4: Duurzame energie</i>		7,38	5,15	2,47
<i>Subscore 5: Biodiversiteit in publieke groenruimtes</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		6,90	4,98	3,12
De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering	5	5,79	5,05	4,16
<i>Subscore 1: Productie niet herbruikbaar afval</i>		7,38	5,15	2,47
<i>Subscore 2: Milieuvriendelijke materialen</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subscore 3: Hergebruik van materialen</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		5,79	5,05	4,16

Blok 3: technische en maatschappelijke criteria	35			
De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering	5	8,00	5,00	2,00
De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering	8	2,00	5,00	8,00
De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden	18	5,28	5,56	4,17
De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken	4	8,00	5,00	2,00
Blok 4: kosten	19			
De kosten van de uitvoering van de bodemsanering	12	7,38	5,07	2,55
Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging	7	4,02	4,94	6,04
<i>Subscore 1: Restverontreiniging in vaste deel van de aarde</i>		4,02	4,94	6,04
<i>Subscore 2: Restverontreiniging in grondwater</i>				
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		4,02	4,94	6,04
Totaal	100	520,68	503,44	475,88

3. UITWERKING VARIANTEN LANDBOUWGEBIED: SUBZONE 1A

3.1 Technische uitwerking

Voor de aanwezige PFAS-verontreiniging en rekening houdend met de terrein specifieke kenmerken en risico's zijn 3 saneringsvarianten uitgewerkt. Er zijn varianten uitgewerkt die gebaseerd zijn op het effectieve gebruik van het terrein, namelijk landbouw

Aangezien er op de terreinen met landbouwactiviteiten geen mensen wonen zodat er geen actueel of potentieel humaan risico geldt ten gevolge van het eten van kippeneieren met vrije uitloop of consumptie van eigen gekweekte groenten, fruit of zelfgeproduceerd vlees, melk en daarvan afgeleide producten, is de sanering van landbouwgebied enkel gericht op het kunnen blijven uitoefenen van de landbouwactiviteiten en het voorkomen van verwaaien van stof naar de nabijgelegen terreinen met woonfunctie.

Variante A is de variant die zich focust op het tegengaan van de verspreiding van verontreinigde grond ten gevolge van stofvorming door het bewerken van de gronden. Hierbij is enkel rekening gehouden met terreinen die gebruikt worden als akker. Deze variant houdt in dat de akkers via een leeflaagsanering (70 cm) ontgraven worden en opnieuw met kwaliteitsvolle grond aangevuld worden.

Variante B variant focust zich op maximaal wegnemen van de vuilvracht voor vrijwaren van alle types landbouw in de toekomst en te voorkomen dat stof met PFAS zich verspreidt van momenteel niet-akkerbouw- en akkerland. Deze variant omvat de leeflaagsanering tot 70 cm diepte voor alle weilanden, akkers en boomgaarden.

Tot slot is variante C uitgewerkt, die eveneens inzet op volledige massaverwijdering en het vrijwaren van alle landbouwtypes in de toekomst, maar dan met het streven naar de richtwaarde als terugsaneerwaarde. Deze variant omvat een sanering tot een diepte van 1,5 m-mv waarbij de grond ontgraven wordt en terug aangevuld wordt met kwalitatieve aanvulgrond.

3.1.1 Volumebepaling in functie van de verontreinigde stof

Bij alle varianten is de saneringstechniek ontgraven. Bij variante A is het volume kleiner dan bij variante B en is ook kleiner dan variante C. Belangrijk is om de te verwerken volumes in verhouding te zetten tot de huidige verwerkingscapaciteit in Vlaanderen. Voor een uiteenzetting van deze problematiek wordt verwezen naar hoofdstuk 2.1.1 in de uitwerking van de MCA-woongebied.

Naar analogie met woongebied, is het onderstaande volume berekend aan de hand van de oppervlaktes die Geosolutions bepaald heeft via een gedetailleerde GIS-oefening op een recente luchtfoto. Voor het schatten van de massa is een dichtheid van 1,8 ton/m³ gebruikt.

Variant	A	B	C
Volume te verwerken grond (m ³)	59.280	156.415	335.179
Volume te verwerken grond (ton)	106.703	281.547	603.323

3.2 Uitwerking saneringsvarianten landbouwgebied subzone 1A

Variant A: Sanering door het ontgraven met leeflaagsanering van de akkers tot 70 cm met grondverwerking en/of storten

Het doel van deze saneringsvariant is om de verspreiding van verontreinigde grond ten gevolge van stofvorming door het bewerken van de gronden maximaal tegen te gaan. Landbouwgebieden met een vaste begroeiing zoals boomgaarden of weilanden worden niet actief gesaneerd.

Ter hoogte van de akkers wordt de toplaag ontgraven (70 cm) en opnieuw aangevuld met schone aanvulgrond die geschikt is voor landbouwactiviteiten, voor zover dit mogelijk en voorhanden is. De diepte van 70 cm werd hier gekozen als een conservatieve leeflaagsaneringsdiepte, op basis van het feit dat deze de bewortelingsdiepte van de meeste landbouwgewassen overschrijdt. Bovendien bedraagt de typische bodembewerkingsdiepte in Vlaanderen 20-25 cm, soms oplopend tot 35 cm, zodat de diepte van 70 cm een veiligheidsmarge van factor 2 biedt.

De afgegraven grond wordt getransporteerd naar een lokale centraal gelegen TOP om nadien getransporteerd te worden naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum.

In totaal is voorzien dat 59.280 m³ grond wordt ontgraven en dient te worden gestort.

Na sanering zijn er nog risico's voor het vrij gebruik van de gronden. De weilanden en boomgaarden kunnen niet zomaar tot akker omgevormd worden aangezien deze niet gesaneerd werden. Er is geen gebruiksbeperking van toepassing. Er blijven wel gebruiksadviezen voor de restverontreiniging in het grondwater en in het vaste deel daar waar niet gesaneerd is.

Variant B: Sanering door het volledig ontgraven van het deelgebied tot 70 cm met grondverwerking en/of storten

Het doel van deze saneringsvariant is om maximaal in te zetten op massaverwijdering voor het vrijwaren van alle types landbouw in de toekomst en te voorkomen dat stof met PFAS zich verspreidt van momenteel niet-akkerbouw- en akkerland. Ter hoogte van alle akkers, weilanden en perenboomgaarden wordt de toplaag ontgraven (70 cm) en opnieuw aangevuld met schone aanvulgrond die geschikt is voor landbouwactiviteiten. De keuze van 70 cm diepte is analoog aan variant A.

De afgegraven grond wordt getransporteerd naar een lokaal centraal gelegen TOP om nadien getransporteerd te worden naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum. In totaal is voorzien dat 156.415 m³ grond wordt ontgraven en dient te worden gestort.

Na sanering zijn er geen risico's meer voor het vrij gebruik van de site. Er is geen gebruiksbeperking van toepassing. Er blijven wel gebruiksadviezen voor de restverontreiniging in het grondwater van toepassing.

Variant C: Sanering: afgraven van landbouwgrond tot richtwaarde

Het doel van deze saneringsvariant is om maximaal in te zetten op massaverwijdering voor het vrijwaren van alle types landbouw in de toekomst. De variant is erop gericht om alle verontreiniging die de richtwaarde overschrijdt weg te nemen. Ter hoogte van alle akkers, weilanden en perenboomgaarden wordt ontgraven tot de PFOS richtwaarde van 3 µg/kg ds bereikt is en opnieuw aangevuld met schone aanvulgrond die geschikt is voor landbouwactiviteiten.

De afgegraven grond wordt getransporteerd naar een lokaal centraal gelegen TOP om nadien getransporteerd te worden naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum. In totaal is voorzien dat 335.179 m³ grond wordt ontgraven en dient te worden gestort.

Om ontgraving tot de richtwaarde mogelijk te maken dient rekening gehouden te worden tot de nood om het grondwater te verlagen tot een halve meter onder het ontgravingsvlak.

Na sanering zijn er geen risico's meer voor het vrij gebruik van de site. Er is geen gebruiksbeperking van toepassing. Er blijven wel gebruiksadviezen voor de restverontreiniging in het grondwater van toepassing.

3.3 Raming van de kostprijs

Voor de kostenraming van de drie varianten zijn volgende aannames gemaakt, naar analogie met sectie 2.3 voor woongebied:

- De omvang van de verontreiniging zoals bepaald op basis van de voorgaande onderzoeken en het bijkomend onderzoek waarvoor dit BSP is opgemaakt is geldig;
- Er is gerekend met een algemene kostprijs per ton van 253 €/ton in alle scenario's. In deze prijs zitten kosten voor voorbereidende activiteiten, werkvoorbereiding, vergaderingen, plaatsbezoeken, expertiseverslagen, werfinrichting- en organisatie, ontgraving, aanvulling en verwerkingskosten (stortplaats klasse I), herstellingswerken tuin met lokaal grasmatten en hekwerk, alsook de kosten voor milieukundige begeleiding en rapportage. Deze eenheidsprijs omvat echter geen milieuheffingen (75 €/ton) aangezien verwacht wordt dat via OVAM een nulheffing voor het storten van deze niet-reinigbare gronden kan bekomen worden na conform verklaring van het BSP;
- De eenheidsprijzen opgenomen voor de verwerking en het storten van het uitgegraven materiaal die als basis dienen voor de uitgewerkte kostenraming en opgenomen is in de bovenvermelde éénheidsprijs, zijn gebaseerd op marktbevragingen bij stortplaatsen en grondverwerkers; en
- Voor elke variant is een kost berekend voor de MCA, inclusief 10% onvoorziene kosten, en exclusief BTW.

Hieronder is de raming van de kosten voor de drie varianten weergegeven. Deze bedragen zijn tot op 1.000 euro naar boven afgerond, inclusief 10% onvoorziene kosten en exclusief BTW:

Variant A	Variant B	Variant C
29.711.000 €	78.394.000 €	167.986.000 €.

3.4 Te verwachten resultaten

Na sanering blijft er bij variant A een restverontreiniging in het vaste deel van de aarde aanwezig, meer bepaald ter hoogte van de locaties waar momenteel geen akker is en dus niet gegraven wordt, en in de diepere bodem (> 70 cm-mv) waar wel is ontgraven.

Wat variant B betreft, zal er na sanering geen risico meer zijn voor gebruik als landbouwgrond. Er zullen in het vaste deel van de aarde tot 70 cm-mv geen concentraties meer aanwezig zijn waarvoor de voorgestelde bodemsaneringsnormen zijn overschreden.

Na sanering is er bij variant C geen restverontreiniging meer aanwezig. De richtwaarde wordt niet meer overschreden in het vaste deel van de aarde.

Bij alle varianten blijft een restverontreiniging in het grondwater aanwezig, deze restverontreiniging wordt in een bijkomend gefaseerd BBO afgeperkt en in een apart bodemsaneringsproject zo nodig gesaneerd.

3.5 Aanduiding impact op het leefmilieu

Voor de varianten A, B en C geldt dat door het relatief grote volume te verwerken gronden, er meer kans is op CO₂-emissies door het manipuleren van deze verontreinigde bodem tijdens de werken.

Voor alle varianten geldt dat bij het gebruik van het grondwater op het terrein er na sanering nog blootstelling kan optreden. Het gebruik van grondwater blijft afgeraden.

Bij variant C wordt het grootste volume ontgraven, getransporteerd en aangebracht. Vervolgens wordt er minder ontgraven bij variant B en het minst wordt er ontgraven bij variant A. Hierdoor liggen de CO₂-emissies en mogelijk emissies van verontreinigingen aanzienlijk hoger voor varianten C en B, in vergelijking met variant A. Bij deze varianten wordt lokaal een TOP aangelegd, hierbij kan er geopteerd worden om met elektrische en/of op andere niet-fossiele brandstofaangedreven voertuigen de grond lokaal te vervoeren om zo de CO₂ impact te verkleinen.

Bij varianten A, B en C worden de vrijgekomen gronden gestort. Het dichtstbijzijnde stort is in de haven van Antwerpen en is op ongeveer 25 km gelegen van de site. De impact op het verkeer en op de CO₂ is het grootst bij variant C en het kleinst bij variant A, logischerwijs gelinkt aan het volume dat ontgraven en afgevoerd zal worden.

Bij de varianten A, B en C wordt er hinder door trillingen en geluid van de graafmachines verwacht, bij variant A zal die iets minder zijn want er zal minder gegraven moeten worden in vergelijking met variant B en C. Stofhinder dient zo veel als mogelijk gemeden te worden, vandaar dat bij alle bekeken varianten de nodige preventieve maatregelen zijn voorzien om stofvorming te voorkomen.

Bij variant C wordt het grondwater verlaagd, dit heeft tot gevolg dat er extra CO₂ emissies zijn. De pompen en boorwerken veroorzaken extra trillingen en geluid.

Voor het berekenen van de impact op het leefmilieu is gebruik gemaakt van de CO₂ calculator. De uitdraai van deze calculator kan men terugvinden in Bijlage 9.

3.6 Beperkingen voor het toekomstig gebruik

Bij variant A wordt de verontreiniging enkel weggenomen ter hoogte van de zone van de huidige akkers. De huidige weilanden en boomgaarden blijven hun huidige functie behouden, en kunnen niet omgevormd worden tot akker gezien de aanwezigheid van PFAS in de toplaag. Enkel waar gesaneerd is, kan er opnieuw op een akker groenten en fruit verbouwd worden op voorwaarde dat het grondwater niet wordt aangesproken.

Bij varianten B en C worden alle risico's uit het vaste deel van de aarde weggenomen zodat een vrij gebruik mogelijk is als landbouwgebied op voorwaarde dat het grondwater niet wordt aangesproken. Bij variant C vervalt ook het gebruiksadvies voor grondverzet GA1.

Bij alle varianten blijft in het grondwater nog een verontreiniging aanwezig, aangezien deze varianten enkel tot doel hebben om het vaste deel te saneren. Het is wel zo dat variant C het meest positief effect heeft op de grondwaterkwaliteit omdat uitloging nagenoeg niet meer kan plaatsvinden. De verontreiniging in grondwater zal afgeperkt worden in een volgend gefaseerd BBO, hieropvolgend dient er mogelijks een afzonderlijk bodemsaneringsproject te worden opgesteld. De geldende 'no regret' maatregelen voor grondwater blijven gelden.

3.7 Ecosysteemdiensten

Voor variant A en B is de standaardscore gebruikt voor ontgraving met kwaliteitsvolle aanvulgrond. Voor variant C zal er door de grotere hoeveelheid grond die nodig is, niet voldoende hoogwaardige aanvulgrond beschikbaar zijn. In dit geval wordt de standaardscore gebruikt voor ontgraving met aanvulgrond van standaardkwaliteit. Voor enkele ESD is de score naar boven of beneden bijgesteld, afhankelijk van de specifieke situatie van deze varianten.

Tabel 5.8 Uitwerking ecosysteemdiensten

ESD	Variant A		Variant B		Variant C		Korte motivatie indien score afwijkt van standaardscore uit matrix (bvb. Welke milderende maatregel is van toepassing, specifieke omstandigheden, uitvoeringswijze, ...)
	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	7	3	7	9	3	9	Variant A krijgt een negatieve score doordat er niet overal voedsel geteeld kan worden, in tegenstelling tot variant B en C waar wel overal voedsel geteeld kan worden en dieren kunnen voorkomen.
Voorziening van mineralen	3	3	3	3	3	3	
Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	5	5	5	5	3	3	
Regulatie van de atmosfeer	5	5	5	5	1	1	.
Regulatie van het risico op grondverschuivingen	3	5	3	3	3	3	Bij variant A is er minder impact op deze ESD te verwachten ten opzichte van de andere varianten door de beperktere omvang van de graafwerken, vandaar dat deze score naar boven is bijgesteld.

ESD	Variant A		Variant B		Variant C		Korte motivatie indien score afwijkt van standaardscore uit matrix (bvb. Welke milderende maatregel is van toepassing, specifieke omstandigheden, uitvoeringswijze, ...)
	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	
Regulatie van het risico op erosie	3	3	3	3	3	3	
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	5	5	5	5	5	5	
Biodiversiteit	3	3	3	3	1	1	
Belevingswaarde	3	3	3	3	3	3	
Wetenschap en educatie	1	1	1	1	1	1	
TOTAAL	38	36	38	40	26	32	

3.8 Multicriteria-analyse

De hierboven vermelde effecten van de sanering zijn samen met andere relevante criteria in dit hoofdstuk per voorgestelde variant nader vergeleken. Naar analogie met sectie 2.8 voor woongebied, is deze beoordeling van de saneringsvarianten uitgevoerd in overeenstemming met de richtlijnen van de OVAM.

3.8.1 Bepaling van categorie en gewicht

Op basis van de terreineigenschappen, de voorziene herontwikkeling, het toekomstige gebruik en de locatie van de te saneren verontreiniging, de situering in bestemmingstype II en de goede bereikbaarheid van te saneren verontreinigingen dient ook voor 'landbouwgebied subzone 1A' de bodemsanering ondergebracht te worden in categorie 3 voor "landbouwgebied subzone 1A".

- **Categorie 3:** bodemsaneringen waarbij de nadruk op het beheer van de bodem op lange termijn ligt, waar bodemsanering complex is en/of waar er ruimtelijk voldoende mogelijkheid is om bodemzorg en bodemsanering op elkaar af te stemmen en/of meer aandacht voor ecosysteemdiensten toe te passen. In deze categorie ligt ook nadruk op beheer van bodemverontreiniging op lange termijn.

Hieruit volgt dat de gewichten voor een categorie 3 sanering aan de verschillende criteria van de multicriteria-analyse zijn toegekend.

3.8.2 Uitwerking van de multicriteria-analyse

Voor de volgende aspecten is aan de hand van een scoresysteem een gewogen analyse uitgevoerd:

- Blok 1 - Milieu-hygiënische criteria lokaal;
- Blok 2 - Milieu-hygiënische criteria regionaal/globaal;
- Blok 3 - Technische en maatschappelijke criteria; en
- Blok 4 - Kosten criteria.

De minimale score per criterium en per variant is 1 en de maximale score is 9, waarbij een hogere score een positievere beoordeling impliceert. Een aantal criteria zijn proportioneel bepaald, bijvoorbeeld in functie van berekende volumes, massa's, kosten etc. Bij overschrijdingen van de minimale en maximale score bij proportionele verdeling, is de score bijgesteld naar de minimum of maximum score. Hierbij zijn de aanpassingen van de scores van de andere varianten evenredig herrekend.

Verder is er per aspectengroep een gewicht toegekend. De som van de scores binnen een aspectgroep is vermenigvuldigd met het respectievelijke gewicht wat een deelscore per aspect oplevert. De totale score per variant is dan de som van de verschillende deelscores. De variant met de hoogste totale score geniet de voorkeur.

In de volgende paragrafen zijn de drie hiervoor beschreven saneringsvarianten besproken en afgewogen via de "multicriteria analyse". De scores die de verschillende varianten verkregen hebben zijn in onderstaande paragrafen uiteengezet. De laatste paragraaf bespreekt de volledige multicriteria analyse, waarna de punten van de verschillende criteria zijn gewogen en opgeteld. De variant met de hoogste score is de voorkeursvariant voor de sanering van het landbouwgebied, gelegen in subzone 1A.

Naar analogie met de MCA voor woongebied, hebben de 4 blokken een vast gewicht gekregen volgens scenario 3. Ook voor landbouwgebied zijn deze respectievelijke gewichten niet gewijzigd. Dit is ook het geval voor het onderdeel kosten, ondanks de grote volumes grond die gesaneerd dienen te worden, en de onderlinge verschillen per variant.

Het element rond biomonitoring speelt voor landbouwgebieden misschien niet rechtstreeks een rol, maar de stofontwikkeling bij het bewerken van gronden is mogelijks een niet te onderschatten element, wat onrechtstreeks toch een nadelig effect kan hebben op het woongebied. Het element rond capaciteit van verwerking/storten van gronden is dan weer wel zeer belangrijk voor de sanering van landbouwgebieden, aangezien de volumes in verhouding met de gronden van woongebied veel hoger zijn. Zoals aangegeven in sectie 2.8.2 voor woongebied komen beide elementen niet aan bod in de MCA, maar zijn ook meegenomen in de keuze van de finale variant voor landbouwgebieden in subzone 1A.

3.8.2.1 Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria

■ De mate waarin decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde

De decretale doelstelling, met name het opheffen van het humaan toxicologisch risico, is bij alle varianten behaald. Gezien bij variant C gesaneerd wordt tot de richtwaarde, wat extra voordeel biedt ten opzichte van enkel het risico wegnemen, heeft deze variant de hoogste punten gekregen.

Variant A	Variant B	Variant C
4,00	4,00	7,00

■ De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater

De verontreiniging in het grondwater wordt niet gesaneerd in dit bodemsaneringsproject. Gezien dus dat de situatie voor en na werken gelijk blijft en dit niet het doel is van dit eerste gefaseerd bodemsaneringsproject zijn de punten voor de drie varianten gelijkgesteld.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

■ Vuilvrachtvermindering

Bij variant A wordt de vuilvracht in de akkers verwijderd tot een diepte van 70 cm. Bij variant B wordt alle vuilvracht verwijderd tot 70 cm-mv. Bij variant C wordt alle vuilvracht verwijderd tot de richtwaarde bereikt wordt, wat momenteel op 150 cm wordt geschat.

De vuilvracht is op volgende manier berekend:

- Van de concentraties voor PFOS in het vaste deel van de aarde is het gemiddelde berekend van de analyses gelegen in het landbouwgebied en dit over verschillende diepte-intervallen; en
- Vervolgens is met deze concentratie gerekend om een inschatting te maken van de aanwezige vuilvracht.

De oppervlakte van het landbouwgebied bedraagt 223.450 m². Ter herinnering, deze oppervlakte is gebaseerd op de gedetailleerde GIS-oefening uitgevoerd door Geosolutions, en kan beschouwd worden als de best mogelijke fit met de reële situatie.

Tabel 5.9 Vuilvrachtberekening landbouw subzone 1A

Gemiddelde concentraties PFOS vaste deel van de aarde (µg/kg ds)	0-0,5 m-mv	0,5-0,7 m-mv	0,7-1,5 m-mv	1,5-3 m-mv	>3 m-mv	
Subzone 1A	39,2	28,5	12,4	2,5	0	
Vuilvracht landbouwgebied (kg)	0-0,5 m-mv	0,5-0,7 m-mv	0,7-1,5 m-mv	1,5-3 m-mv	>3 m-mv	Totale vuilvracht:
Subzone 1A	7,88	2,29	3,99	1,51	0,00	<u>15,67</u>

Onderstaande tabel geeft de eindvuilvracht na sanering weer per variant, met de volgende aannames:

- Voor variant A is de eindvuilvracht berekend door de totale vuilvracht voor sanering te verminderen met ongeveer 37,5% van de vuilvracht in de bovenste 70 cm. Hierbij staat de 37,5% voor het percentage aan oppervlakte aan akkers;
- Voor variant B is de vuilvracht dieper dan 70 cm de eindvuilvracht; en
- Voor variant C is de vuilvracht dieper dan 150 cm de eindvuilvracht.

Tabel 5.10 Eindvuilvrachtberekening na sanering per variant

Vuilvrachtvermindering	Kg
Vt = totale vuilvracht voor sanering (kg)	15,67
VAe = (eind)vuilvracht na sanering bij bodemsaneringsvariant 1 (kg)	11,86
VBe = (eind)vuilvracht na sanering bij bodemsaneringsvariant 2 (kg)	5,50
VCe = (eind)vuilvracht na sanering bij bodemsaneringsvariant 3 (kg)	1,51

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Vt - Vie) / Vt$ (met i: A tot C), zoals bepaald volgens de richtlijnen van OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
2,03	5,42	7,55

■ **De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten**

De rechtstreekse emissies naar andere milieucompartimenten is het grootst bij variant C, aangezien bij deze variant de grootste hoeveelheid grond afgegraven en gestort wordt. De varianten A en B hebben hetzelfde type maar een lagere hoeveelheid emissies als gevolg van de hoeveelheid grond die wordt afgegraven en gestort. Deze emissies zijn onder meer de emissies naar lucht tijdens het afgraven van de grond. kent variant C de laagste score, de hoogste score is voor variant A.

Variant A	Variant B	Variant C
8,0	5,0	2,0

■ **De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen**

Volgens de standaardprocedure krijgen alle varianten die minder dan 5 jaar duren een gelijke score. Dit is het geval voor alle varianten en dus is een gelijke score toegekend.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

3.8.2.2 Blok 2: regionaal/globaal- milieuhygiënische criteria

■ **Het verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen**

Dit criterium is bepaald aan de hand van een aantal subcriteria. Afhankelijk van de categorie van de sanering worden bepaalde subcategorieën meegerekend of niet. Deze MCA is als categorie 3 omschreven waarbij er een herontwikkeling van toepassing is. In dit geval zijn er eveneens 5 subcriteria van toepassing. Aan deze subcriteria worden punten toegekend en het gemiddelde geldt als score voor dit criterium. Hieronder worden de punten van de subcriteria toegelicht.

■ *Subscore 1 CO₂ calculator*

Voor de uitwerking van deze score wordt verwezen naar sectie 3.5 waar de volledige CO₂ calculatie weergegeven wordt. Hieronder is een samenvatting gegeven van de resultaten van deze berekeningen.

CO ₂ calculator	Ton CO ₂
CA = CO ₂ -productie van variant A zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	3.343
CB = CO ₂ -productie van variant B zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	8.888
CC = CO ₂ -productie van variant C zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	19.209
Ct = CA + CB + CC (in ton CO ₂) = som van de CO ₂ -producties	31.440

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Ct - Ci) / Ct$ (met i: A tot C), zoals bepaald volgens de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
6,70	5,38	2,92

■ *Subscore 2: Grondbalans*

Bij de berekening van de grondbalans is de totale aan- en afvoer van de gronden in rekening gebracht. De variant met de grootste hoeveelheid aan-en afvoergrond krijgt de laagste score. Voor elke variant is dit de hoeveelheid ontgraven grond die afgevoerd wordt en die ook eveneens aangevuld wordt met nieuwe gronden.

Grondbalans	m ³
GA = totale hoeveelheid grond die wordt aan- en afgevoerd in variant A	118.560
GB = totale hoeveelheid grond die wordt aan- en afgevoerd in variant B	312.830
GC = totale hoeveelheid grond die wordt aan- en afgevoerd in variant C	670.358
GT = GA + GB + GC	1.101.748

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Gt - Gi) / Gt$ (met i: A tot C), zoals bepaald volgens de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
6,69	5,37	2,94

■ *Subscore 3: Duurzaam waterverbruik*

Tijdens de sanering wordt er water verbruikt om stofvorming tegen te gaan. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een waterkanon of een waterdampscherm. De verbruikte hoeveelheid water hangt sterk af van de hoeveelheid af te graven grond, de grootte van de werfzone, weercondities, de duurtijd van de sanering en de toepassing van waterkanon versus waterdampscherm. Hoe langer de sanering duurt hoe meer water verbruikt wordt. In variant B en C wordt er geopteerd om maximaal met een waterdampscherm te werken waardoor de verbruikte hoeveelheid water hoger ligt dan bij het gebruik van een waterkanon. Bij variant A wordt er geopteerd om een waterkanon plaatselijk in te schakelen. Hierdoor krijgt variant C met de langste duurtijd en hoogste hoeveelheid af te graven grond de laagste score. Omgekeerd krijgt variant A de hoogste score.

Om deze score zo objectief mogelijk te benaderen tussen varianten met dezelfde techniek, dus variant A, B en C, is de score bepaald op basis van het volume te verzetten grond wat vermoedelijk recht evenredig is met het effectieve waterverbruik tijdens de sanering.

Variant A	Variant B	Variant C
6,69	5,37	2,94

■ *Subscore 4: Duurzame energie*

Hoe langer de sanering duurt en hoe meer grond afgegraven moet worden, hoe meer transport nodig is en hoe meer energie verbruikt wordt. Hierdoor krijgt variant C met de langste duurtijd en hoogste hoeveelheid af te graven grond de laagste score. Omgekeerd krijgt variant A de hoogste score.

Naar analogie met het waterverbruik, is de score voor variant A, B en C bepaald op basis van het volume te verzetten grond per variant.

Variant A	Variant B	Variant C
6,69	5,37	2,94

■ *Subscore 5: Biodiversiteit in publieke groenruimtes*

Voor de 3 varianten is er geen effect op publieke groenruimtes, alle scores zijn bijgevolg gelijk.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

■ **De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering**

Naar analogie met het voorgaande criterium ‘verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen’, is ook dit criterium bepaald aan de hand van een aantal subcriteria. Omdat deze MCA als categorie 3 is omschreven, zijn er 3 subcriteria van toepassing. Hieronder zijn de punten van de subcriteria toegelicht, die samen de score voor het criterium vormen.

■ *Subscore 1: Productie niet herbruikbaar afval*

De productie van niet herbruikbaar afval omvat bij de varianten A, B en C de afgegraven gronden die gestort moeten worden en plastic voor de aanleg van zoutcellen. De laagste hoeveelheid niet herbruikbaar afval krijgt de hoogste score.

Naar analogie met woongebied, is voor het bereken van de hoeveelheid grond het volume gebruikt en een dichtheid van 1,8 ton/m³. Voor de hoeveelheid plastic is gerekend met een constructie van 80 m² doorsnede en soortelijk gewicht voor plastic van 1,9 kg/m².

Productie niet-herbruikbaar afval	
NA = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant A (in kg niet herbruikbaar afval)	106.781.000
NB = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant B (in kg niet herbruikbaar afval)	281.759.000
NC = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van variant C (in kg niet herbruikbaar afval)	603.778.685
Nt = NA + NB + NC	992.319.337

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = 15 / (3-1) x (Nt - Ni) / Nt (met i: A tot C), zoals bepaald volgens de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
6,69	5,37	2,94

■ **Subscore 2: Milieuvriendelijke materialen**

De saneringstechniek is bij de varianten A, B en C hetzelfde, zodat is aangenomen dat de gebruikte materialen allen van dezelfde milieuvriendelijke kwaliteit zijn, en dat de score onafhankelijk is van hoe lang de sanering duurt of hoeveel grond er afgegraven moet worden. Bijgevolg is aan alle varianten eenzelfde score toegekend.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

■ **Subscore 3: Hergebruik van materialen**

In alle drie de varianten zullen de vrijgekomen gronden gestort worden en kunnen dus niet lokaal hergebruikt worden. Alle structuren en gebouwen blijven bewaard. Bijgevolg is aan de varianten A, B en C eenzelfde score.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

3.8.2.3 Blok 3: technische en maatschappelijke criteria

Naar analogie met woongebied, zal voor het scoren van de varianten in deze blok voor landbouw eveneens gebruik gemaakt worden van de scores 2, 5 of 8, waarbij de variant die het best scoort een 8 krijgt, en deze die het minst goed scoort een 2. Op deze manier is getracht om de evaluatie zo evenwichtig mogelijk uit te voeren en niet per criterium een bepaalde variant strenger of minder streng te beoordelen. Indien twee varianten als gelijk beschouwd worden, krijg de best scorende variant 8 punten, en de 2 andere varianten elk 3,5.

■ **De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering**

De mogelijke hinder voor de omgeving voor alle varianten omvat onder meer trillingen, geluid, lichtvervuiling, en het rooien van sommige bomen/struiken. Om deze hinder zo beperkt mogelijk te houden, zijn er maatregelen voorzien, zoals bijvoorbeeld het aanleggen van een tijdelijke werfweg zodat de hinder in de straten door het werfverkeer geminimaliseerd wordt. Voor alle varianten geldt dat de hinder door stof al ondervangen zit in het aspect duurzaam waterverbruik.

Varianten A en B veroorzaken meer hinder voor de omgeving in vergelijking met variant C, waardoor variant C de hoogste score toegewezen krijgt. Omdat er bij variant B meer grond wordt afgegraven dan variant A en deze werken ook langer duren, krijgt deze de laagste score. Bij variant A wordt er enkel in de akkers gegraven. Hierdoor is de hinder voor de omgeving het laagst. Bij variant B wordt er in het volledige landbouwgebied ontgraven tot 70 cm. Bij variant C wordt het meest ingrijpend gegraven. Bijgevolg scoort variant A het best, en variant C het minst goed.

Variant A	Variant B	Variant C
8,00	5,00	2,00

■ De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering

Voor variant A zijn er na de sanering het meest beperkingen naar het gebruik van de grond. Er kan enkel een akker verbouwd worden op de plaats waar gesaneerd is. Bij variant B zal er nog een gebruiksadvies voor grondverzet (GA1) gelden ter hoogte van de gesaneerde zone, voor werken dieper dan 70 cm. Bij variant C zijn er geen beperkingen meer aanwezig voor het vaste deel van de aarde.

Variant A heeft het meeste gebruiksbeperkingen/gebruiksadviezen, en krijg dus de laagste score. Variant C krijgt de hoogste score toegewezen.

Een belangrijke opmerking is om na de sanering van de gronden geen grondwater te gebruiken om de gronden te besproeien. Deze beperking geldt voor alle varianten. De gebruiksadviezen in verband met grondwater (GA2) blijven voor alle varianten gelden na de sanering.

Variant A	Variant B	Variant C
2,0	5,0	8,0

■ De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden

Dit criterium gaat na in welke mate de varianten onbedoelde schade aan ecosysteemdiensten vermijden. Een goed functionerende bodem levert verschillende belangrijke bodemfuncties, en daaruit voortvloeiende ecosysteemdiensten (ESD).

Een kwalitatieve beoordeling van deze ESD staat beschreven in sectie 3.7 evenals de uitwerking van de scores voor de verschillende ecosysteemdiensten. In het geval een bepaalde variant een score kleiner dan of gelijk aan 38 behaalt, moet nagekeken worden of milderende maatregelen mogelijk zijn om de ESD te verbeteren. De totaalscore van deze ESD is per variant hieronder samengevat.

Scores ESD (sectie 3.7)	
EA= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant A	38
EB= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant B	40
EC= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant C	32
Et = EA + EB + EC	110

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $E_i / E_t * 15$ (met i: A tot C), zoals bepaald in de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,56	4,44

■ **De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken**

De meest verregaande variant C leidt logischerwijs tot een verhoogd veiligheidsrisico door de complexiteit van de werken en omwille van het 'dieper' uitgraven, zoals ontgraving nabij gebouwen en omwille van het 'dieper' uitgraven. De kans op incidenten en vorming van stof en de nodige maatregelen die getroffen moeten worden hangen sterk af van de hoeveelheid en diepte van de af te graven grond. Hoe meer grond afgegraven moet worden, hoe groter het gevaar op incidenten en stofvorming en aan blootstelling aan de verontreinigde stof. Bijgevolg krijgt variant C de laagste score, en logischerwijs krijgt variant A de hoogste score.

Variant A	Variant B	Variant C
8,00	5,00	2,00

3.8.2.4 Blok 4: kosten

■ **De kosten van de uitvoering van de bodemsanering**

Voor de uitwerking van deze score wordt verwezen naar sectie 3.3 waar de volledige kostprijsberekening weergegeven is. Hieronder is een samenvatting gegeven van de resultaten van deze berekeningen. De kosten zijn inclusief 10 % onvoorziene kosten, exclusief BTW.

Totale kosten sanering	€, excl BTW
KA = kostprijs variant A	29.711.000
KB = kostprijs variant B	78.394.000
KC = kostprijs variant C	167.986.000
Kt= KA +KB+ KC = som van de verschillende kostprijzen van alle varianten.	276.091.000

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Kt - Ki) / Kt$ (met i: A tot C), volgens de richtlijnen van de OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
6,69	5,37	2,94

■ **Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging**

Dit criterium is bepaald aan de hand van twee subcriteria. Aan deze subcriteria worden punten toegekend en het gemiddelde geldt als score voor dit criterium. Hieronder zijn de punten van de subcriteria toegelicht.

■ *Subscore 1: Restverontreiniging in vaste deel van de aarde*

Voor de berekening van de restverontreiniging in het vaste deel van de aarde is er een onderscheid gemaakt tussen:

- RaX = hoeveelheid verontreinigde grond (m³) die bij ontgraving moet worden afgevoerd en gereinigd of gestort wordt voor variant X; en
- RhX = hoeveelheid verontreinigde grond (m³), die niet moet worden afgevoerd, maar die nog wel ter plaatse kan worden hergebruikt of voldoet aan de normen voor bouwstof voor variant X.

De onderstaande restverontreiniging is berekend aan de hand van de niet-gesaneerde volumes grond, met name de diepere bodem voor alle varianten en de oppervlaktes weiland/boomgaard voor variant A waar dit behouden blijft.

Verontreinigde grond die zich dieper dan 3 m-mv bevindt (RaX-3 en RhX-3), 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.

Restverontreiniging vaste deel aarde	(m ³)
RaA (+3m)	275.900
RaA (-3m)	0
RhA (+3m)	0
RhA (-3m)	0
RaB (+3m)	178762
RaB (-3m)	0
RhB (+3m)	0
RhB (-3m)	0
RaC (+3m)	0
RaC (-3m)	0
RhC (+3m)	0
RhC (-3m)	0

De restverontreiniging per variant is berekend aan de hand van volgende formule: (met i = A tot C)

$$RG_i = 2 \times Rai (+3m) + Rhi (+3m) + Rai (-3m) + Rhi (-3m) / 2$$

Restverontreiniging per variant	(m ³)
RGA	551801,6
RGB	357524,8
RGC	0
RGt = RGA + RGB + RGC	909.326

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = 15 / (3-1) x (RGt - RG_i) / RGt (met i = A tot C), volgens de richtlijnen van OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
2,95	4,55	7,50

■ *Subscore 2: Restverontreiniging in grondwater*

Er is geen rekening gehouden met de verontreiniging in het grondwater gezien dit niet de doelstelling is van dit eerste gefaseerd bodemsaneringsproject.

3.8.3 Resultaat multicriteria-analyse

Categorie 3: bodemsaneringen waarbij de nadruk op het beheer van de bodem op lange termijn ligt, waar bodemsanering complex is en/of waar er ruimtelijk voldoende mogelijkheid is om bodemzorg en bodemsanering op elkaar af te stemmen en/of meer aandacht voor ecosysteemdiensten toe te passen. In deze categorie ligt ook nadruk op beheer van bodemverontreiniging op lange termijn.

Tabel 5.11 Multicriteria analyse

Criteria	categorie 3	Variant A	Variant B	Variant C
Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria	31			
De mate waarin decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde	7	4,00	4,00	7,00
De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater	7	5,00	5,00	5,00
Vuilvrachtvermindering	10	2,03	5,42	7,55
De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten	5	8,00	5,00	2,00
De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen	2	5,00	5,00	5,00
Blok 2: regionaal/globaal-milieuhygiënische criteria	15			
Het verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen	10	6,36	5,30	3,35
<i>Subscore 1: CO2 calculator</i>		6,70	5,38	2,92
<i>Subscore 2: Grondbalans</i>		6,69	5,37	2,94
<i>Subscore 3: Duurzaam waterverbruik</i>		6,69	5,37	2,94
<i>Subscore 4: Duurzame energie</i>		6,69	5,37	2,94
<i>Subscore 5: Biodiversiteit in publieke groenruimtes</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		6,36	5,30	3,35
De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering	5	5,56	5,12	4,31
<i>Subscore 1: Productie niet herbruikbaar afval</i>		6,69	5,37	2,94
<i>Subscore 2: Milieuvriendelijke materialen</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subscore 3: Hergebruik van materialen</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		5,56	5,12	4,31

Blok 3: technische en maatschappelijke criteria	35			
De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering	5	8,00	5,00	2,00
De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering	8	2,00	5,00	8,00
De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden	18	5,00	5,56	4,44
De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken	4	8,00	5,00	2,00
Blok 4: kosten	19			
De kosten van de uitvoering van de bodemsanering	12	6,69	5,37	2,94
Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging	7	2,95	4,55	7,50
<i>Subscore 1: Restverontreiniging in vaste deel van de aarde</i>		2,95	4,55	7,50
<i>Subscore 2: Restverontreiniging in grondwater</i>				
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		2,95	4,55	7,50
Totaal	100	503,67	512,11	484,22

4. UITWERKING VARIANTEN VREDESBOS

4.1 Technische uitwerking

Voor de aanwezige PFAS-verontreiniging in het Vredesbos en rekening houdend met de terrein specifieke kenmerken en risico's zijn 3 saneringsvarianten uitgewerkt. Er zijn varianten uitgewerkt die gebaseerd zijn op het effectieve gebruik van het terrein in het Vredesbos, namelijk recreatief gebruik van het bos.

De sanering van bos is enkel gericht op het kunnen blijven uitoefenen van de recreatieve activiteiten, het voorkomen van verwaaien van stof, het vermijden van contact via de huid of via onbedoelde rechtstreeks orale inname van stof en het verspreiden van grond naar de nabijgelegen terreinen met woonfunctie/ landbouwfunctie.

Variant A focust zich op maximaal wegnemen van de vuilvracht en het vrijwaren van alle types gebruik in de toekomst zodat blootstellingsscenario's en de verspreiding van PFAS-verontreiniging worden voorkomen. Zo kunnen er nieuwe paden of speelzones in het bos aangelegd worden zonder deze eerst te hoeven saneren. Deze variant omvat de leeflaagsanering tot 70 cm diepte voor het volledige bos. Hierbij dienen eerst alle bomen gekapt te worden.

Variant B richt zich op het aanpakken van de blootstelling van gebruikers van het gebied, voornamelijk via direct onbedoeld orale inname van stof en huidcontact met grond tijdens het wandelen, fietsen of recreëren in de open gebieden. Eveneens verspreiding van stof die zich aan schoenen of banden van fietsen hecht naar andere gebieden met een ander type gebruik wordt met deze saneringsvariant tegengegaan. Deze variant houdt in dat de paden en alle open plekken in het bos via een leeflaagsanering (70 cm) ontgraven worden en opnieuw met kwaliteitsvolle grond aangevuld worden. Op deze manier hoeven er geen bomen gekapt te worden.

Variant C omhelst geen actieve sanering en zet maximaal in op het voorkomen van stof en van het voorkomen via contact met de huid of orale inname van de verontreinigde grond tijdens het wandelen, fietsen, spelen, etc. in het bos. Het vermijden van inname van de grond betekent dat de huidige "no-regret" maatregelen hier gelden. Maatregelen zoals het vermijden van het aanraken van het gezicht met de handen en het frequent wassen van de handen blijven dan van toepassing op dit gebied.

4.1.1 Volumebepaling in functie van de verontreinigde stof

Bij variant A en B is de saneringstechniek ontgraven. Bij variant B is het volume kleiner dan bij variant A. Belangrijk is om de te verwerken volumes in verhouding te zetten tot de huidige verwerkingscapaciteit in Vlaanderen. Voor een uiteenzetting van deze problematiek wordt verwezen naar hoofdstuk 2.1.1 in de uitwerking van de MCA-woongebied.

Naar analogie met woongebied & landbouw, is het onderstaande volume deels berekend aan de hand van de oppervlaktes die Geosolutions bepaald heeft via een gedetailleerde GIS-oefening op een recente luchtfoto. Voor het inschatten van de oppervlakte van de paden werd rekening gehouden met een breedte van 6m. Voor het schatten van de massa is een dichtheid van 1,8 ton/m³ gebruikt.

Variant	A	B	C
Volume te verwerken grond (m ³)	60.881	5.544	Nvt.
Tonnage te verwerken grond (ton)	109.586	9.979	Nvt.

4.2 Uitwerking saneringsvarianten Vredesbos

Variant A: Sanering door het volledig ontgraven van het deelgebied tot 70 cm met grondverwerking en/of storten

Variante A focust zich op maximaal wegnemen van de vuilvracht en het vrijwaren van alle types gebruik in de toekomst door het wegnemen van PFAS verontreiniging waarmee gebruikers van het gebied via stof, onbedoelde orale inname of contact met de huid in aanraking kunnen komen. Zo kunnen er nieuwe paden of speelzones in het bos aangelegd worden zonder deze eerst te hoeven saneren. Deze variant omvat de leeflaagsanering tot 70 cm diepte voor het volledige bos. De diepte van 70 cm is gekozen in lijn met de voorgestelde diepte in woon- en landbouwgebieden. Hierbij dienen eerst alle bomen gekapt te worden. Na de ontgraving wordt er aangevuld met grond van voldoende kwaliteit voor het herstel van het bos en wordt het bos heraangeplant met inheemse boomsoorten.

De afgegraven grond wordt getransporteerd naar een lokaal centraal gelegen TOP om nadien getransporteerd te worden naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum.

In totaal is voorzien dat 60.881 m³ grond wordt ontgraven om te behandelen en/of storten

Na sanering zijn er geen risico's meer voor het vrij gebruik van de site. Er is geen gebruiksbepaling van toepassing. Er blijven wel gebruiksaanbevelingen voor de restverontreiniging in het grondwater.

Variant B: Sanering door het ontgraven met leeflaagsanering van de paden en open ruimtes in het bos tot 70 cm met grondverwerking en/of storten

Variante B is de variant die focust op het aanpakken van de blootstelling van gebruikers van het gebied via stof en direct onbedoeld orale inname en contact via huid met grond tijdens het wandelen, fietsen of recreëren in de open gebieden.. Bij deze saneringsaanpak hoeven er geen bomen gekapt te worden.

Ter hoogte van de paden en open ruimtes wordt de toplaag ontgraven (70 cm) en opnieuw aangevuld met schone aanvulgrond. De keuze van 70 cm is gelijkaardig aan variante A. De afgegraven grond wordt getransporteerd naar een lokale centraal gelegen TOP om nadien getransporteerd te worden naar een erkende stortplaats of verwerkingscentrum.

In totaal is voorzien dat 5.544 m³ grond wordt ontgraven om te behandelen en/of storten.

Na de sanering zijn er geen risico's voor het vrij gebruik van de gesaneerde zones. Het wordt afgeraden om van de paden en open plekken in het bos af te wijken (of dus om gebieden te betreden niet zijn gesaneerd). Er blijven wel gebruiksaanbevelingen voor de restverontreiniging in het grondwater en in het vaste deel daar waar niet gesaneerd is.

Variant C: geen actieve sanering en maximaal inzetten op voorkomen stofvorming

Variante C omhelst geen actieve sanering en zet maximaal in op het voorkomen van blootstelling aan stof en via direct onbedoeld orale inname en huidcontact van de verontreinigde grond tijdens het wandelen, fietsen, spelen, enz. in het bos. Het vermijden van inname van de grond betekent dat de huidige "no-regret" maatregelen hier gelden. Maatregelen zoals het vermijden van het aanraken van het gezicht/mond met de handen en het frequent wassen van de handen blijven dan van toepassing op dit gebied.

Er dient niet actief gesaneerd te worden. De bevolking en bezoekers van het bos dienen actief m.b.v. infoborden geïnformeerd te worden van de geldende maatregelen.

Voorts blijven aanbevolen gebruiksaanbevelingen voor de restverontreiniging in het grondwater van toepassing. In het vaste deel blijven gebruiksaanbevelingen rond grondverzet maatregelen aanwezig (GA1). De "no-regret" maatregelen blijven eveneens geldig.

4.3 Raming van de kostprijs

Voor de kostenraming van de drie varianten zijn volgende aannames gemaakt, naar analogie met sectie 2.3 voor woongebied:

- De omvang van de verontreiniging zoals bepaald op basis van de voorgaande onderzoeken en het bijkomend onderzoek waarvoor dit BSP is opgemaakt is geldig;
- Er is gerekend met een algemene kostprijs per ton van 253 €/ton in alle scenario's. In deze prijs zitten kosten voor voorbereidende activiteiten, voorbereiding stortplaatsen, vergaderingen, plaatsbezoeken, expertiseverslagen, werfinrichting- en organisatie, ontgraving, aanvulling en verwerkingskosten (stortplaats klasse I) alsook de kosten voor milieukundige begeleiding en rapportage. Deze eenheidsprijs omvat echter geen milieuheffingen (75 €/ton) aangezien verwacht wordt dat via OVAM een nulheffing voor het storten van deze niet-reinigbare gronden kan bekomen worden na conformverklaring van het BSP;
- Voor variant A werd er gerekend met een algemene kostprijs per hectare van 200.000 €/ha. In deze prijs zit het rooien, transport en verwerken van het hout en overige plantenmateriaal. Daarnaast voor het terug aan te planten met inheemse bomen werd gerekend met een algemene kostprijs van 25.000 €/ha. Dit omvat de aankoop en het planten van de bomen.
- De eenheidsprijzen opgenomen voor de verwerking en het verwijderen/storten van het uitgegraven materiaal die als basis dienen voor de uitgewerkte kostenraming en opgenomen is in de bovenvermelde éénheidsprijs, zijn gebaseerd op marktbevragingen bij stortplaatsen en verwerkers; en
- Voor elke variant is een kost berekend voor de MCA, inclusief 10% onvoorziene kosten, en exclusief BTW.

Variant A	Variant B	Variant C
32.667.000	2.779.000	-

4.4 Te verwachten resultaten

Wat variant A betreft, zal er na sanering geen risico meer zijn voor gebruik als recreatiegrond in een bos, op voorwaarde dat het grondwater niet wordt gebruikt. Er zullen in het vaste deel van de aarde tot 70 cm-mv geen concentraties aanwezig zijn waarvoor de voorgestelde bodemsaneringsnormen zijn overschreden.

Bij variant B blijft een restverontreiniging in het vaste deel van de aarde aanwezig, meer bepaald buiten de locaties waar pad of open ruimte in het bos is en waar dus niet gegraven wordt, en in de diepere bodem (>70 cm-mv) waar wel gegraven is.

Bij variant C blijft een restverontreiniging in het vaste deel van de aarde aanwezig. Er zijn geen saneringsacties die de vuilvracht verminderen dus de situatie is dezelfde als voordien.

Bij alle varianten is er een restverontreiniging in het grondwater aanwezig, deze restverontreiniging wordt in een bijkomend gefaseerd BBO afgeperkt en in een apart bodemsaneringsproject zo nodig gesaneerd.

4.5 Aanduiding impact op het leefmilieu

Bij variant C is er geen impact op de CO₂-uitstoot.

Voor de varianten A en B geldt dat door het relatief grote volume te verwerken gronden, er meer uitstoot is op vlak van CO₂-emissies door het manipuleren van de verontreinigde bodem tijdens de werken.

Bij variant A wordt er in vergelijking met variant B een groter volume grond ontgraven, verwijderd en aangevoerd, waardoor de CO₂-emissies en mogelijk emissies van verontreinigingen aanzienlijk hoger liggen dan bij variant B. Bij deze varianten wordt er lokaal een TOP aangelegd, hierbij kan er geopteerd worden om met elektrische en/of andere niet-fossiele brandstof aangedreven voertuigen de grond lokaal te vervoeren om zo de CO₂ impact te verkleinen.

Bovendien worden in variant A alle bomen gekapt om de ontgraving van de leeflaag mogelijk te maken. Dit heeft een zeer grote impact op de biodiversiteit van het bos enerzijds en op de recreatieve waarde van het bos anderzijds.

Bij varianten A en B worden de vrijgekomen gronden gestort. Het dichtstbijzijnde stort is in de haven van Antwerpen en is op ongeveer 25 km gelegen van de site. De impact op het verkeer en op de CO₂ is het grootst bij variant A en kleiner bij variant B, logischerwijs gelinkt aan het volume dat ontgraven en afgevoerd zal worden.

Bij de varianten A en B wordt er hinder door trillingen en geluid van de graafmachines verwacht, bij variant B zal die iets minder zijn want er zal minder gegraven moeten worden in vergelijking met variant A.

Stofhinder dient zo veel als mogelijk gemeden te worden, vandaar dat bij alle bekeken varianten de nodige preventieve maatregelen zijn voorzien om stofvorming te voorkomen.

Voor alle varianten geldt dat bij het gebruik van het grondwater op het terrein er na sanering nog blootstelling optreedt. Het gebruik van grondwater blijft daarom afgeraden.

Voor variant A dient de CO₂ die vrijkomt tijdens het rooien van de bomen en het transport van de bomen nog bijkomend in rekening gebracht te worden.

Voor het berekenen van de impact op het leefmilieu is gebruik gemaakt van de CO₂ calculator. De uitdraai van deze calculator kan men terugvinden in Bijlage 9.

4.6 Beperkingen voor het toekomstig gebruik

Bij variant A wordt alle PFAS uit de toplaag van het vaste deel van de aarde weggenomen zodat een vrij gebruik mogelijk is, op voorwaarde dat het grondwater niet wordt aangesproken ter irrigatie.

Voor variant B blijft de beperking bestaan dat enkel de paden en open plekken betreden mogen worden, wat sowieso aanbevolen is in een bos om de fauna en flora zo min mogelijk te verstoren. Bij aanleg van nieuwe paden in het bos dient dan ook eerst een sanering uitgevoerd te worden.

Bij variant C blijven de huidige “no-regret” maatregelen hier gelden. Maatregelen zoals het vermijden van het aanraken van het gezicht met de handen en het frequent wassen van de handen blijven dan van toepassing op dit gebied.

Voor alle varianten blijft er in het grondwater nog een verontreiniging aanwezig, aangezien deze varianten enkel tot doel hebben om het vaste deel te saneren. Deze verontreiniging zal afgeperkt worden in een volgend gefaseerd BBO, hieropvolgend dient er mogelijks een bodemsaneringsproject te worden opgesteld. De geldende ‘no regret’ maatregelen voor grondwater blijven gelden.

4.7 Ecosysteemdiensten

Bij variant C is er als standaardscore overall 5 genomen, geen positieve noch negatieve impact. Voor variant A en B is de standaardscore gebruikt voor ontgraving met kwaliteitsvolle aanvulgrond. Voor enkele ESD is de score naar boven of beneden gesteld, afhankelijk van de specifieke situatie van deze varianten.

Tabel 5.12 Uitwerking ecosysteemdiensten

ESD	Variant A		Variant B		Variant C		Korte motivatie indien score afwijkt van standaardscore uit matrix (bvb. Welke milderende maatregel is van toepassing, specifieke omstandigheden, uitvoeringswijze, ...)
	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	7	3	7	7	5	5	Variant A: Negatieve impact, alle planten en dieren worden verstoord en verwijderd uit het bos.
Voorziening van mineralen	3	3	3	3	5	5	
Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	5	3	5	5	5	5	Variant A: Negatieve impact, alle planten/bomen worden verwijderd en dus zal het enkele tientallen jaren duren tot de originele regulatie terug bekomen wordt
Regulatie van de atmosfeer	5	3	5	5	5	5	Variant A: Negatieve impact, alle planten/bomen worden verwijderd en dus zal het enkele tientallen jaren duren tot de originele regulatie terug bekomen wordt
Regulatie van het risico op grondverschuivingen	3	3	3	3	5	5	
Regulatie van het risico op erosie	3	3	3	3	5	5	

ESD	Variant A		Variant B		Variant C		Korte motivatie indien score afwijkt van standaardscore uit matrix (bvb. Welke milderende maatregel is van toepassing, specifieke omstandigheden, uitvoeringswijze, ...)
	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	standaardscore ESD	toegekende score ESD	
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	5	5	5	5	5	5	
Biodiversiteit	3	3	3	3	5	5	Variant A: Zeer negatieve impact doordat alles wordt verwijderd maar door herstel met inheemse planten slechts een negatieve impact op deze ESD
Belevingswaarde	3	3	3	3	5	3	Variant C: belevingswaarde wordt als negatief beoordeeld door de geldende maatregelen (hand mond contact voorkomen, handen wassen, ect.)
Wetenschap en educatie	1	1	1	3	5	5	Variant B: De score wordt naar boven bijgesteld omdat er minder ontgraven wordt en zo minder bodem verstoord wordt.
TOTAAL	38	30	38	40	50	48	

4.8 Multicriteria-analyse

Naar analogie met de secties 2.8 en 3.8 zijn de hierboven vermelde effecten van de sanering samen met andere relevante criteria in dit hoofdstuk per voorgestelde variant nader vergeleken, en is de beoordeling van de saneringsvarianten uitgevoerd in overeenstemming met de richtlijnen van de OVAM.

4.8.1 Bepaling van categorie en gewicht

Op basis van de terreineigenschappen, het toekomstige gebruik en de locatie van de te saneren verontreiniging, de situering in bestemmingstype II, de complexiteit van de sanering, de grote omvang en de goede bereikbaarheid van te saneren verontreinigingen dient ook voor 'het Vredesbos' de bodemsanering ondergebracht te worden in categorie 3.

- **Categorie 3:** bodemsaneringen waarbij de nadruk op het beheer van de bodem op lange termijn ligt, waar bodemsanering complex is en/of waar er ruimtelijk voldoende mogelijkheid is om bodemzorg en bodemsanering op elkaar af te stemmen en/of meer aandacht voor ecosysteemdiensten toe te passen. In deze categorie ligt ook nadruk op beheer van bodemverontreiniging op lange termijn.

Hieruit volgt dat de gewichten voor een categorie 3 sanering aan de verschillende criteria van de multicriteria-analyse zijn toegekend.

4.8.2 Uitwerking van de multicriteria-analyse

Voor de volgende aspecten is aan de hand van een scoresysteem een gewogen analyse uitgevoerd:

- Blok 1 - Milieu-hygiënische criteria lokaal;
- Blok 2 - Milieu-hygiënische criteria regionaal/globaal;
- Blok 3 - Technische en maatschappelijke criteria; en
- Blok 4 - Kosten criteria.

De minimale score per criterium en per variant is 1 en de maximale score is 9, waarbij een hogere score een positievere beoordeling impliceert. Een aantal criteria zijn proportioneel bepaald, bijvoorbeeld in functie van berekende volumes, massa's, kosten etc. Bij overschrijdingen van de minimale en maximale score bij proportionele verdeling, is de score bijgesteld naar de minimum of maximum score. Hierbij zijn de aanpassingen van de scores van de andere varianten evenredig herrekend.

Verder is er per aspectengroep een gewicht toegekend. De som van de scores binnen een aspectgroep is vermenigvuldigd met het respectievelijke gewicht wat een deelscore per aspect oplevert. De totale score per variant is dan de som van de verschillende deelscores. De variant met de hoogste totale score geniet de voorkeur.

In de volgende paragrafen zijn de drie hiervoor beschreven saneringsvarianten besproken en afgewogen via de "multicriteria analyse". De scores die de verschillende varianten verkregen hebben zijn in onderstaande paragrafen uiteengezet. De laatste paragraaf bespreekt de volledige multicriteria analyse, waarna de punten van de verschillende criteria zijn gewogen en opgeteld. De variant met de hoogste score is de voorkeursvariant voor de sanering van het Vredesbos.

Naar analogie met de MCA voor woongebied en landbouwgebied, hebben de 4 blokken een vast gewicht gekregen volgens scenario 3. Ook voor het Vredesbos zijn deze respectievelijke gewichten niet gewijzigd. Dit is ook het geval voor het onderdeel kosten, ondanks de grote volumes grond die gesaneerd dienen te worden, en de onderlinge verschillen per variant.

Het element rond biomonitoring speelt voor het Vredesbos misschien niet rechtstreeks een rol, maar de stofontwikkeling bij het bewerken van gronden is een niet te onderschatten element, wat onrechtstreeks toch zijn effect heeft op woongebied. Het element rond capaciteit van verwerking/storten van gronden is eveneens belangrijk voor de sanering van dit gebied. Zoals aangegeven in sectie 2.8.2 voor woongebied komen beide elementen niet aan bod in de MCA, maar zijn ook meegenomen in de keuze van de finale variant voor het Vredesbos.

4.8.2.1 Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria

■ De mate waarin decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde

De decretale doelstellingen, met name het opheffen van het humaan toxicologisch risico, is bij alle varianten behaald. Het vredesbos is een recreatiegebied en wordt dus gerekend tot bestemmingstype IV. De bodemsaneringsnorm voor recreatie, bestemmingstype IV voor PFOS van 110 µg/kg ds wordt niet overschreden. Variant A krijgt de hoogste punten omdat de behaalde totale verwijderde concentraties de laagste is van de drie varianten. Variant C krijgt de laagste score omdat er een gebruikersadvies komt, de zogenaamde 'No regret' maatregelen.

Variant A	Variant B	Variant C
8,00	5,00	2,00

■ De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater

De verontreiniging in het grondwater wordt niet gesaneerd in dit bodemsaneringsproject. Gezien dus dat de situatie voor en na werken gelijk blijft en dit niet het doel is van dit eerste gefaseerd bodemsaneringsproject zijn de punten voor alle varianten gelijkgesteld.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

■ Vuilvrachtvermindering

Bij variant C is er geen vuilvrachtvermindering. Bij variant B wordt de vuilvracht ter hoogte van de huidige paden verwijderd tot een diepte van 70 cm. Bij variant A wordt alle vuilvracht verwijderd tot 70 cm-mv.

De vuilvracht is op volgende manier berekend:

- Van de concentraties voor PFOS in het vaste deel van de aarde is het gemiddelde berekend van de analyses gelegen in het bos en dit over verschillende diepte-intervallen; en
- Vervolgens is met deze concentratie gerekend om een inschatting te maken van de aanwezige vuilvracht.

De oppervlakte van het Vredesbos bedraagt 86.973 m², de oppervlakte van de paden in het bos bedraagt 7.920 m².

Ter herinnering, deze oppervlakte is gebaseerd op de gedetailleerde GIS-oefening uitgevoerd door Geosultions, en kan beschouwd worden als de best mogelijke fit met de reële situatie.

Tabel 5.13 Vuilvrachtberekening landbouw in subzone 1B

Gemiddelde concentraties PFOS vaste deel van de aarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	0-0,5 m-mv	0,5-0,7 m-mv	0,7-1,5 m-mv	1,5-3 m-mv	>3 m-mv	
Vredesbos	46,83	98	17,6	8,9	0	
Vuilvracht landbouwgebied (kg)	0-0,5 m-mv	0,5-0,7 m-mv	0,7-1,5 m-mv	1,5-3 m-mv	>3 m-mv	Totale vuilvracht:
Paden Vredesbos	0,33	0,28	0,20	0,19	0,00	1,00
Vredesbos (excl. paden)	3,33	2,79	2,00	1,90	0,00	10,02
						11,03

Onderstaande tabel berekent de eindvuilvracht na sanering per variant, met de volgende aannames:

- Voor variant A is de vuilvracht dieper dan 70 cm de eindvuilvracht; en
- Voor variant B is de eindvuilvracht berekend door de totale vuilvracht voor sanering te verminderen met de vuilvracht in de bovenste 70 cm van de paden.
- Bij variant C is de eindvuilvracht gelijk aan de vuilvracht vóór sanering

Tabel 5.14 Eindvuilvrachtberekening na sanering per variant

Vuilvrachtvermindering	kg
Vt = totale vuilvracht vóór sanering (kg)	11,0
VAe = (eind)vuilvracht na sanering bij variant A (kg)	4,3
VBe = (eind)vuilvracht na sanering bij variant B (kg)	10,4
VCe = (eind)vuilvracht na sanering bij variant C (kg)	11,0

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant $i = 15 / (3-1) \times (Vt - Vie) / Vt$ (met $i = A$ tot C), zoals bepaald volgens de OVAM richtlijnen. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
9,00	5,00	1,00

■ **De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten**

Bij alle varianten zijn er emissies naar andere milieucompartimenten. Bij variant A en B gaat dit vooral om de afgegraven gronden waarbij beperkt stofvorming kan voorkomen. In de varianten B en C omvatten de emissies naar andere milieucompartimenten via verwaaiing van oppervlakkig bodemstof als ook de uitspoeling van de verontreiniging uit de bodem naar het grondwater.

De rechtstreekse emissies naar andere milieucompartmenten is het grootst bij variant A, aangezien bij deze variant de grootste hoeveelheid grond afgegraven en gestort wordt in vergelijking met de andere varianten. Deze emissies zijn onder meer de emissies naar lucht, tijdens het afgraven de grond. Bijgevolg kent variant A de laagste score. Bij variant C zijn er geen emissies naar andere milieucompartmenten en dus krijgt variant C de hoogste score.

Variant A	Variant B	Variant C
2,00	5,00	8,00

■ **De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen**

Volgens de standaardprocedure krijgen alle varianten die minder dan 5 jaar duren een gelijke score. Dit is het geval voor varianten A en B. Variant C krijgt een lagere score omdat de no-regretmaatregelen van kracht blijven.

Variant A	Variant B	Variant C
6,50	6,50	2,00

4.8.2.2 Blok 2: regionaal/globaal- milieuhygiënische criteria

■ **Het verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen**

Naar analogie met woonzone en landbouwzone is dit criterium bepaald aan de hand van de 5 subcriteria zoals bepaald voor categorie 3 waarbij er een herontwikkeling van toepassing is. In deze situatie zijn er 5 subcriteria van toepassing. Hieronder zijn de punten van de subcriteria verklaard.

■ *Subscore 1 CO₂ calculator*

Voor de uitwerking van deze score wordt verwezen naar sectie 4.5 waar de volledige CO₂calculatie besproken is. Hieronder is een samenvatting gegeven van de resultaten van deze berekeningen.

CO ₂ calculator	Ton CO ₂
CA = CO ₂ -productie van bodemsaneringsvariant A zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	3.479
CB = CO ₂ -productie van bodemsaneringsvariant B zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	321
CC = CO ₂ -productie van bodemsaneringsvariant C zoals berekend door de CO ₂ -calculator (in ton CO ₂)	15
Ct = CA + CB + CC (in ton CO ₂) = som van de CO ₂ -producties	3.815

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Ct - Ci) / Ct$ (met i = A tot C), volgens de richtlijn van OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
1,00	6,71	7,29

■ *Subscore 2: Grondbalans*

Bij de berekening van de grondbalans is de totale aan- en afvoer van de gronden in rekening gebracht. De variant met de grootste hoeveelheid aan-en afvoergrond krijgt de laagste score. Voor de varianten A en B is de hoeveelheid ontgraven grond die afgevoerd wordt meteen ook de hoeveelheid grond die gebruikt wordt voor aanvulling. Bij variant C is er geen aan- of afvoer van gronden.

Grondbalans	m ³
GA = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in bodemsaneringsvariant 1	121.762
GB = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in bodemsaneringsvariant 2	11.088
GC = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in bodemsaneringsvariant 3	0
GT = GA + GB + GC	132.850

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (3-1) \times (Gt - Gi) / Gt$ (met i = A tot C), volgens de richtlijnen van de OVAM. De bekomen scores worden hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
1,00	6,70	7,30

■ *Subscore 3: Duurzaam waterverbruik*

Enkel bij variant A en B wordt er tijdens de graafwerken water verbruikt om stofvorming tegen te gaan, gebruik makend van een waterkanon of een waterdampscherm. De gebruikte hoeveelheid water hangt sterk af van de hoeveelheid af te graven grond en de duurtijd van de sanering. Hoe langer de sanering duurt, hoe meer water verbruikt wordt. Hierdoor krijgt variant A met langste duurtijd en hoogste hoeveelheid af te graven grond een lagere score dan variant B.

Voor variant C is er geen nood aan waterverbruik.

Om deze score zo objectief mogelijk te benaderen tussen de varianten, is de score bepaald op basis van het volume te verzetten grond, wat vermoedelijk recht evenredig is met het effectieve waterverbruik tijdens de sanering.

Variant A	Variant B	Variant C
1,00	6,70	7,30

■ *Subscore 4: Duurzame energie*

Hoe langer de sanering duurt en hoe meer grond afgegraven moet worden, hoe meer transport nodig is en hoe meer energie verbruikt wordt. Hierdoor krijgt variant A met de langste duurtijd en hoogste hoeveelheid af te graven grond een lagere score dan variant B.

Variant C krijgt een hoge score toegewezen, omdat geen actieve sanering plaats vindt.

De score voor A, B & C is eveneens (zoals bij duurzaam waterverbruik) bepaald op basis van het volume te verzetten grond, wat vermoedelijk recht evenredig is met het effectieve gebruik van energie tijdens de sanering.

Variant A	Variant B	Variant C
1,00	6,70	7,30

■ *Subscore 5: Biodiversiteit in publieke groenruimtes*

Bij variant A wordt het volledige bos gerooid en terug aangeplant met inheemse bomen. In de jaren dat het bos terug in aangroei is en door het verstoren van de fauna en flora in het bos zal er biodiversiteitsverlies optreden in het bos. Hierdoor krijgt variant A een lagere score dan variant B en C.

Variant A	Variant B	Variant C
2,00	6,50	6,50

■ **De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering**

Naar analogie met het voorgaande criterium, is ook dit criterium bepaald aan de hand van een aantal subcriteria. Omdat deze MCA als categorie 3 is omschreven, zijn er 3 subcriteria van toepassing. Hieronder zijn de punten van de subcriteria toegelicht, die samen de score voor het criterium vormen.

■ *Subscore 1: Productie niet herbruikbaar afval*

De productie van niet herbruikbaar afval omvat bij de varianten A en B de afgegraven gronden die gestort moeten worden en plastic voor de aanleg van zoutcellen. Bij variant C is er geen productie van niet bruikbaar afval.

De laagste hoeveelheid niet herbruikbaar afval krijgt de hoogste score.

Naar analogie met woongebied, is voor het bereken van de hoeveelheid grond het volume gebruikt en een dichtheid van 1,8 ton/m³. Voor de hoeveelheid plastic is gerekend met een constructie van 80 m² doorsnede en soortelijk gewicht voor plastic van 1,9 kg/m².

Voor variant C werd de hoeveelheid vrijgekomen hout en plantmateriaal werd ingeschat op 120.000 kg/ha.

Productie niet-herbruikbaar afval	kg
NA = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van bodemsaneringsvariant 1 (in kg niet herbruikbaar afval)	110.711.278

Productie niet-herbruikbaar afval	kg
NB = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van bodemsaneringsvariant 2 (in kg niet herbruikbaar afval)	9.986.603
NC = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van bodemsaneringsvariant 3 (in kg niet herbruikbaar afval)	-
Nt = NA + NB + NC	120.697.881

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant $i = 15 / (2-1) \times (Nt - Ni) / Nt$ (met $i = A$ tot C), volgens de richtlijnen van de OVAM. De bekomen scores worden hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
1,00	6,70	7,30

■ *Subscore 2: Milieuvriendelijke materialen*

Bij variant C worden er geen materialen verbruikt. De saneringstechniek is bij variant A en B hetzelfde waarbij de gebruikte materialen allen van dezelfde milieuvriendelijke kwaliteit zijn. Daarom hebben alle varianten dezelfde score gekregen.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

■ *Subscore 3: Hergebruik van materialen*

Bij variant C zijn er geen materialen die vrijkomen en dus kunnen deze ook niet hergebruikt worden. Bij variant A en B zullen de vrijgekomen gronden gestort worden en kunnen dus niet lokaal hergebruikt te worden. Alle structuren blijven bewaard. Aan variant A, B en C is bijgevolg een gelijke score gegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
5,00	5,00	5,00

4.8.2.3 Blok 3: technische en maatschappelijke criteria

■ **De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering**

Bij variant C is er geen hinder te verwachten door saneringswerken maar de geldende maatregelen kunnen als hinderlijk ervaren worden.

De mogelijke hinder voor de omgeving voor varianten A en B omvat onder meer trillingen, geluid, lichtvervuiling en het rooien van bomen/struiken. Om deze hinder zo beperkt mogelijk te houden, zijn er maatregelen voorzien, zoals bijvoorbeeld het aanleggen van een tijdelijke werfweg zodat de hinder

in de straten door het verkeer geminimaliseerd wordt. Voor alle varianten geldt dat de hinder door stof al ondervangen zit in het aspect duurzaam waterverbruik.

Varianten A en B veroorzaken meer hinder voor de omgeving in vergelijking met variant C. Hierdoor krijgen deze varianten een lagere score. Omdat er bij variant A meer grond wordt afgegraven dan bij variant B en de werken langer duren, krijgt variant A de laagste score. Variant C krijgt de hoogste score.

Variant A	Variant B	Variant C
2,00	5,00	8,00

■ De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering

Na sanering zijn bij variant A het minst gebruiksadviezen/beperkingen van toepassing. Hierdoor krijgt deze variant de hoogste score.

Bij variant B zullen nog gebruiksadviezen gelden rond grondverzet daar waar niet gegraven is, en de paden kunnen niet zonder sanering omgeleid worden of er kunnen niet zomaar nieuwe paden gecreëerd worden. Daarnaast dient mogen enkel de paden en open plekken betreden worden, wat sowieso aanbevolen is in een bos om de fauna en flora zo min mogelijk te verstoren

Bij variant C zijn er beperkingen rond het gebruik van het bos. Omdat geen actieve sanering plaatsvindt, scoort deze variant het laagst.

Een belangrijke opmerking is om na de sanering van de gronden geen grondwater te gebruiken om de gronden te besproeien. Deze beperking geldt voor alle varianten. De gebruiksadviezen in verband met grondwater (GA2) blijven voor alle varianten gelden na de sanering.

Variant A	Variant B	Variant C
8,00	5,00	2,00

■ De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden

Dit criterium gaat na in welke mate de varianten onbedoelde schade aan ecosysteemdiensten vermijden. Een goed functionerende bodem levert verschillende belangrijke bodemfuncties, en daaruit voortvloeiende ecosysteemdiensten (ESD).

Een kwalitatieve beoordeling van deze ESD staat beschreven in sectie 4.7 evenals de uitwerking van de scores voor de verschillende ecosysteemdiensten. Indien een bepaalde variant een score kleiner dan of gelijk aan 38 behaalt, moet nagekeken worden of milderende maatregelen mogelijk zijn om de ESD te verbeteren. De totaalscore van deze ESD is per variant hieronder samengevat.

Scores ESD (sectie 4.7)	
EA= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant A	30
EB= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant B	40
EC= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant C	48
Et = EA + EB + EC	118

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant $i = E_i / E_t * 15$ (met $i = A$ tot C), volgens de richtlijnen van de OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
3,81	5,08	6,10

■ **De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken**

Bij variant C zijn er de minste maatregelen vereist rond milieuveiligheid en arbeidsveiligheid. Er zijn geldende veiligheidsmaatregelen voor de gebruikers van het bos. De huidige “no-regret” maatregelen gelden hier. Maatregelen zoals het vermijden van het aanraken van het gezicht met de handen en het frequent wassen van de handen blijven dan van toepassing op dit gebied. Deze variant krijgt hierdoor de hoogste score.

De meest verregaande variant A leidt logischerwijs tot een verhoogd veiligheidsrisico door de complexiteit van de werken en omwille van het ‘dieper’ uitgraven, de te rooien bomen. De kans op incidenten en vorming van stof en de nodige maatregelen die getroffen moeten worden hangen sterk af van de hoeveelheid en diepte van de af te graven grond. Hoe meer grond afgegraven moet worden, hoe groter het gevaar op incidenten en stofvorming en aan blootstelling aan de verontreinigde stof. Bijgevolg krijgt variant A de laagste score, en logischerwijs krijgt variant B de een hogere score.

Variant A	Variant B	Variant C
2,00	5,00	8,00

4.8.2.4 Blok 4: kosten

■ **De kosten van de uitvoering van de bodemsanering**

Voor de uitwerking van deze score wordt verwezen naar sectie 4.3 waar de volledige kostprijsberekening weergegeven is. Hieronder is een samenvatting gegeven van de resultaten van deze berekeningen.

Totale kosten sanering	euro
KA = kostprijs variant A	32.667.000
KB = kostprijs variant B	2.779.000
KC = kostprijs variant C	-
Kt= KA +KB+ KC = som van de verschillende kostprijzen van alle varianten.	35.446.000

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant $i = 15 / (3-1) * (K_t - K_i) / K_t$ (met $i = A$ tot C), volgens de richtlijn van OVAM. De bekomen scores zijn hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
1,00	6,71	7,29

■ Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging

Dit criterium is bepaald aan de hand van twee subcriteria. Aan deze subcriteria worden punten toegekend en het gemiddelde geldt als score voor dit criterium. Hieronder zijn de punten van de subcriteria toegelicht.

■ Subscore 1: Restverontreiniging in vaste deel van de aarde

Voor de berekening van de restverontreiniging in het vaste deel van de aarde wordt er een onderscheid gemaakt tussen:

- RaX = hoeveelheid verontreinigde grond (m³) die bij ontgraving moet worden afgevoerd en gereinigd of gestort wordt voor variant X; en
- Rh = hoeveelheid verontreinigde grond (m³), die niet moet worden afgevoerd, maar die nog wel ter plaatse kan worden hergebruikt of voldoet aan de normen voor bouwstof voor variant X.

De onderstaande restverontreiniging is berekend aan de hand van de niet-gesaneerde volumes grond, met name voor variant A de diepere bodem over het volledige oppervlakte en voor variant B het diepere oppervlak onder de paden en de volledige diepte van het volledige oppervlak van het bos zonder paden. Bij variant C is dit het volledige oppervlak van het bos over de volledige diepte.

Verontreinigde grond die zich dieper dan 3 m-mv bevindt (RaX-3 en RhX-3), 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.

Restverontreiniging vaste deel aarde	(m ³)
RaA (+3m)	60.881
RaA (-3m)	0
RhA (+3m)	0
RhA (-3m)	0
RaB (+3m)	124.123
RaB (-3m)	0
RhB (+3m)	0
RhB (-3m)	0
RaC (+3m)	130.459
RaC (-3m)	0
RhC (+3m)	0
RhC (-3m)	0

De restverontreiniging per variant is berekend aan de hand van volgende formule: (met i = A tot C)

$$RG_i = 2 \times Rai (+3m) + Rhi (+3m) + Rai (-3m) + Rhi (-3m) / 2$$

Restverontreiniging per variant	
RGA	121.762
RGB	248.247
RGC	260.919
RGt = RGA + RGB + RGC	630.928

De scores worden dan berekend door volgende formule toe te passen voor iedere variant: score variant i = $15 / (-1) \times (RGt - RGi) / RGt$ (met i = A tot C). De bekomen scores worden hieronder weergegeven.

Variant A	Variant B	Variant C
6,05	4,55	4,40

■ *Subscore 2: Restverontreiniging in grondwater*

Er wordt geen rekening gehouden met de verontreiniging in het grondwater gezien dit niet de doelstelling is van dit eerste gefaseerd bodemsaneringsproject.

4.8.3 Resultaat multicriteria-analyse

Categorie 3: bodemsaneringen waarbij de nadruk op het beheer van de bodem op lange termijn ligt, waar bodemsanering complex is en/of waar er ruimtelijk voldoende mogelijkheid is om bodemzorg en bodemsanering op elkaar af te stemmen en/of meer aandacht voor ecosysteemdiensten toe te passen. In deze categorie ligt ook nadruk op beheer van bodemverontreiniging op lange termijn.

Tabel 5.15 Multicriteria analyse

Criteria	categorie 3	Variante A	Variante B	Variante C
Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria	31			
De mate waarin decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde	7	8,00	5,00	2,00
De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater	7	5,00	5,00	5,00
Vuilvrachtvermindering	10	9,00	5,00	1,00
De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten	5	2,00	5,00	8,00
De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen	2	6,50	6,50	2,00
Blok 2: regionaal/globaal-milieuhygiënische criteria	15			
Het verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen	10	1,20	6,66	7,14
<i>Subscore 1: CO2 calculator</i>		1,00	6,71	7,29
<i>Subscore 2: Grondbalans</i>		1,00	6,70	7,30
<i>Subscore 3: Duurzaam waterverbruik</i>		1,00	6,70	7,30
<i>Subscore 4: Duurzame energie</i>		1,00	6,70	7,30
<i>Subscore 5: Biodiversiteit in publieke groenruimtes</i>		2,00	6,50	6,50
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		1,20	6,66	7,14
De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering	5	3,67	5,57	5,77
<i>Subscore 1: Productie niet herbruikbaar afval</i>		1,00	6,70	7,30
<i>Subscore 2: Milieuvriendelijke materialen</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subscore 3: Hergebruik van materialen</i>		5,00	5,00	5,00
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		3,67	5,57	5,77

Blok 3: technische en maatschappelijke criteria	35			
De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering	5	2,00	5,00	8,00
De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering	8	8,00	5,00	2,00
De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden	18	3,81	5,08	6,10
De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken	4	2,00	5,00	8,00
Blok 4: kosten	19			
De kosten van de uitvoering van de bodemsanering	12	1,00	6,71	7,29
Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging	7	6,05	4,55	4,40
<i>Subscore 1: Restverontreiniging in vaste deel van de aarde</i>		6,05	4,55	4,40
<i>Subscore 2: Restverontreiniging in grondwater</i>				
<i>Subtotaal (= gemiddelde subscores)</i>		6,05	4,55	4,40
Totaal	100	439,35	541,36	519,30

ERM heeft meer dan 160 kantoren in de volgende landen en gebieden over de hele wereld

Argentinië	Nederland
Australië	Nieuw Zeeland
België	Noorwegen
Brazilië	Panama
Canada	Peru
Chili	Polen
China	Portugal
Colombia	Puerto Rico
Duitsland	Roemenië
Frankrijk	Rusland
Hong Kong	Singapore
Indië	Spanje
Indonesië	Taiwan
Ierland	Thailand
Italië	VAE
Japan	VS
Kazachstan	VK
Kenia	Vietnam
Maleisië	Zuid-Afrika
Mexico	Zuid-Korea
Mozambique	Zweden
Myanmar	Zwitserland

ERM

Posthoflei 5 bus 6
2600 Antwerpen-Berchem

T: +32 3 287 36 50

www.erm.com