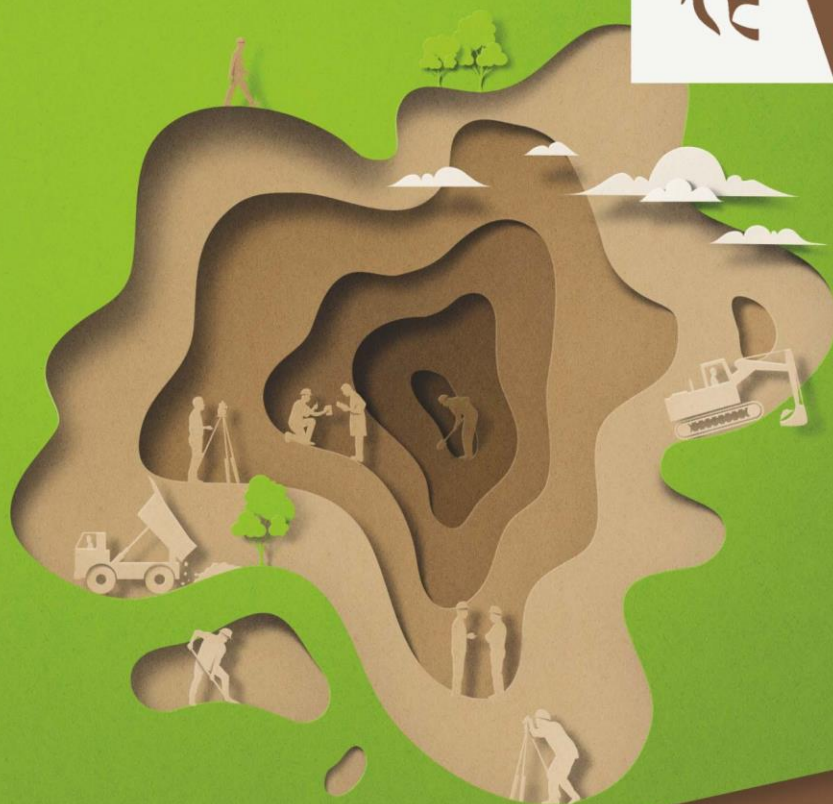




**Vlaanderen**  
is bodembewust



# HERZIENING MULTICRITERIA-ANALYSE IN HET BODEMSANERINGSPROJECT MET INTEGRATIE VAN ECOSYSTEEDIENSTEN EN BODEMZORG

CODE VAN GOEDE PRAKTIJK

SAMEN MAKEN WE  
MORGEN MOOIER

**OVAM**

[WWW.OVAM.BE](http://WWW.OVAM.BE)



# HERZIENING

## MULTICRITERIA-ANALYSE IN HET

## BODEMSANERINGSPROJECT

## MET INTEGRATIE VAN

## ECOSYSTEEDIENSTEN EN

## BODEMZORG

CODE VAN GOEDE PRTAKIJK

publicatiedatum / 13.09.2021



## DOCUMENTBESCHRIJVING

- 1 *Titel van publicatie:*  
Herziening multicriteria-analyse in het bodemsaneringsproject met integratie van ecosysteemdiensten en bodemzorg – Code van goede praktijk
- 2 *Verantwoordelijke Uitgever:*  
OVAM
- 3 *Wettelijk Depot nummer:* D/2021/5024/26
- 4 *Trefwoorden:*  
Sanering  
Multicriteria-analyse  
Ecosysteemdiensten  
BATNEEC
- 5 *Samenvatting:*  
Deze code van goede praktijk is een aanvulling bij de standaardprocedure bodemsaneringsproject en beperkt bodemsaneringsproject. Het omvat de methode om verschillende bodemsaneringsvarianten met elkaar te vergelijken via een multicriteria-analyse (MCA). De MCA werd herzien waarbij o.a. meer aandacht voor ecosysteemdiensten en bodemzorg werden geïntegreerd.
- 6 *Aantal bladzijden:* 94
- 7 *Aantal tabellen en figuren:* 15 T / 3 F
- 8 *Datum publicatie:* september 2021
- 9 *Prijs\*:* /
- 10 *Begeleidingsgroep en/of auteur:*  
Dorien Gorteman – Arcadis  
Kim Driessen – Arcadis  
Karen Van Geert – Arcadis  
Nele Bal – OVAM  
Nick Bruneel – OVAM  
Lieve Crauwels – OVAM  
Johan Ceenaeme – OVAM  
Griet Van Gestel - OVAM
- 11 *Contactpersonen:*  
Lieve Crauwels  
Nick Bruneel  
Nele Bal
- 12 *Andere titels over dit onderwerp:* /  
Aanpassing MCA in het BSP - toelichting

U hebt het recht deze brochure te downloaden, te printen en digitaal te verspreiden. U hebt niet het recht deze aan te passen of voor commerciële doeleinden te gebruiken.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website:

<http://www.ovam.be>

\* Prijswijzigingen voorbehouden.

## INHOUD

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Werkwijze van de multicriteria-analyse (MCA) .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>bepaling van categorie en gewichten .....</b>	<b>8</b>
3.1	Indeling in categorieën	8
3.1.1	Categorie 1	8
3.1.2	Categorie 2	9
3.1.3	Categorie 3	10
3.2	Gewichten en criteria per categorie	10
<b>4</b>	<b>Evaluatie en toekennen van scores per criterium .....</b>	<b>12</b>
4.1	Algemene uitgangspunten	12
4.2	Milieuhygiënisch lokaal	15
4.2.1	Niveau behalen decretale doelstellingen vaste deel van de aarde	15
4.2.2	Niveau behalen decretale doelstellingen grondwater	16
4.2.3	Totale vuilvrachtvermindering	17
4.2.4	Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten	18
4.2.5	Saneringsduur en beleidsdoelstellingen	19
4.3	Blok 2: Milieuhygiënisch regionaal/globaal	20
4.3.1	Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen	20
4.3.2	Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering	23
4.4	Blok 3: Technisch en maatschappelijk	25
4.4.1	De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering	26
4.4.2	De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering	27
4.4.3	De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden	27
4.4.4	De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken	36
4.5	Blok 4: Financiën	37
4.5.1	Totale kosten van de sanering	37
4.5.2	Maatschappelijke kosten als gevolg van de restverontreiniging	38
<b>5</b>	<b>Toelichting ESD.....</b>	<b>41</b>
5.1	Matrix bodemsaneringstechnieken en ESD	41
5.2	Toelichting impact en gevolgen van bodemsaneringstechnieken voor levering van ESD	49
5.2.1	Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	49
5.2.2	Voorziening van mineralen	49
5.2.3	Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	50
5.2.4	Regulatie van de atmosfeer	50
5.2.5	Regulatie van het risico op grondverschuivingen	51
5.2.6	Regulatie van het risico op erosie	51
5.2.7	Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	52
5.2.8	Biodiversiteit (incl. bodembiodiversiteit, bestuiving, zaadverspreiding, instandhouding van populaties en habitats...) 52	

5.2.9	Belevingswaarde (incl. bijdrage aan gezondheid, groene recreatie, ecotoerisme, symbolische waarde, moraal welzijn...)	53
5.2.10	Wetenschap en educatie (incl. N2000, natuurlijk en cultureel erfgoed, archeologie...)	53
5.3	<b>Kwaliteit van de aanvulgrond en verdichting</b>	<b>54</b>
5.4	<b>Toelichting impact op ESD per techniek</b>	<b>54</b>
5.4.1	Ontgraving, met of zonder bemaling	55
5.4.2	Pump and treat	58
5.4.3	Recirculatie	60
5.4.4	In situ chemische oxidatie of chemische reductie	61
5.4.5	In situ gestimuleerde biologische afbraak	63
5.4.6	Reactieve wanden	65
5.4.7	Fytoremediatie	67
5.4.8	Biosparging, Bodemluchtextractie, Persluchtinjectie	68
5.4.9	Meerfasenextractie	70
5.4.10	Thermische technieken	72
5.4.11	Hydrogeologische isolatie	74
5.4.12	Civieltechnische isolatie	76
5.4.13	Natuurlijke attenuatie – monitoring	78
5.5	<b>Milderende maatregelen</b>	<b>78</b>
5.6	<b>Uitgewerkte voorbeelden toekenning scores ecosysteemdiensten</b>	<b>82</b>
5.6.1	Voorbeeld 1	82
5.6.2	Voorbeeld 2	85
5.6.3	Voorbeeld 3	87
<b>6</b>	<b>Bijlagen.....</b>	<b>89</b>
6.1	Bijlage 1: Achtergrondinfo: impact en gevolgen van bodemsaneringswerken en -technieken op de diensten die het ecosysteem levert ten voordele van de mens (ESD)	89

# 1 INLEIDING

Deze code van goede praktijk is een aanvulling bij de standaardprocedure bodemsaneringsproject en beperkt bodemsaneringsproject. Het omvat de methode om verschillende bodemsaneringsvarianten met elkaar te vergelijken via een multicriteria-analyse (MCA). Deze versie van de MCA omvat een herziene versie met o.a. integratie van meer aandacht voor ecosysteemdiensten en bodemzorg.

De standaardprocedure bodemsaneringsproject geeft aan dat u bepaalt tot welke categorie de bodemsanering, het terrein en zijn omgeving behoort. Vervolgens gebruikt u de bijhorende multicriteria-analyse (MCA) met specifieke gewichten en vergelijkt hiermee de bodemsaneringsvarianten onderling. Deze code van goede praktijk geeft de aspecten weer waarmee u rekening houdt bij de bepaling van de categorie. Ook de criteria van de multicriteria-analyse, de bepaling van de scores per criterium en de manier waarop u deze evalueert, zijn opgenomen.

De multicriteria-analyse wordt uitgevoerd door een bodemsaneringsdeskundige. Deze code van goede praktijk richt zich tot de bodemsaneringsdeskundige en is dan ook in die zin geschreven.

## 2 WERKWIJZE VAN DE MULTICRITERIA-ANALYSE (MCA)

De multicriteria-analyse voert u uit in 2 stappen:

- U bepaalt tot welke categorie de bodemsanering, het terrein en zijn omgeving behoort. De werkwijze vindt u in hoofdstuk 3.
- U voert een multicriteria-analyse uit. Hiervoor gebruikt u de bijhorende multicriteria-analyse met specifieke gewichten. U vergelijkt hierin de bodemsaneringsvarianten onderling. De werkwijze vindt u in hoofdstuk 4.

## 3 BEPALING VAN CATEGORIE EN GEWICHTEN

U bepaalt tot welke categorie de bodemsanering, het terrein en zijn omgeving behoort. U gebruikt vervolgens de bijhorende multicriteria-analyse met specifieke gewichten.

Elke categorie heeft specifieke gewichten voor de verschillende criteria in de MCA. Ook de methode voor de invulling van de scores kan variëren per categorie.

De categorieën van de MCA en dus de bijhorende gewichten verschillen op basis van onder andere volgende overwegingen:

- Bestemmingstype;
- werkelijk gebruik;
- omliggende gebieden;
- grootte van de verontreiniging/sanering;
- beschikbare ruimte;
- herontwikkelingen;
- drinkwaterzone, natuurwaarde,...

### 3.1 INDELING IN CATEGORIEËN

#### 3.1.1 Categorie 1

**Categorie 1** omvat bodemsaneringen waarbij de nadruk ligt op milieukwaliteit, waar integratie van meer aandacht voor bodemzorg en ecosysteemdiensten een belangrijke toegevoegde waarde kunnen hebben.

Categorie 1 omvat bijgevolg bodemsaneringen waarbij onder andere volgende aspecten van toepassing zijn:

- Locatie bronperceel gelegen in bestemmingstype I of II.
- Verspreidingspercelen gelegen in bestemmingstype I of II.
- Locatie gelegen in gevoelige gebieden zoals drinkwaterwingebieden, gebied met hoge natuurwaarde, mogelijke verspreiding naar een waterloop,..

Voorbeelden:

- Een verontreiniging met pesticiden in landbouwgebied:
  - Landbouwgebied heeft bestemmingstype II.
  - Ecosysteemdiensten, vooral het produceren van gewassen zijn hier van groot belang.
  - Restverontreiniging dient ook beperkt te worden gezien de mogelijke productie van voedingsgewassen.



- Een historische stortplaats in natuurgebied:
  - Natuurgebied behoort tot bestemmingstype I, een gezonde bodem is hier van belang als basis voor een gezond ecosysteem en biodiversiteit.
- Calamiteit in een gracht langs landbouwgebied:
  - Landbouwgebied heeft bestemmingstype II, bovendien wordt hier een waterloop mee beïnvloed.

### 3.1.2 Categorie 2

**Categorie 2** omvat bodemsaneringen waarbij de nadruk op milieukwaliteit en kosten ligt en waar er ruimtelijk minder mogelijkheid is om bodemzorg en bodemsanering op elkaar af te stemmen en/of meer aandacht voor ecosysteemdiensten toe te passen.

Categorie 2 omvat bijgevolg bodemsaneringen waarbij onder andere volgende aspecten van toepassing zijn:

- ruimtelijk weinig mogelijkheden om bodemsanering en ecosysteemdiensten op elkaar af te stemmen;
- verontreiniging is zeer moeilijk bereikbaar;
- beperkt aantal verspreidingspercelen;
- kleine omvang van de sanering in vergelijking met de oppervlakte van de locatie;
- locatie bronperceel gelegen in bestemmingstype II (woongebied met landelijk karakter), III of IV of V.

Voorbeelden:

- een tankstation in een woonzone met verontreiniging die zich heeft verspreid tot onder het voetpad of de straat:
  - de verontreiniging is vrij beperkt in omvang. Gezien de verspreiding onder het voetpad is er niet veel ruimte om te opteren voor natuurgebaseerde technieken of in situ technieken. Het terrein blijft in gebruik als tankstation en als voetpad/straat en moet opnieuw volledig worden verhard (bijvoorbeeld aanleg van een vloeistofdicke piste). Er zijn beperkte mogelijkheden om een positieve bijdrage voor ecosysteemdiensten te realiseren.
- een groot industrieperceel met een kleine verontreiniging met minerale olie in een bebouwde zone met veel activiteiten:
  - de verontreiniging bevindt zich onder een productielijn en is moeilijk bereikbaar met in situ technieken. Afbraak van de productielijn is niet mogelijk; er is geen verspreiding voorbij de productiehal. De vlek bevindt zich op 1 perceel. Een positieve bijdrage voor ecosysteemdiensten realiseren is moeilijk.
- een tankstation in een woonzone met verontreiniging die zich heeft verspreid tot onder de parking naast de shop en een naastgelegen tuin:
  - de verontreiniging is vrij beperkt in omvang. Het terrein blijft in gebruik als tankstation. Er zijn ruimtelijk weinig mogelijkheden om bodemsanering en ESD op elkaar af te stemmen. Gezien de beperkte impact op ESD, beperkte omvang van de verontreiniging, ligging in bestemmingstype III, valt dit type terrein onder categorie 2. Als de verontreiniging onder parking naast de shop gesaneerd moet worden en de parking moet hersteld moeten worden, kan wel geopteerd worden voor waterdoorlatende verharding. De impact op ecosysteemdiensten zal beperkt zijn, maar er zijn wel mogelijkheden om een positieve bijdrage voor ecosysteemdiensten te realiseren.

### 3.1.3 Categorie 3

**Categorie 3** omvat 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.

Categorie 3 omvat bijgevolg bodemsaneringen waarbij onder andere volgende aspecten van toepassing kunnen zijn:

- veel ruimte of ruimtelijk veel mogelijkheden om bodemsanering, herontwikkeling, bodemzorg en aandacht voor ecosysteemdiensten onderling af te stemmen;
- herontwikkelingen of verontreinigingen in vlot toegankelijke/bereikbare zones;
- locatie gelegen in bestemmingstype III, IV of V;
- grote verontreiniging in oppervlakte of in volume.

Voorbeelden:

- Een verontreiniging met gechloreerde solventen in een woonzone, met een omvangrijke pluim in de woonwijk. Gezien de omvangrijke pluim zijn er ruimtelijk wel wat mogelijkheden om bij de keuze van techniek rekening te houden met de aantasting van de ecosysteemdiensten. Gezien de pluimzone zich onder een woonzone bevindt is het belangrijk dat deze verontreiniging ook op lange termijn wordt beheerd. De monitoring van de pluim is ingeschat op 10 jaar.
- Herontwikkeling van een terrein of brownfield als woonzone/industrieterrein/parkgebied. Bij de volledige herontwikkeling van een terrein zijn er steeds mogelijkheden om rekening te houden met ecosysteemdiensten. Tegelijkertijd is het van belang dat restverontreiniging goed wordt beheerd, zodat het terrein zijn toekomstige functie optimaal kan vervullen.
- Een grondwaterverontreiniging op een industrieperceel grenzend aan natuurgebied. De biodiversiteit en andere ecosysteemdiensten geleverd door het natuurgebied dient te worden beschermd door een goed beheer van de verontreiniging op lange termijn.
- Verontreinigingen op grote diepte of met grote omvang.
- Kleinere verontreinigingen die goed bereikbaar zijn (bvb. lekkende tank op een industrieterrein buiten een productiehal). Ook hier dient telkens afgewogen te worden wat effecten op de ecosysteemdiensten kunnen zijn. Kan de belevingswaarde van het terrein voor de personeelsleden bijvoorbeeld verhoogd worden door de locatie na sanering aan te leggen als groenzone? Of door gebruik te maken van fytoremediatie?

## 3.2 GEWICHTEN EN CRITERIA PER CATEGORIE

U gebruikt de MCA en bijhorende gewichten per criterium die overeenkomt met de geselecteerde categorie. In Tabel 1 zijn de gewichten per criterium en per categorie weergegeven.

Criteria	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
<b>Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde	7	7	7
De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater	7	7	7
De totale vuilvrachtvermindering	7	10	10
De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten	5	5	5
De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen	2	2	2
<b>Blok 2: regionaal/globaal-milieuhygiënische criteria</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
Het verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen	8	5	10
De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering	5	5	5
<b>Blok 3: technische en maatschappelijke criteria</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>35</b>
De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering	5	10	5
De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering	8	10	8
De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden	20	5	18
De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken	4	4	4
<b>Blok 4: kosten</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>19</b>
De kosten van de uitvoering van de bodemsanering	12	20	12
Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging	10	10	7
<b>Totaal</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabel 1: gewichten van de criteria per categorie

## 4 EVALUATIE EN TOEKENNEN VAN SCORES PER CRITERIUM

U evalueert de verschillende criteria die opgenomen zijn in vier blokken:

- blok 1: milieuhygiënisch lokaal;
- blok 2: milieuhygiënisch regionaal/globaal;
- blok 3: (uitvoerings)technisch en maatschappelijk;
- blok 4: financieel.

De beoordelingssystematiek is erop gericht om per criterium de saneringsvarianten met elkaar te vergelijken en te beoordelen. Tabel 2 bevat het overzicht van de criteria die u beoordeelt.

U bepaalt en motiveert de scores per criterium zoals beschreven in dit hoofdstuk. U geeft steeds een korte duiding bij de toegekende scores.

### 4.1 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

#### **Minimale en maximale score**

De minimale score per criterium en per variant is 1 en de maximale score is 9. Het totaal aantal te verdelen scores ( $St$ ) is het gemiddelde van de scorebandbreedte  $[(1+9)/2=5]$  vermenigvuldigd met het aantal te beoordelen varianten ( $V$ ). U rondt de score af op 1 cijfer na de komma.

$$St = 5 \times V$$

Indien u bijvoorbeeld 3 varianten beoordeelt, dan is het totaal van de te verdelen scores 15. Een score van 9 impliceert een uitermate positieve beoordeling voor een bepaald criterium van een bepaalde saneringsvariant ten opzichte van de andere varianten.

Indien u door middel van het toepassen van de vooropgestelde berekeningswijze van de scores een waarde kleiner dan 1 of groter dan 9 uitkomt, dan stelt u de scores steeds bij tot minimaal 1 of maximaal 9. De totaalscore is steeds gelijk aan  $5 \times V$ .

#### **Gewichten**

U gebruikt de gewichten van de geselecteerde categorie (hoofdstuk 3) waartoe de bodemsanering behoort. U vermenigvuldigt de scores van ieder criterium van een blok met het gewicht. Vervolgens bepaalt u een subtotaal per blok.

#### **Totaalscore**

U berekent de totaalscore per saneringsvariant door het subtotaal voor de 4 blokken op te tellen.

**Evaluatie**

De evaluatie van de verschillende varianten bestaat uit een vergelijking van de totaalscores per saneringsvariant. De saneringsvariant met de hoogste scores geniet de voorkeur.

Criteria	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
<b>Blok 1: lokaal-milieuhygiënische criteria</b>			
De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het vaste deel van de aarde	X	X	X
De mate waarin de decretale doelstellingen behaald worden voor het grondwater	X	X	X
De totale vuilvrachtvermindering	X	X	X
De rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten	X	X	X
De tijd die nodig is om de bodem te saneren, rekening houdend met eventueel geldende beleidsdoelstellingen	X	X	X
<b>Blok 2: Regionaal/globaal-milieuhygiënische criteria</b>			
Het gebruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen			
<i>Subscore 1 CO<sub>2</sub> calculator</i>	X	X	X
<i>Subscore 2: Grondbalans</i>	X	X	X
<i>Subscore 3: Duurzaam waterverbruik</i>	X	Nvt	X
<i>Subscore 4: Duurzame energie</i>	X	Nvt	X
<i>Subscore 5: Biodiversiteit in publieke groenruimtes</i>	Nvt	Nvt	X (bij herontwikkelingen)
Subtotaal (= gemiddelde subscores)	Subtotaal	Subtotaal	subtotaal
De productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering			
<i>Subscore 1: Productie niet herbruikbaar afval</i>	X	X	X
<i>Subscore 2: Milieuvriendelijke materialen</i>	X	Nvt	X
<i>Subscore 3: Hergebruik van materialen</i>	Nvt	Nvt	X (bij herontwikkelingen)
Subtotaal (= gemiddelde subscores)	Subtotaal	Subtotaal	Subtotaal
<b>Blok 3: Technische en maatschappelijke criteria</b>			
De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering	X	X	X
De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering	X	X	X
De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden	X	X	X
De noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken	X	X	X
<b>Blok 4: Kosten</b>			
De kosten van de uitvoering van de bodemsanering	X	X	X
Eventuele bijkomende kosten die gekoppeld zijn aan de restverontreiniging			
<i>Subscore 1: Restverontreiniging in vaste deel van de aarde</i>	X	X	X
<i>Subscore 2: Restverontreiniging in grondwater</i>	X	X	X
Subtotaal (= gemiddelde subscores)	Subtotaal	Subtotaal	Subtotaal
<b>TOTAAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabel 2: Overzicht criteria per categorie

## 4.2 MILIEUHYGIËNISCH LOKAAL

U evalueert het blok “milieuhygiënisch lokaal” aan de hand van volgende criteria:

- niveau behalen decretale doelstellingen vaste deel van de aarde;
- niveau behalen decretale doelstellingen grondwater;
- totale vuilvrachtvermindering;
- rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten;
- saneringsduur en beleidsdoelstellingen.

### 4.2.1 Niveau behalen decretale doelstellingen vaste deel van de aarde

In dit criterium evalueert u het niveau dat met de saneringsvariant kan gehaald worden voor het vaste deel van de aarde. U gaat uit van de niveaus zoals omschreven in het bodemdecreet:

- gebruiksbeperkingen, bestemmingsbeperkingen;
- saneren tot risicogebaseerde terugsaneerwaarde;
- saneren tot bodemsaneringsnorm;
- saneren tot richtwaarden.

U houdt rekening met de verhoudingen (in concentraties of niveaus) tussen de verschillende terugsaneerwaarden. Zo zal de score voor een bodemsaneringsvariant met sanering tot richtwaarden zich moeten verhouden tot de score voor een bodemsaneringsvariant met sanering tot de bodemsaneringsnorm zoals de richtwaarde voor die te saneren parameter zich verhoudt tot de bodemsaneringsnorm.

Wanneer er gesaneerd wordt tot de strengste van de humaan-toxicologische, ecotoxicologische of grenswaarde voor wegnemen van het verspreidingsrisico rekent u met deze concentratie. Deze concentratie heeft als doel het risico van de verontreiniging weg te nemen, namelijk het vermijden dat de bodemkwaliteit een risico oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu. De saneringsvariant die u opneemt met een terugsaneerwaarde die de nadelige effecten op milieu en mens duidelijk sterker doet afnemen dan het niveau van de berekende, theoretische risicogrenswaarde kent u een hogere score toe. In dergelijk geval stelt u dus een risicogebaseerde terugsaneerwaarde voor die lager is dan de (strengste berekende) risicogrenswaarde.

Indien via een bodemsaneringsvariant niet de strengste risicogrenswaarde kan bereikt worden, en er meer gebruiksadviezen van toepassing blijven, geeft u een lagere score ten opzichte van een variant waarmee de strengste risicogrenswaarde kan worden bereikt en er minder of geen gebruiksadviezen nodig zijn.

Voor het toekennen van de score houdt u rekening met de beoogde saneringsdoelstelling van het effectief te saneren deel van de verontreiniging.

Bijvoorbeeld: Indien u voor een bodemsaneringsvariant met ontgraving als saneringsdoelstelling richtwaarde aangeeft en er mogelijk tegen een gebouw omwille van stabieltechnische redenen nog een restverontreiniging kan achterblijven (boven de bodemsaneringsnorm), dan houdt u voor de score rekening met richtwaarde. U kan hiervan gemotiveerd afwijken.

In geval van het toekennen van scores voor verschillende bodemsaneringsvarianten met hetzelfde vooropgesteld niveau van saneringsdoelstelling, geeft u de variant die de hoogste zekerheid heeft op het effectief behalen van deze doelstelling een hogere score.

Bijvoorbeeld: het 'streven naar' de bodemsaneringsnorm via een ontgravingsvariant of via een in-situ techniek krijgt een verschillende score waarbij u rekening houdt met de zekerheid om deze doelstelling te halen.

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

#### 4.2.2 Niveau behalen decretale doelstellingen grondwater

In dit criterium evalueert u het niveau dat met de bodemsaneringsvariant kan gehaald worden voor het grondwater. U gaat uit van de niveaus zoals omschreven in het bodemdecreet:

- gebruiksbeperkingen, bestemmingsbeperkingen;
- saneren tot risicogebaseerde terugsaneerwaarde;
- saneren tot bodemsaneringsnorm;
- saneren tot richtwaarden.

U houdt rekening met de verhoudingen (in concentraties of niveaus) tussen de verschillende terugsaneerwaarden. Zo zal de score voor een bodemsaneringsvariant met sanering tot richtwaarden zich moeten verhouden tot de score voor een bodemsaneringsvariant met sanering tot de bodemsaneringsnorm zoals de richtwaarde voor die te saneren parameter zich verhoudt tot de bodemsaneringsnorm.

Wanneer er gesaneerd wordt tot de strengste van de humaan-toxicologische, ecotoxicologische of grenswaarde voor wegnemen van het verspreidingsrisico, rekent u met deze concentratie. Deze concentratie heeft als doel het risico van de verontreiniging weg te nemen, namelijk het vermijden dat de bodemkwaliteit een risico oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu. De saneringsvariant die u opneemt met een terugsaneerwaarde die de nadelige effecten op milieu en mens duidelijk sterker doet afnemen dan het niveau van de berekende, theoretische risicogrenswaarde kent u een hogere score toe. In dergelijk geval stelt u dus een risicogebaseerde terugsaneerwaarde voor die lager is dan de (strengste berekende) risicogrenswaarde.

Voor het toekennen van de score houdt u rekening met de beoogde saneringsdoelstelling van het effectief te saneren deel van de verontreiniging.

Bijvoorbeeld: Indien u voor een bodemsaneringsvariant met in situ gestimuleerde natuurlijke attenuatie als saneringsdoelstelling richtwaarde aangeeft en er mogelijk ter hoogte van ondergrondse leidingen nog een restverontreiniging kan achterblijven (boven de bodemsaneringsnorm) omdat hier niet geïnjecteerd kan worden, dan houdt u voor de score rekening met richtwaarde. U kan hiervan gemotiveerd afwijken.



In geval van het toekennen van scores voor verschillende bodemsaneringsvarianten met hetzelfde vooropgesteld niveau van saneringsdoelstelling, geeft u de variant die de hoogste zekerheid heeft op het effectief behalen van deze doelstelling een hogere score.

Bijvoorbeeld: Het 'streven naar' de bodemsaneringsnorm via een ontgravingsvariant of via een in-situ techniek krijgt een verschillende score waarbij u rekening houdt met de zekerheid om deze doelstelling te halen.

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

#### 4.2.3 Totale vuilvrachtvermindering

U evalueert de totale vuilvrachtvermindering die iedere bodemsaneringsvariant realiseert. U berekent de totale vuilvrachtvermindering per bodemsaneringsvariant rekening houdend met de initiële vuilvracht en de te verwachten resultaten.

Voor de initiële vuilvracht en eindvuilvrachten na bodemsanering brengt u voor het vaste deel van de aarde en voor het grondwater het volume en de concentratie tot richtwaarde in rekening.

Vervolgens bepaalt u de score per bodemsaneringsvariant door een normalisatie van de verschillende vuilvrachtverminderingen :

$V_t$  = totale vuilvracht voor sanering (kg)

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

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

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

$V_{1r} = (V_t - V_{1e}) / V_t$  = Relatieve vuilvrachtvermindering bij bodemsaneringsvariant 1

$V_{2r} = (V_t - V_{2e}) / V_t$  = Relatieve vuilvrachtvermindering bij bodemsaneringsvariant 2

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

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

$St$  = totaal aantal te verdelen scores (bij drie bodemsaneringsvarianten is dit 15) .

De score van iedere variant wordt dan :

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

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

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

Indien een bepaalde bodemsaneringsvariant omwille van bovenstaande berekeningswijze hoger scoort dan 9 of minder dan 1 rondt u deze scores af naar respectievelijk 9 en 1 en corrigeert u de overige scores zodat de totaalscore ( $St$ ) gelijk is aan  $5 \times V$ .

U neemt in het rapport bodemsaneringsproject zowel de berekening van de initieel aanwezige vuilvracht (Vt) als van de (eind)vuilvrachten voor de verschillende bodemsaneringsvarianten (V1e, V2e, V3e) verplicht op.

#### 4.2.4 Rechtstreekse emissie naar andere milieucompartimenten

U houdt onder andere rekening met:

- invloed op (oppervlakte)water;
- zuiveringstechniek van water;
- grondreinigingstechniek;
- emissie naar lucht, ook omwille van bijvoorbeeld transport van uitgegraven gronden;
- de milieucompartimenten die belast worden door de bodemsanering.

Voor het toekennen van scores houdt u onder andere rekening met:

- het aantal milieucompartimenten dat belast wordt door de bodemsanering;
  - invloed op (oppervlakte)water;
  - de toegepaste zuiveringstechniek van water en de grondreinigingstechniek gebruikt voor het beperken van de emissies, waarbij:
    - in situ technieken een hogere score krijgen dan ter plaatse reinigen en ter plaatse reinigen een hogere score krijgt dan ex-situ reinigen;
    - biologische reinigingstechnieken een hogere score krijgen dan fysico-chemische reiniging, thermisch reiniging of actief kool filters.
- Denk bv. aan biopiles voor grond, rietvelden voor afvalwater etc. die een hogere score krijgen dan ex situ biologische grondreiniging of zuivering van afvalwater via een actiefkoolfilter. Anderzijds scoort biologische ex-situ grondreiniging beter dan ex situ fysico-chemische reiniging, gezien hier nog een fractie dient te worden gestort.
- de mate waarin eenzelfde milieucompartiment belast wordt. U vergelijkt hierbij de totale vuilvracht die in eenzelfde milieucompartiment terecht komt bij de verschillende bodemsaneringsvarianten:
    - een verschillende belasting van het milieucompartiment gedurende eenzelfde periode: Bijvoorbeeld: hogere concentraties die geloosd worden in oppervlaktewater of hogere emissies naar lucht krijgen een lagere score;
    - een gelijkaardige belasting, maar gedurende een aanzienlijk langere periode. In dit geval geeft u een verschil in score op basis van de duurtijd van de emissie:
      - ▶ alle bodemsaneringsvarianten met een gelijkaardige belasting en emissie gedurende < 1 jaar krijgen eenzelfde score;
      - ▶ alle bodemsaneringsvarianten met een gelijkaardige belasting en emissie gedurende een periode van 1 – 3 jaar krijgen eenzelfde score en het verschil met een duurtijd < 1 jaar mag maximaal 2 punten zijn;
      - ▶ alle bodemsaneringsvarianten met een emissie gedurende meer dan 3 jaar krijgen onderling eenzelfde score en geeft u een beduidend lagere score in vergelijking met bodemsaneringsvarianten met kortere duurtijd van emissies.

- Luchtemissies moeten tijdens de bodemsaneringswerken zoveel als mogelijk worden vermeden. U besteedt de nodige aandacht aan mogelijke luchtemissies en werkt maatregelen uit om geleide emissies te voorkomen en niet-geleide emissies te beperken.

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

#### 4.2.5 Saneringsduur en beleidsdoelstellingen

U evalueert saneringsduur en beleidsdoelstelling.

U houdt onder andere rekening met:

- termijnen waarbinnen sanering afgerond wordt. Kortdurende saneringen krijgen een hogere score dan saneringen met langere duur;
- bepalingen van ruimtelijke ordening voor het realiseren van bepaalde bestemmingen;
- het vervallen van omgevingsvergunningen. Hierdoor kan bijvoorbeeld de exploitatie in vraag gesteld worden en mogelijk een nieuw evaluatiemoment volgen;

Voor het toekennen van scores waarbij **enkel de saneringsduur** in rekening moet worden gebracht, houdt u rekening met:

- de termijn vanaf de startvergadering tot het stopzetten van de actieve sanering;
- monitoring en nazorg brengt u niet in rekening. Enige uitzondering hierop is een MNA.

U kent de scores toe op basis van de saneringsduur en het type sanering. Voor saneringen met verschillende saneringsduur, berekent u verhoudingsgewijs de scores. Hierbij houdt u rekening met volgende randvoorwaarden:

- Alle saneringen die minder dan 5 jaar duren geeft u een gelijke score. Deze saneringen zijn immers naar BATNEEC en beleidsdoelstellingen als gelijk te beschouwen.
- Alle saneringen die meer dan 5 jaar en minder dan 10 jaar duren geeft u een gelijke score.
- Voor saneringen die meer dan 10 jaar duren geeft u een gelijke score aan in situ saneringen, innovatieve saneringen en natuurgebaseerde saneringen. Ongeacht hun duurtijd rekent u met een saneringsduur van 10 jaar.
- Voor een eeuwigdurende beheersing die meer dan 10 jaar zal duren wordt de effectieve saneringsduur gebruikt voor een verhoudingsgewijze berekening van de score.

Bijvoorbeeld: bij een pump&treat voor beheersing, die 30 jaar zal duren, of een MNA die 20 jaar zal duren, zal respectievelijk 30 jaar of 20 jaar gebruikt worden voor de verhoudingsgewijze berekening van de score.

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

## 4.3 BLOK 2: MILIEUHYGIËNISCH REGIONAAL/GLOBAAL

U evalueert het blok “milieuhygiënisch regionaal/globaal” aan de hand van volgende criteria:

- verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen;
- productie van niet-herbruikbaar afval.

### 4.3.1 Verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen

Om de score voor dit criterium te bepalen, bepaalt u de scores van een aantal subcriteria, afhankelijk van de categorie. Tabel 3 geeft een overzicht.

Subcriterium	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
CO <sub>2</sub> calculator	X (sub-score 1)	X (sub-score 1)	X (sub-score 1)
Grondbalans	X (sub-score 2)	X (sub-score 2)	X (sub-score 2)
Duurzaam waterverbruik	X (sub-score 3)	/	X (sub-score 3)
Duurzame energie	X (sub-score 4)	/	X (sub-score 4)
Biodiversiteit in publieke groenruimtes	/	/	X (sub-score 5 enkel bij herontwikkelingen)
<b>TOTAAL</b>	Gemiddelde (subscore 1 t.e.m. 4)	Gemiddelde (subscore 1 t.e.m. 2)	Gemiddelde (subscore 1 t.e.m. 4 of 5)

Tabel 3: Berekening totaalscore criterium “verbruik grondstoffen en gerecycleerde materialen”.

U berekent de totaalscore van iedere bodemsaneringsvariant voor het criterium “verbruik van grondstoffen en gerecycleerde materialen” door het gemiddelde te nemen van alle sub-scores opgenomen in Tabel 4.2. Indien de scores voor bepaalde subcriteria echter sterk verschillen kan u ervoor kiezen om enkel de sterk verschillende criteria in rekening te brengen of deze zwaarder te laten doorwegen, zodat verschillen tussen varianten niet worden uitgemiddeld. U omschrijft kort waarom u deze keuze maakt en hoe u de totaalscore berekent.

#### 4.3.1.1 CO<sub>2</sub>-calculator

U berekent de score voor dit criterium vertrekkend van de CO<sub>2</sub>-emissies berekend met de CO<sub>2</sub>-calculator (in ton CO<sub>2</sub>). Deze vindt u op de website van OVAM (<https://www.ovam.be/batneec-evaluatie-met-co2-calculator>).

De laagste relatieve CO<sub>2</sub>-emissie krijgt de hoogste score. Voor de omrekening naar scores maakt u gebruik van volgende formules:

C1 = CO<sub>2</sub>-productie van bodemsaneringsvariant 1 zoals berekend door de CO<sub>2</sub>-calculator (in ton CO<sub>2</sub>)

C2 = CO<sub>2</sub>-productie van bodemsaneringsvariant 2 zoals berekend door de CO<sub>2</sub>-calculator (in ton CO<sub>2</sub>)

C3 = CO<sub>2</sub>-productie van bodemsaneringsvariant 3 zoals berekend door de CO<sub>2</sub>-calculator (in ton CO<sub>2</sub>)

Ct = C1 + C2 + C3 (in ton CO<sub>2</sub>) = som van de CO<sub>2</sub>-producties

V = Aantal varianten in de multicriteria-analyse

St = 5\*V = Totaal aantal te verdelen scores

De scores worden dan:

$$C1,1 = St / (V-1) \times (Ct - C1) / Ct$$

$$C2,1 = St / (V-1) \times (Ct - C2) / Ct$$

$$C3,1 = St / (V-1) \times (Ct - C3) / Ct$$

Voor het toekennen van scores houdt u rekening met:

- een minimale CO<sub>2</sub>-emissie van 15 ton: wanneer de CO<sub>2</sub>-emissie van alle saneringsvarianten kleiner is dan 15 ton, geeft u een gelijke score aan de bodemsaneringsvarianten;
- in alle andere gevallen krijgt de laagste relatieve CO<sub>2</sub>-emissie de hoogste score. Hiervoor maakt u gebruik van de rekenformules zoals hierboven weergegeven.

Indien een bepaalde variant omwille van bovenstaande berekeningswijze hoger scoort dan 9 of minder dan 1, dan rondt u deze scores af naar respectievelijk 9 en 1. U corrigeert dan de overige scores zodat de totaalscore gelijk is aan 5 x V.

#### **4.3.1.2 Grondbalans**

Een gesloten grondbalans betekent dat de bodem zoveel mogelijk intact wordt gelaten en dat alle grond die toch voor het project moet worden uitgegraven of opgeboord wordt, ter plaatse of in de onmiddellijke omgeving wordt hergebruikt, bijvoorbeeld voor landschapsaanleg of ter plaatse wordt gereinigd en hergebruikt.

U voert een berekening van de grondbalans uit voor elke bodemsaneringsvariant.

U kent de scores verhoudingsgewijs toe volgens de totale hoeveelheid grond die moeten worden aan- en afgevoerd. De varianten met de grootste hoeveelheid aan- en afgevoerde grond krijgt de laagste score. Hiervoor gebruikt u onderstaande formules.

G1 = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in bodemsaneringsvariant 1

G2 = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in bodemsaneringsvariant 2

G3 = totale hoeveelheid grond die moet worden aan- en afgevoerd in bodemsaneringsvariant 3

V = Aantal varianten in de multicriteria-analyse  
St = 5\*V = Totaal aantal te verdelen scores

$$Gt = G1+G2+G3$$

De scores worden dan:

$$G1,1 = St / (V-1) \times (Gt - G1) / Gt$$

$$G2,1 = St / (V-1) \times (Gt - G2) / Gt$$

$$G3,1 = St / (V-1) \times (Gt - G3) / Gt$$

Indien een bepaalde variant omwille van bovenstaande berekeningswijze hoger scoort dan 9 of minder dan 1, dan rondt u deze scores af naar respectievelijk 9 en 1. U corrigeert dan de overige scores zodat de totaalscore gelijk is aan  $5 \times V$ .

#### **4.3.1.3 Duurzaam watergebruik**

U gaat na in hoeverre een variant streeft naar een duurzaam watergebruik.

Voorbeelden zijn: lokale zuivering van het afvalwater, zorgen voor infiltratie van regenwater, voorkomen van overstromingsgevaar, beperken van verlaging van het grondwater (verdroging), beperken van gebruik van drinkwater voor injecties van C-bron,... Een duurzame waterprestatie vraagt verder om een natuurlijke afvoer van regenwater en vermindering van het waterverbruik binnen het project.

U rangschikt de bodemsaneringsvarianten en kent een score toe naargelang ze rekening houden met deze aspecten:

- beperken van drink- en grondwaterverbruik;
- hergebruik van afval- en/of regenwater;
- lokale zuivering van afvalwater en verontreinigd grondwater en duurzaamheid van de zuiveringstechniek;
- creatie van mogelijkheden voor natuurlijke infiltratie van regenwater en grondwater.

U geeft de hoogste score aan bodemsaneringsvarianten die het best scores op gebied van duurzaam watergebruik. U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

#### **4.3.1.4 Duurzame energie**

U gaat na in hoeverre duurzame energie kan worden ingezet bij het uitvoeren van de bodemsanering. Bodemsaneringen kunnen grootverbruikers van energie zijn.

Energie kan opgesplitst worden in 3 aspecten:

- het opwekken van energie;
- hergebruik van energie;
- verbruik van energie.

Aan deze aspecten kan een duurzaamheidsambitie worden gekoppeld. Het opwekken van energie dient op een duurzame manier te gebeuren, bijvoorbeeld wind- of zonne-energie. Energie kan worden hergebruikt in de vorm van restwarmte- en koude. Tot slot kan door slimme oplossingen het verbruik worden verminderd, namelijk Rationeel Energie Gebruik.

U rangschikt de bodemsaneringsvarianten en wijst een score toe naargelang ze rekening houden met deze drie aspecten.

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

#### 4.3.1.5 Biodiversiteit in publieke groenruimtes

Bij bodemsaneringen die gecombineerd worden met de herontwikkeling van een terrein houdt u ook rekening met de biodiversiteit in de publieke groenruimtes die binnen het project worden gecreëerd.

Het doel van dit criterium is het behouden van en waar mogelijk versterken van de ecologische waarden, zodat optimaal medegebruik van aanwezige en bezoekende soorten mogelijk is.

Voor de geselecteerde herontwikkelings-/bodemsaneringsvariant wordt aantoonbaar voldoende publieke groenruimte met een hoge biodiversiteit gerealiseerd. De aanwezigheid en integratie van natuurruimte in het project en de mate waarin ecosystemendiensten worden gerespecteerd en verder ontwikkeld als onderdeel van de woonomgeving in het project worden beoordeeld. Voor meer achtergrondinformatie kan bvb. verwezen worden naar de biodiversiteitstoets

(<https://vhm.be/onewebmedia/Begeleidende%20tekst%20bij%20biodiversiteitstoets.pdf>)

De combinatie (herontwikkelvariant/bodemsaneringsvariant) bevat aantoonbaar voldoende publieke groenruimte met een hoge biodiversiteit (per verwachte inwoner voorziet u 10 m<sup>2</sup> publieke groenruimte binnen een perimeter van 400 m rond het woongebied). Voor het beheer van de publieke groenruimte maaktu gebruik van de principes van Harmonisch Park en Groenbeheer (<https://www.natuurenbos.be/beleid-wetgeving/natuurbeheer/beheerplan/harmonisch-park-en-groenbeheerplan/wat-een-hpg>).

U stelt een rangorde van de betreffende bodemsaneringsvarianten op. Onderbouwd wordt welke herontwikkeling/bodemsanering kan worden uitgevoerd met de meeste, middelmatig, en minste positieve impact op de ecologische waarden / biodiversiteit. Aangeraden wordt om de 'biodiversiteitstoets' te hanteren (<http://www.biodiversiteitstoets.be>). Hoe positiever de impact, hoe hoger de score.

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

#### 4.3.2 Productie van niet-herbruikbaar afval tijdens de sanering

Tabel 4 geeft een overzicht van de subcriteria die de score 'productie van afval tijdens de sanering' bepalen.

Subcriterium	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
Productie niet-herbruikbaar afval	X (sub-score 1)	X (sub-score 1)	X (sub-score 1)
Milieuvriendelijke materialen	X (sub-score 2)	/	X (sub-score 2)
Hergebruik van materialen	/	/	X (sub-score 3 – enkel voor herontwikkelingen)
<b>TOTAAL</b>	<b>Gemiddelde (subscore 1 t.e.m. 2)</b>	<b>X (sub-score 1)</b>	<b>Gemiddelde (subscore 1 t.e.m. 2 of 3)</b>

Tabel 4: Berekening totaalscore criterium "productie van afval tijdens de sanering"

U berekent de totaalscore van iedere bodemsaneringsvariant voor het criterium “productie van afval tijdens de sanering” door het gemiddelde te nemen van alle van toepassing zijnde subcriteria. Indien de scores voor bepaalde subcriteria echter sterk verschillen kan u ervoor kiezen om enkel de sterk verschillende criteria in rekening te brengen of deze zwaarder te laten doorwegen, zodat de verschillen tussen bodemsaneringsvarianten niet worden uitgemiddeld.

#### **4.3.2.1 Productie niet-herbruikbaar afval**

**Productie van afval** omvat het storten (of verbranden) van zowel geproduceerd afval tijdens de bodemsanering, als van uitgegraven grond. Volgens de EPA (2012) kan dit namelijk een doorslaggevende factor zijn in de milieu-impact van bodemsaneringen.

Voorbeelden van niet herbruikbaar afval zijn niet regenererbaar filtermateriaal (vb. actief kool), leidingwerk, puur product, te storten puin, te storten of verbranden grond, (injectie)filters,...

Het criterium “niet herbruikbaar afval tijdens de bodemsanering” wordt niet opgesplitst tussen gevaarlijk en niet-gevaarlijk afval. U bepaalt de score op basis van de totaal ingeschatte kwantiteit (in ton).

De methode om de score te berekenen, bestaat uit

- het berekenen van de hoeveelheid te storten (of te verbranden) afval tijdens de bodemsanering;
- het omrekenen van de berekende hoeveelheid afval (in kg) zodat de laagste relatieve hoeveelheid niet herbruikbaar afval de hoogste score krijgt. U gebruikt hiervoor onderstaande formules:

$N1$  = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van bodemsaneringsvariant 1 (in kg niet herbruikbaar afval)

$N2$  = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van bodemsaneringsvariant 2 (in kg niet herbruikbaar afval)

$N3$  = hoeveelheid niet herbruikbaar afval van bodemsaneringsvariant 3 (in kg niet herbruikbaar afval)

$Nt = N1 + N2 + N3$  (in kg niet herbruikbaar afval) = som van geproduceerde hoeveelheid niet herbruikbaar afval

$V$  = Aantal varianten in de multicriteria-analyse

$St = 5 * V$  = Totaal aantal te verdelen scores

De scores worden dan:

$G1,2 = St / (V-1) \times (Nt - N1) / Nt$

$G2,2 = St / (V-1) \times (Nt - N2) / Nt$

$G3,2 = St / (V-1) \times (Nt - N3) / Nt$

U geeft kort duiding bij de berekeningswijze van de hoeveelheid niet herbruikbaar afval.

Indien een bepaalde variant omwille van bovenstaande berekeningswijze hoger scoort dan 9 of minder dan 1, dan rondt u deze scores af naar respectievelijk 9 en 1. U corrigeert de overige scores zodat de totaalscore gelijk is aan  $5 \times V$ .



#### **4.3.2.2 Milieuvriendelijke materialen**

U evalueert voor welke bodemsaneringsvariant de meest milieuvriendelijke materialen kunnen gebruikt worden. U kiest bij voorkeur materialen omwille van lange levensduur en onderhoudsvriendelijkheid. U neemt bij het toekennen van de scores volgende punten in overweging:

- Wordt er gekozen voor materialen met lokale herkomst (max. 100 km van het projectgebied). Dit betekent allereerst zo veel mogelijk hergebruik van materialen of gebruik van materialen die zijn gerecycleerd.
- Voor de andere materialen wordt gezocht naar erkende certificaten, zoals het FSC of PEFC certificaat voor hout.
- Bij de keuze van materialen hebben materialen met een lange levensduur en hoge onderhoudsvriendelijkheid de voorkeur.

U stelt een rangorde van materiaalgebruik op voor de betreffende varianten opgesteld. U geeft aan welke bodemsaneringsvariant kan worden uitgevoerd met het kleinste (laagste score), middelmatige (middelste score) en meeste (hoogste score) aandeel milieuvriendelijke materialen en geeft een korte duiding bij de toegekend scores.

Voorbeeld: varianten met regenerereerbaar actief kool zal beter scoren dan varianten met niet-regenerereerbaar actief kool. Herbruikbare filters uit een duurzaam materiaal die langer meegaan (vb. RVS) krijgen een hogere score dan filters die snel moeten vervangen worden.

#### **4.3.2.3 Hergebruik van materialen**

Voor herontwikkelingen kan tevens rekening worden gehouden met het hergebruik van gebouwen, structuren en/of materialen die reeds aanwezig zijn op de site.

U rangschikt de verschillende bodemsaneringsvarianten volgens hoeveelheid materialen die kunnen worden hergebruikt en kent overeenkomstig scores toe. U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

Voorbeeld: een variant waarbij een bestaand gebouw kan worden behouden krijgt een hogere score dan een variant waarbij dit gebouw dient te worden afgebroken.

### **4.4 BLOK 3: TECHNISCH EN MAATSCHAPPELIJK**

U evalueert het blok “technische en maatschappelijk” aan de hand van volgende criteria:

- de mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering;
- de eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering;
- de mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden;
- noodzakelijke maatregelen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van de bodemsaneringswerken.

#### 4.4.1 De mogelijke hinder voor de omgeving tijdens de sanering

U gaat na welke hinder de verschillende bodemsaneringsvarianten kunnen veroorzaken. Voor het toekennen van scores, evalueert u onder andere:

- bepaalde milieuhinder, zoals geluidshinder, geurhinder, overlast door trillingen, temperatuurswijziging;
- verkeershinder door het afsluiten van wegen, installatie op openbaar domein, voetpad...;
- hinder voor eigenaars/gebruikers van de site ten gevolge emissies, gevaren verbonden aan het specifieke karakter van de werken, werken met gevaarlijke producten, brandgevaar, explosiegevaar,...;
- hinder naar de omgeving toe door bijvoorbeeld gevaarlijke emissies of situaties, brandgevaar, explosiegevaar, transportrisico's en dergelijke;
- het ontstaan van schade. Bijvoorbeeld:
  - het bewust afbreken van panden;
  - het afbreken van infrastructuren (bijvoorbeeld vloeren...);
  - het beschadigen of (gedeeltelijk) verwijderen van tuintjes.
- de risico's die de werken inhouden. Bijvoorbeeld:
  - explosiegevaar;
  - zettingsschade;
  - trilschade.

Voor het toekennen van scores houdt u rekening met:

- het aantal vormen van hinder en overlast die voorkomen ten gevolge van de sanering;
- het al of niet voorkomen van hinder op de werf/site en/of buiten de werf/site (omwonenden);
- het verschil in effectieve schade die wordt aangebracht,
- de kans op potentiële schade en de bijkomende maatregelen die genomen dienen te worden om dit te voorkomen;
- de mate waarin eenzelfde vorm van hinder/overlast wordt begroot/ervaren:
  - wordt de hinder/overlast gedurende eenzelfde periode al dan niet als 'negatiever' ervaren (bv. het inzetten van andere machines die aanleiding geven tot meer geluidshinder - hogere decibels);
  - wordt een gelijkaardige hinder/overlast gedurende een aanzienlijk langere periode ervaren. In dit laatste geval zou er naar analogie met de termijnen van de saneringsduur een verschil in score toegekend kunnen worden en dit op basis van de duurtijd van de hinder en overlast:
    - ▶ alle varianten met hinder/overlast gedurende < 6 maanden krijgen eenzelfde score;
    - ▶ alle varianten met hinder/overlast gedurende een periode van 6 maanden – 3 jaar krijgen eenzelfde score en het verschil met een duurtijd < 6 maand mag maximaal 2 punten zijn;
    - ▶ alle varianten met hinder/overlast gedurende meer dan 3 jaar mogen als 'negatiever' beschouwd worden (beduidend verschil met voorgaande varianten).

Afbraak van panden, infrastructuur/tuintjes noodzakelijk in het kader van een herontwikkeling van een terrein (brownfield) valt niet onder "hinder".

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

#### 4.4.2 De eventuele beperkingen op het gebruik van de grond na de bodemsanering

U gaat na welke beperkingen er na uitvoering van de bodemsanering zullen zijn bij het gebruik van het terrein. U houdt hierbij onder andere rekening met gebruiksbeperkingen en gebruiksadviezen.

U hanteert de vuistregels zoals opgenomen in de standaardprocedure BBO om in te schatten welke gebruiksadviezen na sanering van toepassing zullen zijn. U bespreekt de te verwachte gebruiksbeperkingen en/of gebruiksadviezen.

Voor het toekennen van scores houdt u rekening met:

- bodemsaneringsvarianten met gebruiksbeperkingen krijgen een lagere score dan varianten zonder gebruiksbeperkingen of met gebruiksadviezen;
- het aantal beperkingen voor het gebruik van de gronden – geformuleerd als gebruiksadviezen - die na sanering zullen gelden door contact met de restverontreiniging in de toekomst. U geeft de van toepassing zijnde codes (bvb. GA1a, ...) weer;
- Is 'eenzelfde beperking' van toepassing voor verschillende varianten, en is de omvang of de diepte waarop de verontreiniging voorkomt verschillend en daarmee gepaard gaande de kans dat men ermee in aanraking komt? Dan houdt u hiermee rekening bij het toekennen van scores.

U geeft een korte duiding bij de toegekende scores.

Voorbeeld:

Bij een bepaalde saneringsvariant wordt de bodem afgedekt zodat een isolatievariant wordt gecreëerd. Deze isolatie heeft tot doel om te voorkomen dat er rechtstreeks contact ontstaat tussen mens en grond. Hoewel de isolatie het risico inperkt na de sanering, dient de noodzaak tot het formuleren van het gebruiksadvies om een afdek te voorzien (en te behouden) op het terrein, meegenomen te worden in dit criterium.

Voor een inschatting van het effect van een restverontreiniging op beperkingen voor het gebruik van een terrein, kan eventueel ook gebruik gemaakt worden van de 'Tool restverontreiniging' die op de OVAM-website beschikbaar is.

#### 4.4.3 De mate waarin bij de uitvoering onbedoelde schade kan worden vermeden

##### **Doel en kader**

Dit criterium gaat na in welke mate de varianten onbedoelde schade aan ecosystemendiensten vermijden. Een goed functionerende bodem levert verschillende belangrijke bodemfuncties, en daaruit voortvloeiende ecosystemendiensten (ESD), aan de mens en zijn omgeving, zoals bodemvruchtbaarheid (primaire productie van voedsel, vezels en energiegewassen), regulatie van waterkwantiteit en -kwaliteit, koolstofopslag in bodems, habitat voor functionele en intrinsieke biodiversiteit, nutriënten-kringlopen en -verwerking, culturele diensten, enzovoort.

Bodemsaneringswerken kunnen een effect hebben op het vermogen van de bodem om deze ecosysteemdiensten te leveren. Bodemsaneringswerken leiden tot een verbetering van de chemische bodemkwaliteit en/of chemische waterkwaliteit (directe invloed) op korte termijn. De verbetering van de bodem- en waterkwaliteit leiden onrechtstreeks ook tot een verbetering van het bodemleven, wat op zijn beurt kan leiden tot een verbeterde bodemsamenstelling, minder verdichting, meer infiltratie... (indirecte invloeden).

Hoewel er veel indirecte positieve effecten gepaard gaan met de doelstelling van bodemsaneringswerken, hangen de directe en indirecte effecten op de ESD op lange termijn niet altijd 1 op 1 samen met het behalen van deze doelstelling. Het is dan ook belangrijk dat u bij het ontwerp van de bodemsanering voldoende bewust omgaat met de directe en de indirecte effecten op de ESD en u hiermee ook rekening houdt bij de keuze van de bodemsaneringstechniek. Meer informatie over de gevolgen van bodemsaneringswerken op de ESD is opgenomen in hoofdstuk 6.

### **Methodiek**

U gaat na wat het effect is op ESD als gevolg van de bodemsanering.

U geeft een kwalitatieve beoordeling die de impact van de saneringstechniek op de ecosysteemdiensten evalueert. U gebruikt voor het toekennen van de score en beoordeling de matrix met standaardscores per techniek zoals opgenomen in Tabel 5 (of hoofdstuk 5.1). Deze tabel bevat een conservatieve beoordeling van het effect van de techniek op een bepaalde ecosysteemdienst. De betekenis van de scores wordt toegelicht in Tabel 6.

Een uitgebreidere versie van deze matrix is opgenomen in Hoofdstuk 5.1, Tabel 10. Per ESD wordt in hoofdstuk 5.2 omschreven wat de impact van de verschillende bodemsaneringstechnieken is op elke relevante ESD. In hoofdstuk 5.3 wordt per techniek toegelicht hoe de standaardscore in de matrix werd bepaald.

**Dit is een eenvoudige beoordelingsmethodiek die kan toegepast worden in kader van de opmaak van bodemsaneringsprojecten. Het is een sterke vereenvoudiging van het concept ecosysteemdiensten, met als doel het gebruik gemakkelijk te maken voor de EBSD en een basis mee te geven om bodemsaneringstechnieken onderling te kunnen vergelijken. Daarnaast creëert deze methodiek ook een bewustwording rond de effecten van de verschillende bodemsaneringstechnieken op het vermogen van de bodem om ecosysteemdiensten te leveren.**

Bodemsaneringstechniek	Gevolgen voor ecosystemendiensten										
	Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	Voorziening van mineralen	Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	Regulatie van de atmosfeer	Regulatie van het risico op grondverschuivingen	Regulatie van het risico op erosie	Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	Biodiversiteit	Belevingswaarde	Wetenschap en educatie	totaal
Ontgraving, met aanvulling standaardgrond	3	3	3	1	3	3	5	1	3	1	26
Ontgraving, met aanvulling van kwaliteitsvolle grond	7	3	5	5	3	3	5	3	3	1	38
Ontgraving met bemaling, met aanvulling van minderwaardige grond	7	3	1	1	3	3	1	1	3	1	24
Ontgraving met bemaling, met aanvulling van kwaliteitsvolle grond	7	3	3	5	3	3	1	3	3	1	32
Pump and treat	3	5	3	1	3	5	1	3	3	3	30
Recirculatie	7	5	5	3	3	5	3	3	3	3	40
In situ chemische oxidatie of reductie	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	36
In situ gestimuleerde natuurlijke attenuatie	7	5	9	3	5	5	5	3	3	5	50
Reactieve wanden	3	3	5	3	3	5	5	5	5	5	42
Fytoremediatie	9	5	7	9	7	9	9	7	7	5	74
Biosparging	7	5	3	3	3	5	5	3	3	3	40
Bodemplucht-extractie	7	5	3	3	3	5	5	3	3	3	40
Persluchtinjectie in combinatie met bodempluchtexttractie	7	5	3	3	3	5	5	3	3	3	40
Meerfasenextractie	7	5	3	3	3	5	1	3	3	3	36
Hoogthermische technieken in combinatie met bodempluchtexttractie	1	3	1	1	3	5	5	1	1	1	22
Laag thermische technieken (opwarming van 5-10°)	3	5	3	3	3	5	5	3	3	3	36
Hydrogeologische isolatie	3	5	1	1	3	5	1	1	1	3	24
Civieltechnische isolatie	1	5	1	1	7	5	1	1	1	5	28
Natuurlijke attenuatie monitoring	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50

Tabel 5: Matrix met conservatieve standaardscores per ESD en bodemsaneringstechniek

score	Beoordeling
9	zeer positieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD;
7	positieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD;
3	negatieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD;
1	zeer negatieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD;
5	geen of verwaarloosbare positieve en/of negatieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD.

Tabel 6: Legende tabel 5

U kan gemotiveerd afwijken (naar boven of naar onder) van de standaardscores opgenomen in de matrix. U houdt hierbij dan onder andere rekening met de specifieke situatie op de site. Richtlijnen over welke elementen hierbij van belang zijn, zijn opgenomen in hoofdstuk 5.4.

Voorbeeld: De locatie van een sanering is momenteel volledig verhard en er is door de verontreiniging weinig bodemleven mogelijk. De saneringstechniek “ontgraving met aanvulling van standaard grond” scoort laag voor de ecosysteemdienst biodiversiteit. Indien na bodemsanering de aanplanting van een groenzone wordt voorzien, dan kan de score voor biodiversiteit en belevingswaarde worden verhoogd.

Indien u bodemsaneringsvarianten met eenzelfde techniek vergelijkt (bijvoorbeeld verschillende ontgravingsvarianten met een andere terugsaneringswaarde), mag u niet de standaardscores toekennen voor alle varianten. U past de scores specifiek aan. U houdt hierbij onder andere rekening met omvang, diepte, duurtijd, afwerking van het terrein na sanering, gebruikte (injectie)drukken, type bemaling, type verharding etc...

De positieve (en negatieve) effecten van bvb. een ontgraving zullen zwaarder doorwegen bij een grotere ontgraving in vergelijking met een kleinere ontgraving. U past de standaardscores overeenkomstig aan.

Bijvoorbeeld:

- Voor de grotere ontgraving kan een omvangrijkere bemaling noodzakelijk zijn en wordt meer grond verwijderd. Deze variant scoort bijgevolg slechter op voorziening van mineralen, regulatie risico op grondverschuivingen, regulatie hydrogeologische kringloop en wetenschap en educatie dan de kleinere ontgraving.
- De grotere ontgraving scoort wel beter dan de kleinere ontgraving op regulatie van de bodem- en waterkwaliteit op lange termijn gezien er meer verontreiniging wordt verwijderd. Indien het terrein nadien wordt ingericht met een hoge belevingswaarde scoort de grotere ontgraving ook beter gezien een grotere oppervlakte wordt heraangelegd.

Indien er verschillende technieken gecombineerd worden in een bepaalde variant, beoordeelt u de varianten ten opzichte van elkaar. U overweegt voor elke ecosysteemdienst welke variant een positievere of negatievere impact heeft ten opzichte van de andere varianten.

Voor een aantal ESD, kan u een keuze maken tussen verschillende scores. Dit is afhankelijk van de specifieke situatie op het terrein en hoe de sanering zal worden uitgevoerd. U evalueert welke score van toepassing is en motiveert deze. U kan gebruik maken van de aspecten opgenomen in hoofdstuk 5.4.

U overloopt steeds onderstaande lijst (Tabel 7) met mogelijke milderende maatregelen, waarbij het aangeraden is om waar relevant dergelijke maatregelen te verwerken in de saneringsvarianten.

Indien een bepaalde variant een score kleiner dan of gelijk aan 38 behaalt, dan evalueert u of milderende maatregelen mogelijk zijn om de ESD te verbeteren. Milderende maatregelen zijn erop gericht om aanzienlijke nadelige effecten te vermijden, te beperken en zo mogelijk te verhelpen, of zoveel mogelijk teniet te doen. U overloopt de lijst met milderende maatregelen en evalueert welke haalbaar is/zijn. Deze maatregelen neemt u vervolgens op in het bodemsaneringsvariant. U past vervolgens de overeenkomstige score voor het effect op de individuele ecosysteemdienst(en) gemotiveerd aan en u bepaalt de finale ESD-score. Zijn er geen milderende maatregelen mogelijk? Dan motiveert u waarom een bepaalde maatregel niet mogelijk, zinvol of BATNEEC is om op te nemen op (een deel van) de site .

Tabel 7 en hoofdstuk 5.5 geven een beknopte opsomming van maatregelen die van toepassing kunnen zijn om de impact van bodemsaneringswerken te milderen. Deze zijn niet limitatief. U kan deze aanvullen met sitespecifieke maatregelen.

Impact	Maatregelen	Kan positief effect hebben op ESD:
<b>Verdichting (compactie) van de bodem ten gevolge van werfinrichting, aanvullen met nieuw bodemmateriaal...</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gebruik van lichtere machines en minder zwaarbeladen machines .</li> <li>– Het gebruik van machines met brede banden met een lage bandenspanning .</li> <li>– Gebruik van rijplaten om de druk op de bodem te verspreiden. De aanleg van een werfpiste is eventueel ook een mogelijkheid om de druk te spreiden.</li> <li>– Bij slechte weersomstandigheden (regen) of een te natte of vochtige bodem (natter dan deplastische limieten) kan het grondverzet beter worden uitgesteld tot de omstandigheden beter zijn, indien dit mogelijk is binnen de planning van de werken. Zo niet, moeten herstelmaatregelen voorzien worden.</li> <li>– Stimuleren van bodemleven en beworteling, ter verbetering van de bodemstructuur.</li> <li>– Frezen van de bodem na bodemsaneringswerken.</li> <li>– Inbrengen van groencompost voor structuurverbetering en activatie van het bodemleven. Indien wenselijk (afhankelijk van type bodem, gehalte organische stof en nabestemming).</li> <li>– Afstemmen van de vereisten van verdichting op de herinrichting (al te vaak wordt standaard-verdichting cf. bestek 250 voorzien in bestekken).</li> <li>– Gebruik van ander type verharding, waarvoor minder verdichting noodzakelijk is.</li> <li>– Erosie van de bodem kan vermeden worden door vegetatie niet onnodig te verwijderen op de werf. Door vegetatie te laten staan waar mogelijk bescherm je de bodem. De aanwezigheid van vegetatie die op de bodem groeit zal de bodem ook sneller doen drogen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voorziening van voeding materialen energie door teelt van gewassen of dieren</li> <li>– Regulatie van risico op erosie</li> <li>– Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit</li> <li>– Biodiversiteit</li> <li>– Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop</li> </ul>
<b>Verstoring van de bodemsamenstelling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Een “delfstoffentoets” voorafgaande aan een uitgraving van bodem kan duidelijk maken of met een selectieve afgraving van geologisch waardevolle lagen, waarbij grondstoffen met hoogwaardige toepassingen, nuttig is. Na externe sanering van de gescheiden bodemlagen kan op deze wijze de ESD “Voorziening van mineralen” worden geleverd, in plaats van dat deze bodem als bouwtechnisch onbruikbare “ballastgrond” wordt afgevoerd wanneer ze gemengd is geraakt met verschillende geologische lagen. Een voorbeeld is het gebruik van het leemmodel dat DOV<sup>1</sup> aanbiedt. Het model geeft inzicht in de dikte, de lithologie en het voorkomen van het leempakket doorheen Vlaanderen. De winning van leemsedimenten is van belang voor de keramische sector in de productie van baksteen. Indien er leem aanwezig is, kan selectieve afgraving en sanering daarom resulteren in een meerwaarde waarbij de beschikbare ESD benut worden.</li> <li>– Selectieve afgraving en selectieve terugplaatsing van het bodemmateriaal is zeker van belang wanneer groene eindbestemmingen gewenst zijn, gezien een goede bodemkwaliteiten -samenstelling vereist is voor de regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop en voor het behoud van biodiversiteit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voorziening van mineralen</li> <li>– Biodiversiteit</li> <li>– Regeling van het waterdebiet en hydrologische kringloop</li> </ul>

<sup>1</sup> De best beschikbare kennis over de ondergrond in Vlaanderen is ontsloten in de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV): <https://www.dov.vlaanderen.be>. DOV bundelt deze kennis in zes thema's: bodem, delfstoffen, geologie, grondwater, geotechniek en geothermie. De DOV- Verkenner laat toe om een snelle, doelgerichte gegevensverkenning te doen.



<b>Verandering van de grondwaterstroming en grondwaterstand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herinfiltratie van het onttrokken grondwater in de bodem, zodanig dat de grondwatertafel zich kan herstellen.</li> <li>– Afstemmen van bemaling met andere onttrekkingen in de omgeving, teneinde cumulatieve effecten te beperken.</li> <li>– Afstemmen van grondwateronttrekking op het seizoen, om sterke daling grondwatertafel, met hieraan gerelateerde verdroging ter hoogte van grondwatergevoelige vegetatie, te vermijden.</li> <li>– Beperken van heraanleg van verharding, om infiltratie van hemelwater niet te verstoren.</li> <li>– Gebruik van waterdoorlatende verharding (vb. grasdallen, halfverharding,..) zodat hemelwater ter plaatse kan infiltreren in de bodem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regeling van waterdebiet en hydrologische kringloop</li> <li>– Regulatie van risico op erosie</li> <li>– Regulatie van risico op grondverschuivingen</li> <li>– Biodiversiteit</li> </ul>
<b>Habitatverlies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Negatieve impact op belangrijke habitats (zeker binnen SBZ) vermijden, om significante en onherstelbare effecten op soorten of leefgebied te voorkomen.</li> <li>– Aanplant van aangepaste vegetatie en biodiversiteitsbevorderend beheer van vegetatie (vb. verminderd maai-regime en geen pesticide-gebruik) na afloop van de bodemsaneringswerken. In welke mate de ESD-levering toeneemt zal afhankelijk zijn van de gekozen vegetatie die mogelijk is, rekening houdende met het bodemtype<sup>2</sup>, het landschap en het ecosysteem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Biodiversiteit</li> <li>– Regulatie van de atmosfeer</li> <li>– Belevingswaarde</li> <li>– Regulatie van het waterdebiet en hydrologische kringloop</li> </ul>
<b>Degradatie van de bodembiodiversiteit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inzetten op duurzaam bodembeheer door de bodem te beschermen tegen fysische, chemische en biologische degradatie en erosie, en ontbossing te voorkomen<sup>3</sup>.</li> <li>– Aanvullen met kwalitatief bodemmateriaal na ontgraving, afgestemd op het bodemgebruik/type vegetatie na de sanering.</li> <li>– Verdichting vermijden (zie hierboven).</li> <li>– Opwarming van de bodem vermijden.</li> <li>– Gebruik van verharding vermijden waar mogelijk, of gebruik maken van waterdoorlaatbare verharding die plantengroei toelaten (vb. grasbetontegels).</li> </ul>	
<b>Verstoring</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beperken van trillingen die bodemstructuur kunnen aantasten.</li> <li>– Beperken van geluidshinder voor in nabijheid aanwezige fauna.</li> <li>– Vermijden van barrièrevorming voor de aanwezige fauna in nabijheid gelegen habitats, bv. door gebruik van aangepaste omheining met openingen voor paden, herten etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regulatie van risico op erosie</li> <li>– Regulatie van risico op grondverschuivingen</li> <li>– Biodiversiteit</li> </ul>

Tabel 7: Potentiële maatregelen ter mitigatie van de impact van bodemsaneringswerken op de ESD - overzicht mogelijke milderende maatregelen.

<sup>2</sup> De website [www.bomenwijzer.be](http://www.bomenwijzer.be) en het programma 'bodemeschiktheid bosbomen' (BOBO) van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) (<http://data.inbo.be/bobo/>) zijn interessante links om het bodemtype van het perceel te achterhalen en na te gaan welke bomen geschikt zijn voor een specifieke groeiplaats.

<sup>3</sup> [https://www.unglobalcompact.org/docs/issues\\_doc/agriculture\\_and\\_food/soil-principles.pdf](https://www.unglobalcompact.org/docs/issues_doc/agriculture_and_food/soil-principles.pdf)

U vult Tabel 8 aan voor elke bodemsaneringsvariant en neemt deze op in het rapport. U lijst de standaardscore voor de van toepassing zijnde techniek, zoals opgenomen in Tabel 5, op in de tweede kolom. In de derde kolom geeft u weer welke score u effectief toekent.

Indien deze score afwijkt van de standaardscore in kolom 2 licht u in kolom 4 kort toe waarom u de score bijstelt:

- Dit kan bijvoorbeeld omwille van de specifieke situatie op het terrein: bv. het terrein is reeds verhard, dus het aanbrengen van een horizontale civieltechnische isolatie heeft geen bijkomend negatief effect op de ecosysteemdienst “voorziening van voeding, materialen en energie”.
- Of omdat u milderende maatregelen voorziet: bv. op een terrein dat momenteel verhard is voorziet u na ontgraving van een verontreiniging de aanleg van een groenzone of waterdoorlatende verharding. In dit geval kan de score voor biodiversiteit resp. regeling van het waterdebiet en hydrogeologische kringloop naar boven worden bijgesteld.

ESD	Standardscore ESD volgens matrix	Toegekende score ESD	Korte motivatie indien score afwijkt van standardscore uit matrix (bvb. Welke milderende maatregel is van toepassing, specifieke omstandigheden, uitvoeringswijze, ...)
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)			
Voorziening van mineralen			
Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit			
Regulatie van de atmosfeer			
Regulatie van het risico op grondverschuivingen			
Regulatie van het risico op erosie			
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop			
Biodiversiteit			
Belevingswaarde			
Wetenschap en educatie			
Som (E):			

Tabel 8: Toekenning scores ecosysteemdiensten

U berekent de score voor het criterium in de MCA als volgt:

E1= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant 1

E2= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant 2

E3= som van de scores voor de 10 ecosysteemdiensten uit de matrix voor variant 3

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3$$

V = aantal varianten in de multicriteria-analyse

St=5\*V = totaal aantal te verdelen scores

$$T_{3,1} = E_1 / E_t * St$$

$$T_{3,1} = E_1 / E_t * St$$

$$T_{3,1} = E_1 / E_t * St$$

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

U gaat per variant na wat de noodzakelijke maatregelen zijn die moeten genomen worden om de veiligheid te waarborgen tijdens de bodemsanering. Voorbeelden hiervan zijn:

- Veiligheidsmaatregelen voor het werfpersonnel als gevolg van emissies, gevaren verbonden aan het specifieke karakter van de werken, werken met gevaarlijke producten, brandgevaar, explosiegevaar,...
- Veiligheidsmaatregelen voor het gebruikers van de site.

Hoe meer veiligheidsmaatregelen genomen moeten worden, hoe lager de score voor deze bodemsaneringsvariant.

Voorbeelden:

- onbevoegden op het terrein worden verboden;
- geen residentieel gebruik mogelijk;
- werken onder zeer strenge veiligheidsvoorwaarden.

Ook bij bodemsaneringsvarianten met eenzelfde saneringstechniek kunnen de scores verschillend zijn.

Bijvoorbeeld: Wordt eenzelfde saneringstechniek toegepast, maar met een verschillende milieudoelstelling?

Dan kan de meest verregaande variant (minste restverontreiniging) leiden tot een verhoogd veiligheidsrisico door de complexiteit van de werken, zoals ontgraving nabij gebouwen of omwille van het 'dieper' uitgraven. In deze gevallen geeft u een andere score aan de bodemsaneringsvarianten.

De tijdsduur van een veiligheidsmaatregel heeft geen impact op de score. Bijvoorbeeld: zijn de ontgravingsdiepte van de saneringsvarianten en de bijhorende veiligheidsmaatregelen identiek, en is enkel de te saneren oppervlakte (volume) en bijhorende tijdsduur verschillend? Dan mag u geen andere score toekennen.

## 4.5 BLOK 4: FINANCIËN

U evalueert het blok “kosten” aan de hand van volgende criteria:

- kosten van de sanering;
- maatschappelijke kosten als gevolg van de restverontreiniging.

### 4.5.1 Totale kosten van de sanering

U maakt een raming van de saneringskosten en vergelijkt deze. Hoe hoger de kosten van de sanering, hoe lager de score.

De saneringskosten omvatten alle kosten die van belang kunnen zijn. Dit betekent ook dat voor de effectieve schade ook de heraanleg moet in rekening gebracht worden, voor de potentiële schade kan mogelijk de verzekeringskost toegevoegd worden. Mogelijk zijn er bepaalde gebruiksbependingen die extra kosten noodzakelijk maken (hotelkosten, herlocalisatiekosten,...). De kosten voor eventueel exploitatieverlies, voor een bedrijf in continue exploitatie, kunnen in de kostprijs worden opgenomen. De financiële inspanningen van saneringswerkzaamheden kunnen worden uitgedrukt in gekapitaliseerde kosten (netto actuele waarden). Hierdoor wordt een consistente vergelijking mogelijk van verschillende saneringsvarianten met specifieke uitvoeringstermijnen.

U zet de kosten voor de sanering op een evenredige manier om in scores om objectiviteit te waarborgen. Daarom volgt u de volgende rekenregels.

$K_1$  = kostprijs variant 1

$K_2$  = kostprijs variant 2

$K_3$  = kostprijs variant 3

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

$V$  = aantal varianten in de multicriteria-analyse

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

De scores worden dan :

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

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

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

Indien een bepaalde variant omwille van bovenstaande berekeningswijze hoger scoort dan 9 of minder dan 1, dan rondt u deze scores af naar respectievelijk 9 en 1. U corrigeert de overige scores zodat de totaalscore ( $St$ ) gelijk is aan  $5 \times V$ .

#### 4.5.2 Maatschappelijke kosten als gevolg van de restverontreiniging

Restverontreiniging kan in de toekomst aanleiding geven tot extra kosten omwille van het beheer van deze verontreiniging. Denk bijvoorbeeld aan grondverzet of bemalingen in een verontreinigde zone.

U houdt rekening met:

- verontreiniging in het vaste deel van de aarde;
- verontreiniging in het grondwater.

Men kan dus een perfect bruikbaar terrein realiseren, maar toch kan de waarde van de restverontreiniging (maatschappelijke kost) zeer hoog blijven (bijvoorbeeld bij een isolatie). Deze maatschappelijke kosten kunnen in principe begroot worden op basis van de restverontreiniging.

Ook hier past u de evenredigheidsregel toe.

Tabel 9 geeft een overzicht met welke criteria u rekening houdt bij de berekening van de score voor 'Maatschappelijke kosten als gevolg van de restverontreiniging'.

	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
Restverontreiniging in vaste deel van de aarde	X (sub-score 1)	X (sub-score 1)	X (sub-score 1)
Restverontreiniging in grondwater	X (sub-score 2)	X (sub-score 2)	X (sub-score 2)
<b>TOTAAL</b>	<b>Gemiddelde (sub-score 1 t.e.m. 2)</b>	<b>Gemiddelde (sub-score 1 t.e.m. 2)</b>	<b>Gemiddelde (sub-score 1 t.e.m. 2)</b>

Tabel 9: Berekening totaalscore criterium "maatschappelijke kosten".

Indien er na sanering zowel verontreiniging in het vaste deel van de aarde als in het grondwater achter blijft, dan berekent u de gemiddelde score. Zo niet brengt u enkel het van toepassing zijnde medium in rekening.

U kan gemotiveerd de score van grond of grondwater zwaarder laten doorwegen als de restverontreiniging in een van beide aanzienlijk groter is dan in het andere medium.

##### Voor het vaste deel van de aarde:

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen :

- $R_a$  = hoeveelheid verontreinigde grond ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) die bij ontgraving moet worden afgevoerd en gereinigd of gestort wordt
- $R_h$  = hoeveelheid verontreinigde grond ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), die niet moet worden afgevoerd, maar die nog wel ter plaatse kan worden hergebruikt of voldoet aan de normen voor bouwstof.

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

RGx = restverontreiniging in de grond bij variant x

$$RG1 = 2Ra1(+ 3 \text{ m-mv}) + Rh1 (+ 3 \text{ m-mv}) + Ra1 (-3 \text{ m-mv}) + Rh1 (- 3 \text{ m-mv}) / 2$$

$$RG2 = 2Ra2(+ 3 \text{ m-mv}) + Rh2 (+ 3 \text{ m-mv}) + Ra2 (- 3 \text{ m-mv}) + Rh2 (- 3 \text{ m-mv}) / 2$$

$$RG3 = 2Ra3(+ 3 \text{ m-mv}) + Rh3 (+ 3 \text{ m-mv}) + Ra3 (- 3 \text{ m-mv}) + Rh3 (- 3 \text{ m-mv}) / 2$$

$$RGt = RG1 + RG2 + RG3$$

V = aantal varianten in de multicriteria-analyse

St = 5 x V = totaal aantal te verdelen scores

De scores worden dan :

$$F3,1g = St / (V-1) \times (RGt - RG1) / RGt$$

$$F3,2g = St / (V-1) \times (RGt - RG2) / RGt$$

$$F3,3g = St / (V-1) \times (RGt - RG3) / RGt$$

Indien een bepaalde variant omwille van bovenstaande berekeningswijze hoger scoort dan 9 of minder dan 1 rond u deze scores af naar respectievelijk 9 en 1 en corrigeert u de overige scores zodat de totaalscore (St) gelijk is aan 5 x V.

### Voor het grondwater

Indien verontreiniging achterblijft in het grondwater, berekent u de maatschappelijk kost door rekening te houden met:

- De hoeveelheid (kg of m<sup>3</sup>) verontreinigd grondwater die kan worden beïnvloed door een bemaling. We definiëren hierbij de laag tot 10 m-mv.
- Voor verontreiniging in het grondwater dieper dan 10 m-mv kijkt u na of deze verontreiniging zich in een winbare laag bevindt. U berekent het volume verontreinigd grondwater in deze winbare laag dieper dan 10 m-mv. Verontreiniging die zich dieper dan 10 m-mv bevindt in deze winbare lagen, mag op een mindere wijze worden doorgerekend gezien het minder waarschijnlijk is dat deze zal worden onttrokken bij een standaard bemaling . U mag dit volume door 2 delen.

Voor dit criterium wordt rekening gehouden met het volume grondwater met concentraties boven richtwaarde, gezien ook concentraties tussen richtwaarde en bodemsaneringsnorm kunnen leiden tot bijkomende maatregelen als er een bemaling of grondwaterwinning aanwezig is.

RW<sub>x</sub> = restverontreining grondwater bij variant x

RGw<sub>x</sub>(+ 10 m-mv) = volume verontreinigd grondwater tot 10 m-mv in variant x

RGw<sub>x</sub>(-10 m-mv) = volume verontreinigd grondwater dieper dan 10 m-mv in variant x

$RW1 = RGw1(+ 10 \text{ m-mv}) + RGw1 (- 10 \text{ m-mv}) / 2$

$RW2 = RGw2(+ 10 \text{ m-mv}) + RGw2 (- 10 \text{ m-mv}) / 2$

$RW3 = RGw3 (+ 10 \text{ m-mv}) + RGw3 (- 10 \text{ m-mv}) / 2$

$RWt = RW1 + RW2 + RW3$

V = aantal varianten in de multicriteria-analyse

St = 5 x V = totaal aantal te verdelen scores

De scores worden dan :

$F3,1w = St / (V-1) \times (RWt - RW1) / RWt$

$F3,2w = St / (V-1) \times (RWt - RW2) / RWt$

$F3,3w = St / (V-1) \times (RWt - RW3) / RWt$



## 5 TOELICHTING ESD

### 5.1 MATRIX BODEMSANERINGSTECHNIEKEN EN ESD

De mogelijke gevolgen van de verschillende bodemsaneringstechnieken voor de ecosysteemdiensten en -functies worden vertaald in een score en weergegeven in Tabel 10.

Per ESD wordt in hoofdstuk 5.2 omschreven wat de impact van de verschillende bodemsaneringstechnieken is op de ESD.

In hoofdstuk 5.3 wordt toegelicht hoe de standaardscore in de matrix werd bepaald.

Dit is een eenvoudige beoordelingsmethodiek die kan toegepast worden in kader van de opmaak van bodemsaneringsprojecten. Het is een sterke vereenvoudiging van het concept ecosysteemdiensten, met als doel het gebruik gemakkelijk te maken voor de EBSD en een basis mee te geven om bodemsaneringstechnieken onderling te kunnen vergelijken. Daarnaast creëert deze methodiek ook een bewustwording rond de effecten van de verschillende bodemsaneringstechnieken op het vermogen van de bodem om ecosysteemdiensten te leveren.

De mate van effect van een ingreep op de ESD wordt bepaald op basis van verschillende indicatoren:

- Het schaalniveau van de toestandsverandering hangt af van de diepte en oppervlakte van de saneringswerken, de mate van verontreiniging, grootte van de grondwateronttrekking, duur van de werken...
- Het regeneratievermogen van de toestand van de ESD om te herstellen na een menselijke activiteit.
- Duur van de ingrepen: tijdelijk (T)/ permanent (P).

De beoordeling van de specifieke impact op de ESD wordt gemaakt op basis van expertinschatting en wordt als volgt weergegeven:

9	zeer positieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD
7	positieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD
3	negatieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD
1	zeer negatieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD
5	geen of verwaarloosbare positieve en/of negatieve invloed van de activiteit op het in stand houden van de ESD

In onderstaande tabel wordt steeds verondersteld dat de vegetatie in het te saneren gebied gelijkwaardig is na de bodemsaneringswerken ten opzichte van de vegetatie die voor de werken aanwezig was.

Bodemsanerings-technieken	Ingrepen	Impact op ecosysteemdiensten (KT: korte termijn / LT: lange termijn)	GEVOLGEN VAN ECOSYSTEEMDIENSTEN									
			Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	Voorziening van mineralen	Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	Regulatie van de atmosfeer	Regulatie van het risico op grondverschuivingen	Regulatie van het risico op erosie	Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	Biodiversiteit	Belevingswaarde	Wetenschap en educatie
<b>Ontgraving, met aanvulling standaard grond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werfinrichting (T)</li> <li>– Uitgraven en externe afvoer (P)</li> <li>– Externe opslag van verontreinigde grond (T)</li> <li>– Aanvullen met minderwaardig bodemmateriaal (P)</li> <li>– Rooien van bomen/struiken (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>– Verstoring van de bodemsamenstelling (chemische toestandsverandering (LT)</li> <li>– Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (LT)</li> <li>– Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (LT)</li> </ul>	3	3	3	1	3	3	5	1	3	1
<b>Ontgraving, met aanvulling van kwaliteitsvolle grond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werfinrichting (T)</li> <li>– Uitgraven en externe afvoer (P)</li> <li>– Externe opslag van verontreinigde grond (T)</li> <li>– Aanvullen met kwaliteitsvol bodemmateriaal, dat bodemleven mogelijk maakt(P)</li> <li>– Rooien van bomen/struiken (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>– Verstoring van de bodemsamenstelling (chemische toestandsverandering (KT)</li> <li>– Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT)</li> <li>– Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT)</li> </ul>	7	3	5	5	3	3	5	3	3	1

<b>Ontgraving met bemaling, met aanvulling van minderwaardige grond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Uitgraven en externe afvoer (P)</li> <li>- Externe opslag van verontreinigde grond (T)</li> <li>- Aanvullen met minderwaardig bodemmateriaal (P)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken (P)</li> <li>- Installatie drainage of onttrekkingsfilters voor bemaling (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door drainage of onttrekkingsfilters (P)</li> <li>- Onttrekken van grondwater (T)</li> <li>- Grondwaterzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verstoring van de bodemsamenstelling (chemische toestandsverandering) (LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstroming en grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (LT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> </ul>	7	3	1	1	3	3	1	1	3	1
<b>Ontgraving met bemaling, met aanvulling van kwaliteitsvolle grond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Uitgraven en externe afvoer (P)</li> <li>- Externe opslag van verontreinigde grond (T)</li> <li>- Aanvullen met kwaliteitsvol bodemmateriaal, dat bodemleven mogelijk maakt (P)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken (P)</li> <li>- Installatie drainage of onttrekkingsfilters voor bemaling (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door drainage of onttrekkingsfilters (P)</li> <li>- Onttrekken van grondwater (T)</li> <li>- Grondwaterzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verstoring van de bodemsamenstelling (chemische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Verandering grondwaterstroming en grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> </ul>	7	3	3	5	3	3	1	3	3	1
<b>Pump and treat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van pompputten (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door pompputten (P)</li> <li>- Onttrekken van grondwater (T)</li> <li>- Grondwaterzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> <li>- Aanleg verharding op locatie van WZI (T)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken ter inplanting van de WZI (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstroming en grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT/LT)</li> </ul>	3	5	3	1	3	5	1	3	3	3

<b>Recirculatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van de pompputten (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door pompputten (P)</li> <li>- Onttrekken van grondwater (T)</li> <li>- Grondwaterzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> <li>- Aanleg verharding op locatie van WZI (T)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken ter inplanting van de grondwaterzuiveringsinstallatie (P)</li> <li>- Inbrengen van bodemvreemde stoffen (melasse, lactose, ...) (T)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstroming en grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> </ul>	7	5	5	3	3	5	3	3	3	3
<b>In situ chemische oxidatie of reductie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van injectieputten (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door injectieputten (P)</li> <li>- Injecteren van (grote) hoeveelheden water gemengd met oxidans/reductans (T)****</li> <li>- Inbrengen van bodemvreemde stoffen (T)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> <li>- Temperatuurverandering van de bodem (chemische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> </ul>	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3
<b>In situ gestimuleerde natuurlijke attenuatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van injectieputten (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door injectieputten (P)</li> <li>- Injecteren van (grote) hoeveelheden water gemengd met C-bron (T)****)</li> <li>- Inbrengen van bodemvreemde stoffen (melasse, lactose, ...) (T)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT/LT)</li> </ul>	7	5	9	3	5	5	5	3	3	5
<b>Reactieve wanden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Afgraven van grond (P)</li> <li>- Inbrengen van reactief materiaal (P)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Verstoring van de bodemsamenstelling (chemische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (LT)</li> </ul>	3	3	5	3	3	5	5	5	5	5

<b>Fytoremediatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voorzien van beplanting (P)</li> <li>- Drainage ter hoogte van wortelsysteem om extra nutriënten toe te voegen (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Verspreiding van invasieve soorten (biotische toestandsverandering)*** (LT)</li> <li>- Stimulans leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering)*** (LT)</li> <li>- Toename van habitat (biotische toestandsverandering)*** (LT)</li> </ul>	9	5	7	9	7	9	9	7	7	5
<b>Biosparging</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van luchtinjectiefilters en leidingen in sleuven (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname luchtinjectiefilters en leidingen in de sleuven (P)</li> <li>- Injectie van lucht onder beperkte druk (T)</li> <li>- Aanleg verharding op locatie van compressor (T)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstroming en grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> <li>- Temperatuurverandering van de bodem (chemische toestandsverandering) (KT)</li> </ul>	7	5	3	3	3	5	5	3	3	3
<b>Bodemluchtextractie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van bodemluchtextractiefilters en leidingen in sleuven (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname bodemluchtextractiefilters en leidingen in de sleuven (P)</li> <li>- Aanleg verharding op locatie van bodemluchtzuiveringsinstallatie (T)</li> <li>- Extractie van bodemlucht (T)</li> <li>- Bodemluchtzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken ter inplanting van de zuiveringsinstallatie (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> </ul>	7	5	3	3	3	5	5	3	3	3

<p><b>Persluchtinjectie in combinatie met bodemluchtextractie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van bodemluchtextractiefilters, persluchtinjectiefilters en leidingen in sleuven (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door bodemluchtextractiefilters, persluchtinjectiefilters en leidingen in de sleuven (P)</li> <li>- Aanleg verharding op locatie van bodemluchtzuiveringsinstallatie en compressor (T)</li> <li>- Injectie van lucht onder druk (T)</li> <li>- Extractie van bodemlucht (T)</li> <li>- Bodemluchtzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken ter inplanting van de zuiveringsinstallatie (T/P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> </ul>	7	5	3	3	3	5	5	3	3	3
<p><b>Meerfasenextractie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Installatie van meerfasenextractiefilters en leidingen in sleuven (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door meerfasenextractiefilters en leidingen in de sleuven (P)</li> <li>- Aanleg verharding op locatie van zuiveringsinstallaties (T)</li> <li>- Bodemluchtzuiveringsinstallatie en waterzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> <li>- Extractie van bodemlucht, grondwater en drijfslag (T)</li> <li>- Opvang van puur product (olie / waterafscheider) (T)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken ter inplanting van de zuiveringsinstallaties (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> </ul>	7	5	3	3	3	5	1	3	3	3

<b>Hoogthermische technieken in combinatie met bodemluchtexttractie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Opwarming van de ondergrond (T)</li> <li>- Installatie van thermische sondes en bodemluchtexttractiefilters (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door thermische sondes en bodemluchtexttractiefilters (T)</li> <li>- Aanleg verharding op locatie van bodemluchtzuiveringsinstallatie (T)</li> <li>- Bodemluchtzuiveringsinstallatie op de site (T)</li> <li>- Extractie van bodemlucht (T)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken ter inplanting van de zuiveringsinstallatie (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (LT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (LT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> <li>- Temperatuurverandering van de bodem (LT)</li> </ul>	1	3	1	1	3	5	5	1	1	1
<b>Laagthermische technieken (opwarming van 5-10°)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (T)</li> <li>- Opwarming van de ondergrond (T)</li> <li>- Installatie van thermische sondes en bodemluchtexttractiefilters (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door thermische sondes (T)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Stimulatie leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (KT)</li> <li>- Temperatuurverandering van de bodem (LT)</li> </ul>	3	5	3	3	3	5	5	3	3	3
<b>Hydrogeologische isolatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werfinrichting (P)</li> <li>- Installatie van pompputten (T)</li> <li>- Ondergrondse ruimte-inname door pompputten (P)</li> <li>- Onttrekken van grondwater (P)</li> <li>- Aanleg verharding van oppervlakte ter inplanting van de zuiveringsinstallatie (P)</li> <li>- Grondwaterzuiveringsinstallatie op de site (P)</li> <li>- Rooien van bomen/struiken ter inplanting van de grondwaterzuiveringsinstallatie (P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)**</li> <li>- Risico op calamiteiten (chemische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Verandering grondwaterstroming en grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (LT)</li> <li>- Aantasting leefomgeving bodemleven (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Habitatverlies (biotische toestandsverandering) (KT/LT)</li> <li>- Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (LT)</li> </ul>	3	5	1	1	3	5	1	1	1	3

<b>Civieltechnische isolatie</b>	– Werfinrichting (T)	– Verdichting (verstoring bodemopbouw) (LT)** – Verstoring van de bodemsamenstelling (chemische toestandsverandering) (LT) – Verandering grondwaterstroming en grondwaterstand (hydrologische toestandsverandering) (LT) – Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (LT)	1	5	1	1	7	5	1	1	1	5
	– Aanleg van verharding om infiltratie van hemelwater tegen te gaan (P)											
<b>Natuurlijke attenuatie monitoring</b>	– Installatie van ondergrondse cement-bentonietwanden (T)	– Afname beschikbare hoeveelheid ruimte (LT)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	– Ondergrondse ruimte-inname van cement-bentonietwanden (P)											
	– Installatie van peilbuizen in ondergrond (T)											
	– Ondergrondse ruimte-inname van peilbuizen (P)											

Tabel 10: Matrix bodemsaneringstechnieken en ESD (beoordeling volgens expertinschatting)

\* negatief indien opgepompt grondwater niet nuttig wordt aangewend

\*\* afhankelijk van de gebruikte landbouwtechnieken en -machines

\*\*\* positief effect mogelijk afhankelijk van de gekozen gewassen (monocultuur via klassieke landbouw draagt nauwelijks bij aan de bescherming van habitats en de genenpoelen)

\*\*\*\* indien infiltratie van grijs water, kan een positiever effect bekomen worde. Hierbij dient steeds te worden nagegaan of het gebruik van grijs water wenselijk is rekening houden met de bestemming. Ter hoogte van ene landbouwzone of moestuin, is dit bvb. mogelijk niet aangewezen.



## 5.2 TOELICHTING IMPACT EN GEVOLGEN VAN BODEMSANERINGSTECHNIEKEN VOOR LEVERING VAN ESD

### 5.2.1 Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)

De impact op deze ESD wordt vooral bepaald door het bovengrondse gebruik van de bodem tijdens en na afloop van de saneringstechniek. Indien bovengrondse verharding wordt aangebracht, is teelt van gewassen of dieren die gebruik maken van de bodem (tijdelijk) onmogelijk. Wanneer voor de saneringswerken slechts beperkt bovengrondse constructies worden opgezet, en indien de kwaliteit van bodem en water een verwaarloosbare impact heeft op de bovengrondse gewassen en dieren die geteeld worden, kan de impact op deze ESD beperkt blijven. De impact op de teelt van gewassen en dieren die gebruik maken van de bodem kan ook verbeterd worden door bijvoorbeeld na uitvoering van de sanering minder verharding te voorzien dan oorspronkelijk aanwezig was.

De duur van de saneringstechniek (permanent of tijdelijke constructies) is ook van belang.

Voor de sanering van industrieterreinen is deze ESD minder relevant, gezien de voorziening van voeding, materialen en energie door teelt van dieren en gewassen die gebruik maken van de bodem meestal geen vooropgestelde doelstelling is voor deze bestemmingen. Op industrieterrein uit deze ESD zich eerder onder vorm van de mogelijkheid om bv. bessenstruiken te planten ter recreatie van de werknemers. In dit geval hangt deze ESD sterk samen met de ESD "Belevingswaarde" (zie verder), waar wel grote meerwaarde voor werknemers kan worden gecreëerd. De voorziening van houtproductie in bufferstroken op industrieterreinen kan wel een financiële meerwaarde leveren voor de terreinbeheerder (of de bedrijven).

De impact op deze ESD is na de saneringswerken verwaarloosbaar wanneer gekeken wordt naar de teelt van gewassen en dieren die geen gebruik maken van de bodem die aanwezig is op de site (vb. algenkweek, serreteelt, verticale boerderijen, veeteeltbedrijven zonder vrije uitloop...).

### 5.2.2 Voorziening van mineralen

Voor de ESD "Voorziening van mineralen" wordt een negatieve impact bekomen wanneer de totale voorraad van mineralen vermindert door het uitgraven van deze materialen. De mate van het effect is afhankelijk van de bodemsamenstelling en de aanwezige mineralen voor sanering. Als randbemerking is het van belang dat bij het selectief afgraven van de verschillende grondlagen en delfstoffen, de natuurlijke rijkdommen wel benut kunnen worden.

Hoewel er een zeer negatieve impact is op de voorraad aan ESD, dient de kanttekening gemaakt te worden dat er wel een voordeel is voor de mens, aangezien de opgegraven delfstoffen nuttig gebruikt kunnen worden.

Bovendien hoeft bij nuttig gebruik dan minder materiaal uit de gebruikelijke groeves of exploitaties gewonnen te worden. Ook gebeurt de ontgraving vaak in antropogene/verstoorde gronden en niet altijd in natuurlijke bodems (afhankelijk van de diepte van de ontgraving). De negatieve impact op de voorraad is bijgevolg relatief.

### 5.2.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit

Bepaalde bodemsaneringstechnieken kunnen tot een opwarming van de bodem leiden en kunnen het vochtgehalte van de bodem (tijdelijk) negatief beïnvloeden. Wijzigingen in temperatuur en vochtgehalte van de bodem kunnen een significante invloed hebben op het bodemleven. Indien er wijzigingen plaatsvinden in het functioneren van of in de samenstelling van het bodemleven kan zich dit vertalen in een invloed op de processen en het functioneren van het ecosysteem en de erbij horende ESD.

Voor technieken waarbij in de bodem (bodenvreemde) stoffen worden geïnjecteerd, kan de injectie een impact hebben op het vermogen van de bodem om de bodem- en waterkwaliteit te regelen. In geval van chemische oxidatie (toevoegen van oxidantia) kan de biologische toestand van de bodem tijdelijk verstoord zijn, ook na afloop van de techniek. Wanneer water gemengd met C-bron wordt geïnjecteerd, wordt de bodem dan weer eerder verrijkt en kan dit in een positief effect resulteren.

Technieken zoals de hoogthermische technieken en de hydrogeologische en civieltechnische isolatie hebben een zeer negatieve impact op deze ESD, aangezien dit zeer intensieve technieken zijn die het goed functioneren van de bodem onmogelijk maken.

Fytoremediatie zorgt over het algemeen voor een goede werking van het bodemsysteem, aangezien de groenvoorziening voor koolstofvastlegging zorgt, en ook hemelwaterinfiltratie mogelijk blijft. Hier wordt een zeer positieve impact bekomen.

### 5.2.4 Regulatie van de atmosfeer

In een verharde (stedelijke) omgeving loopt de omgevingstemperatuur snel meer dan vijf graden op boven de temperatuur van buiten de verharde omgeving. Dit valt te verklaren door het ontbreken of beperkt aanwezig zijn van de temperatuurmitigatie die open, groene ruimte biedt. Bodem en vegetatie kunnen een aanzienlijk belang hebben in de regulatie van het bovengrondse stedelijk klimaat, dit door de warmte-bufferende capaciteit van de bodem en ondergrond (die samengaat met de hydrologische kenmerken van bodem en ondergrond).

- Saneringstechnieken waarbij verharding van het bodemoppervlak wordt voorzien, hebben een negatieve impact op het vermogen om de omgevingstemperatuur te reguleren, en dus een negatieve impact op deze ESD.. Voor de overige technieken wordt geadviseerd om verharding zoveel mogelijk te beperken en/of te ontharden zodra de saneringswerken afgerond zijn.

- Daar bovenop speelt ook koolstofvastlegging een rol bij de regeling van de atmosfeer. Wanneer groenvoorziening aanwezig is, wordt CO<sub>2</sub> opgenomen door de vegetatie, en omgezet in koolstof die wordt opgeslagen in de bodem. Op deze manier draagt de vegetatie bij aan de reductie van koolstof in de atmosfeer, en dus aan een regulatie van het klimaat. Technieken waarbij vegetatie aangeplant wordt, hebben dus een positieve impact op de regulatie van de atmosfeer.
- Technieken waarbij vegetatie verwijderd wordt en waarbij herstel in oorspronkelijke staat niet mogelijk is (bv. bij de aanleg van reactieve wanden in groene bufferstroken), of technieken met bemalingen waarbij door wijziging van de hydrologische toestand een negatieve impact kan optreden op nabijgelegen vegetatie (vb. grondwatertafeldaling in omliggende natuurgebieden), kunnen een negatieve impact hebben op de regulatie van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem, en bijgevolg dus een negatieve impact hebben op de regulatie van de atmosfeer.
- Als de bodem- en waterkwaliteit zodanig aangetast worden dat toekomstige vegetatie niet of moeilijk kan, wordt een zeer negatief effect bekomen op deze ESD.

### 5.2.5 Regulatie van het risico op grondverschuivingen

Saneringswerken hebben vooral een impact op het risico op grondverschuivingen wanneer volgende technieken worden gebruikt:

- technieken die een over- of onderdruk veroorzaken op het ondergronds systeem;
- technieken waarbij water onttrokken wordt uit het ondergronds systeem;
- technieken waarbij de bodem verwarmd wordt tot hoge temperaturen.

Bij deze technieken wordt steeds een negatieve impact verwacht op het vermogen van de bodem om het risico op grondverschuivingen te reguleren:

- door het aanbrengen van verharde structuren, kan het risico op grondverschuivingen worden gereduceerd. Bij civieltechnische isolatie is er dus een positief effect op deze ESD;
- ook het aanbrengen van bepaalde planten kan grondverschuiving tegengaan, bv. planten met sterke wortelvorming. Bij fyto-remediatie kan er dus een positief effect op deze ESD zijn bij een goede plantkeuze.

### 5.2.6 Regulatie van het risico op erosie

Saneringswerken waarbij bovengrondse verharding of beplanting wordt voorzien, beperken het risico op erosie, en zorgen dus voor een zeer positief effect op deze ESD. Hierin geldt de belangrijke kanttekening dat verharding op de locatie het risico op erosie wegneemt, maar wel het risico op erosie in de omliggende gebieden kan vergroten door de beperkte mogelijkheid voor hemelwater om te infiltreren in de bodem.

- Bij ontgraving hangt het risico op erosie af van de bodembedekking die voorzien wordt na de werken. Net aangevoerde bodem is meer kwetsbaar voor erosie, wat een negatief effect op deze ESD met zich meebrengt.

- Saneringswerken waarbij de ingrepen voornamelijk ondergronds plaatsvinden, hebben geen invloed op de regulatie van het risico op erosie.
- Indien verdichting van de bodem optreedt tijdens de saneringswerken, wordt steeds een negatief effect bekomen op de ESD “regulatie van het risico op erosie”.

### 5.2.7 Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop

- De regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop ondervindt een negatieve tot zeer negatieve impact door technieken waarbij veel water wordt opgepompt. Indien het water gerecirculeerd wordt, kan het effect enigszins gemilderd worden tot een negatief effect.
- De impact van de saneringstechniek is verder ook afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, het bodemtype, en de infiltratiegevoeligheid van de bodem. Door extra aandacht te besteden aan het behoud van een goede bodemstructuur, bijvoorbeeld bij aanvoer van de nieuwe bodem na ontgraving, of door verdichting te vermijden, kan de impact gemilderd worden.
- Bij sommige technieken wordt water (met een bodemvreemde of natuurlijk stof) ingebracht in de bodem. Indien dit water ergens onttrokken wordt uit het systeem, kan verondersteld worden dat, bij het onttrekken van geen al te grote hoeveelheden, hier een verwaarloosbare impact wordt bekomen op de watertafel. Tijdens het injecteren ontstaat lokaal ook een verhoogde grondwatertafel.
- Technieken waarbij een grote hoeveelheid verharding wordt aangelegd, zoals bij de civieltechnische isolatie, hebben een zeer negatieve invloed op de heraanvulling van de grondwatertafel aangezien infiltratie van hemelwater niet meer mogelijk is. Om infiltratie van hemelwater te garanderen, dient aandacht besteed te worden aan milderende maatregelen om verdichting van de bodem te vermijden.
- Het voorzien van bovengrondse beplanting, zorgt in de meeste gevallen voor een verbetering van het infiltrerend vermogen van de bodem. Bijgevolg wordt hier een zeer positief effect bekomen.

### 5.2.8 Biodiversiteit (incl. bodembiodiversiteit, bestuiving, zaadverspreiding, instandhouding van populaties en habitats...)

Het vermogen van de bodem om de levenscyclus en bescherming van habitats en genenpoelen te onderhouden, hangt vooral af van de aanwezigheid van belangrijke natuurwaarden op en in de bodem van de site bij aanvang van de saneringswerken, en het vermogen van de bodem om deze natuurwaarden te onderhouden.

- De saneringstechnieken hebben een verwaarloosbare impact op deze ESD wanneer de bovengrondse natuurwaarde kan behouden worden en wanneer de bodembiodiversiteit beschermd wordt, of zelfs een positieve impact indien er nieuwe natuurwaarden gecreëerd worden of het functioneren van het ecosysteem wordt verbeterd.

- Wanneer de bestaande natuurwaarden en het bodemleven een impact ondervinden door een wijziging van de bodemsamenstelling, -kwaliteit of -vochtgehalte, of nieuwe natuurcreatie bemoeilijkt wordt na de saneringswerken, wordt een negatieve tot zeer negatieve impact bekomen op de biodiversiteit.

### 5.2.9 Belevingswaarde (incl. bijdrage aan gezondheid, groene recreatie, ecotoerisme, symbolische waarde, moraal welzijn...)

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

- De saneringstechnieken hebben een verwaarloosbare impact op deze ESD wanneer de bovengrondse belevingswaarde ten gevolge van natuur kan behouden worden, of zelfs een positieve impact indien er nieuwe natuurwaarden of recreatieve functies gecreëerd worden.
- Wanneer de bestaande natuurwaarden een impact ondervinden door een wijziging van de bodemsamenstelling, -kwaliteit of -vochtgehalte, of nieuwe natuurcreatie bemoeilijkt wordt na de saneringswerken, wordt een negatieve tot zeer negatieve impact bekomen.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosystemedienst, en dus hoeveel te groter het effect.

### 5.2.10 Wetenschap en educatie (incl. N2000, natuurlijk en cultureel erfgoed, archeologie...)

- Bodemsaneringswerken waarbij ontgravingen gebeuren of waarbij de chemische en fysische toestand van de bodem sterk wordt aangetast (vb. trillingen, wijziging vochtgehalte...) hebben een negatieve invloed op de ESD "Wetenschap en educatie". Deze ingrepen houden namelijk risico's in ter verstoring van het archeologisch en bodemkundig erfgoed.
- Ook bodemsaneringstechnieken waarbij bodemvreemde stoffen of zuurstof in de ondergrond geïnjecteerd worden, of waar grote hoeveelheden aan grondwater onttrokken worden, of de bodem opgewarmd wordt, kunnen een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren..

Momenteel worden er in Vlaanderen reeds maatregelen genomen om de impact op deze ESD te beperken, m.n. via de verplichting voor het opstellen van een archeologienota.

### 5.3 KWALITEIT VAN DE AANVULGROND EN VERDICHTING

De kwaliteit van de aanvulgrond speelt een belangrijke rol bij het bepalen van de scores voor saneringstechnieken waarbij grond wordt ontgraven.

Er is sprake van kwaliteitsvolle aanvulgrond wanneer deze bodem in staat stelt om de ecosysteemdiensten van het gewenste of voorziene bodemgebruik ter plaatse naar behoren te leveren. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de van nature aanwezige bodemtextuur en structuur, alsook met het voorziene terreingebruik:

- Indien bijvoorbeeld een verontreinigde kleilaag wordt ontgraven, kan de hydrogeologische toestand wijzigen indien de ontgravingsput wordt aangevuld met zandige grond.
- In zones waar beplanting of het verbouwen van gewassen wordt voorzien is een andere kwaliteit aangewezen dan onder een verharde zone. Zowel de fysische als chemische kwaliteit van de grond in deze zones zal immers de groei en ontwikkeling van de planten bepalen. Hierbij dient bijgevolg niet enkel gekeken te worden naar de milieuhygiënische code van de aanvulgrond maar ook naar de bodemtextuur en structuur
- Ook het type gewas/bepanting dat wordt voorzien is van belang voor het bepalen van de aanvulgrond. Diep wortelende planten zullen een diepere laag kwalitatieve grond nodig hebben en zullen bepaalde plantensoorten een voorkeur hebben voor een zekere pH range of organisch stof gehalte.

Daarnaast speelt ook de verdichting van de grond vaak een belangrijk rol in het vermogen van de bodem om ecosysteemdiensten te leveren. De mate van verdichting beïnvloedt de waterhuishouding, verluchting en beworteling van planten. Verdichting verhindert een goede afvoer van water naar de diepere grondlagen in natte periodes en veroorzaakt op deze manier erosie en draagt bij aan overstromingen.

U overweegt steeds of, en zo ja, in welke zones verdichting noodzakelijk is.

Voor meer informatie over het bepalen van de kwaliteit van teelaarde en manieren om verdichting te vermijden wordt verwezen naar de factsheets “teelaarde voor groenvoorzieningen” en “bodemverdichting” (<https://www.grondbank.be/nl/bodemzorg/themas/>).

### 5.4 TOELICHTING IMPACT OP ESD PER TECHNIEK

In onderstaande paragrafen wordt per saneringstechniek die opgenomen is in de matrix toegelicht hoe de standaardscores werden bepaald.

Het is belangrijk om de impact en afhankelijkheid van ESD niet voor één ESD geïsoleerd te bekijken, maar dit steeds te evalueren met een ruimere bril waarbij de relatie tot andere ESD tevens beschouwd wordt.

## 5.4.1 Ontgraving, met of zonder bemaling

### 5.4.1.1 Voorziening van voeding, materialen en energie

Ontgraving voert men uit op relatief korte termijn. De bodem is snel weer beschikbaar voor de teelt van gewassen en dieren. De impact van ontgraving op deze ESD kan positief zijn, op voorwaarde dat:

- Men, waar relevant, bij aanleg van de nieuwe bodem zorgt voor een goede bodemstructuur, en hier verdichting vermijdt, zodat de bodem, waar relevant, optimaal gewassen kan produceren.
- De mate van verdichting hangt af van de herinrichting/stabiliteit:
  - in geval van groenzone kan dit door te werken met rijplaten;
  - in geval van bouwzone/verharding is stabiel-technisch verdichting noodzakelijk (in dit geval zal deze ecosysteemdienst minder van belang zijn).
  - Vaak wordt standaard voor de hele ontgraving eenzelfde verdichting gehanteerd (plaatproeven etc. cf. bestek 250 van wegenwerken),
  - het negatief effect op de ESD kan gemilderd worden door kritisch te evalueren of deze verdichting overal noodzakelijk is.
- De kwaliteit van de aanvulgrond dient steeds te worden afgestemd op het bodemtype en voorziene gebruik na sanering, zowel in industriegebieden, woonzones, landbouwgebieden en natuurgebieden. Ook het type natuur en vegetatie die worden voorzien na sanering is hierbij van belang gezien de bodemvereisten sterk kunnen verschillen.
- Ontgraving in combinatie met bemaling veroorzaakt een hydrologische toestandsverandering. Dit kan een negatieve impact hebben op de waterbeschikbaarheid voor de teelt van gewassen of voor drinkwatervoorziening. De impact hiervan is afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, het bodemtype, en de infiltratiegevoeligheid van de bodem.
- Door extra aandacht te besteden aan het behoud van een goede bodemstructuur en kwaliteit van de aanvoergrond bij aanvoer van de nieuwe bodem of door het opgepompte grondwater te herinfiltreren, kan de negatieve impact gemilderd worden. Met name op terreinen waar voedsel wordt geproduceerd is ook de kwaliteit van het geïnfiltreerde water van belang met oog op de voedselveiligheid.
- Indien de impact op de watertafel beperkt blijft (in tijd) en, waar relevant, kwaliteitsvolle aanvoergrond wordt gebruikt, kan toch nog een positief effect bekomen worden aangezien de bodem relatief snel beschikbaar kan worden gesteld voor de teelt van gewassen en dieren door het beter functionerend ecosysteem na sanering.
- **Standaard wordt score 3 toegekend.** Indien rekening wordt gehouden met kwaliteitsvolle aanvulgrond of herinfiltratie, in zones waar dit relevant is, kan de score worden bijgesteld naar 5 of 7.

#### **5.4.1.2 Voorziening van mineralen**

De totale voorraad van mineralen vermindert door het uitgraven van gronden. Globaal gesteld is er een negatieve impact op deze ESD.

- De mate van het effect is afhankelijk van de bodemsamenstelling en de aanwezige mineralen voor sanering.
- Bij het selectief afgraven van de verschillende grondlagen en delfstoffen, kunnen de natuurlijke rijkdommen wel benut worden. Hoewel er een zeer negatieve impact is op de voorraad aan ESD, kan er wel een voordeel zijn voor de mens, aangezien de opgegraven delfstoffen, eventueel na reiniging, nuttig gebruikt kunnen worden.
- Bovendien hoeft bij nuttig gebruik dan minder materiaal uit de gebruikelijke groeves of exploitaties gewonnen te worden. Ook gebeurt de ontgraving vaak in antropogene/verstoorde gronden en niet altijd in natuurlijke bodems (afhankelijk van de diepte van de ontgraving).
- De negatieve impact op de voorraad is bijgevolg relatief. Voor ontgravingen wordt daarom standaard een score 3 toegekend. Indien de ontgraven gronden nuttig kunnen worden toegepast, kan deze score worden verhoogd.

#### **5.4.1.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit**

- Het vermogen van de bodem om zijn kwaliteit te reguleren zal na ontgraving voornamelijk afhankelijk zijn van de kwaliteit van de mate van verharding en verdichting en de kwaliteit van de gebruikte aanvulgrond.
- Ontgraving in combinatie met bemaling veroorzaakt een hydrologische toestandsverandering. Dit kan een negatieve impact hebben op het vermogen om de bodem en waterkwaliteit te regelen. De impact hiervan is afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, het bodemtype, en de infiltratiegevoeligheid van de bodem.
- Standaard wordt een score 3 toegekend.
- Indien bemaald wordt, zonder milderende maatregelen en/of men in begroeide zones geen rekening houdt met de kwaliteit van de aanvulgrond wordt dit bijgesteld naar score 1
- Indien waar relevant kwaliteitsvolle grond wordt gebruikt en indien er geen bemaling noodzakelijk is, kan de score worden bijgesteld naar 5.

#### **5.4.1.4 Regulatie van de atmosfeer**

- Verharding van het terrein na ontgraving en aanvulling, heeft een negatieve impact op het vermogen van de bodem om de omgevingstemperatuur te reguleren. Het (waar mogelijk) beperken van verharde zones bij heraanleg van een terrein na sanering, heeft een positief effect op deze ecosysteemdienst.
- Technieken met bemalingen waarbij door wijziging van de hydrologische toestand een negatieve impact kan optreden op nabijgelegen vegetatie (vb. grondwatertafeldaling in omliggende gebieden), kunnen een negatieve impact hebben op de regulatie van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem, en bijgevolg dus een negatieve impact hebben op de regulatie van de atmosfeer.
- Standaard wordt score 1 toegekend. Dit effect kan gemilderd worden door:
  - Bij bemaling: het grondwater na zuivering te herinfiltreren. De score kan dan naar boven worden bijgesteld.
  - De kwaliteit van de aanvulgrond in zones met vegetatie. Afhankelijk hiervan kan de score naar boven worden bijgesteld.



#### **5.4.1.5 Risico op grondverschuivingen**

Ontgravingen en bemalingen hebben een negatief effect op het risico op grondverschuivingen. Standaard wordt een score 3 toegekend.

#### **5.4.1.6 Regulatie van het risico op erosie**

- Bij ontgraving hangt het risico op erosie af van de bodembedekking die voorzien wordt na de werken. Net aangevoerde bodem is meer kwetsbaar voor erosie, wat een negatief effect op deze ESD met zich meebrengt.
- Indien verdichting van de bodem optreedt tijdens de saneringswerken, wordt ook steeds een negatief effect bekomen op deze ESD.
- Standaard wordt score 3 toegekend, indien beplanting wordt voorzien kan dit naar boven worden bijgesteld.

#### **5.4.1.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

- De impact op deze ESD is afhankelijk van de mate van verharding die wordt voorzien na uitvoering van sanering en de omvang van een eventuele bemaling.
- Ontgravingen zonder bemaling krijgen standaard een score 5, ontgravingen met bemaling een score 1.
- De impact is verder ook afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, het bodemtype, en de infiltratiegevoeligheid van de bodem.
- Bovengrondse beplanting verbetert meestal het infiltrerend vermogen van de bodem.
- Door extra aandacht te besteden aan het behoud van een goede bodemstructuur en kwaliteit van de aanvoergrond bij aanvoer van de nieuwe bodem, door verharding en verdichting waar mogelijk te vermijden, beplanting te voorzien of door het opgepompte grondwater te herinfiltreren/recirculeren, kan de negatieve impact gemilderd worden en de score naar boven worden bijgesteld.

#### **5.4.1.8 Biodiversiteit**

Deze saneringstechniek heeft een negatief effect als de bovengrondse natuurwaarde door de ontgraving wordt verwijderd. Indien geen rekening wordt gehouden met de kwaliteit van de aanvoergrond wordt standaard een score 1 toegekend. Indien in relevante zones kwaliteitsvolle grond wordt voorzien en beplanting kan de score naar boven worden bijgesteld.

#### **5.4.1.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens. Standaard wordt voor ontgravingen score 3 toegekend. Indien na ontgraving nieuwe natuurwaarden of recreatieve functies gecreëerd worden, kan de score worden verhoogd.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosystemedienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### **5.4.1.10 Wetenschap en educatie**

Ontgravingen hebben een negatieve invloed op de ESD “Wetenschap en educatie”. Deze ingrepen houden namelijk risico’s in ter versterking van het archeologisch en bodemkundig erfgoed (**score 1**).

Ook waar grote hoeveelheden aan grondwater onttrokken worden, kan er een impact zijn op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren.

Momenteel worden er in Vlaanderen reeds maatregelen genomen om de impact op deze ESD te beperken, m.n. via de verplichting voor het opstellen van een archeologienota. Indien uit een archeologie nota blijkt dat er geen versterking van archeologisch en bodemkundig erfgoed wordt verwacht, kan de score naar boven worden bijgesteld.

### **5.4.2 Pump and treat**

#### **5.4.2.1 Voorziening van voeding, materialen en energie**

De impact is afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem. Door onttrekking van het grondwater, kan de grondwaterbeschikbaarheid een negatieve impact ondervinden, waardoor het gebied (tijdelijk) onbruikbaar wordt voor teelt van gewassen en dieren of als drinkwatervoorziening. Standaard wordt een score 3 toegekend.

Na afloop van de werken kan, afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, een positief effect bekomen worden aangezien de bodem opnieuw beschikbaar kan worden gesteld voor de teelt van gewassen en dieren. Indien aanzienlijke vuilvracht werd verwijderd, kan de bodem beter in staat zijn deze dienst te leveren dan voor sanering. Afhankelijk van deze overwegingen kan de score worden bijgesteld naar 5 of 7.

#### **5.4.2.2 Voorziening van mineralen**

Er is geen of verwaarloosbare impact om deze ESD. Score 5 wordt toegekend.

#### **5.4.2.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit**

Het oppompen van grondwater veroorzaakt een hydrologische toestandsverandering. Dit kan een negatieve impact hebben op het vermogen om de bodem en waterkwaliteit te regelen. De impact hiervan is afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, het bodemtype, en de infiltratiegevoeligheid van de bodem. Standaard wordt een score 3 toegekend.

#### **5.4.2.4 Regulatie van de atmosfeer**

Het oppompen van grondwater gedurende langere tijd, met bijhorende wijziging van de hydrologische toestand kan een negatieve impact hebben op nabijgelegen vegetatie (vb. grondwatertafeldaling in omliggende natuurgebieden). Dit kan een negatieve impact hebben op de regulatie van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem, en bijgevolg dus een negatieve impact hebben op de regulatie van de atmosfeer. Standaard wordt score 1 wordt toekend.

Indien weinig of geen impact op nabijgelegen vegetatie wordt verwacht, kan de score bijgesteld worden naar 3.

#### **5.4.2.5 Risico op grondverschuivingen**

Het onttrekken van grondwater heeft steeds een negatieve impact op het vermogen van de bodem om het risico op grondverschuivingen te reguleren. Standaard wordt score 3 toegekend.

#### **5.4.2.6 Regulatie van het risico op erosie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht. Score 5 wordt toegekend.

#### **5.4.2.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

Deze ESD ondervindt een negatieve tot zeer negatieve impact door technieken waarbij veel water wordt opgepompt (score 1). Indien het water gerecirculeerd wordt, kan het effect enigszins gemilderd worden tot een negatief effect (score 3).

#### **5.4.2.8 Biodiversiteit**

Gezien het oppompen van grondwater het vochtgehalte kan beïnvloeden en dus ook het bodemleven en de vegetatie wordt vanuit een conservatieve benadering een standaard een score 3 toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarde en het bodemleven kan deze score worden bijgesteld naar 5.

#### **5.4.2.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

Gezien het oppompen van grondwater het vochtgehalte kan beïnvloeden en hierdoor ook de vegetatie wordt vanuit een conservatieve benadering een standaard een score 3 toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarden en het bodemleven, kan deze score worden bijgesteld naar 5.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosysteemdienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### **5.4.2.10 Wetenschap en educatie**

Het onttrekken van grondwater kan een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren (score 3).

Momenteel worden er in Vlaanderen reeds maatregelen genomen om de impact op deze ESD te beperken, m.n. via de verplichting voor het opstellen van een archeologienota. Indien uit een archeologie nota blijkt dat er geen verstoring van archeologisch en bodemkundig erfgoed wordt verwacht kan de score naar boven worden bijgesteld.

### **5.4.3 Recirculatie**

#### **5.4.3.1 Voorziening van voeding, materialen en energie**

Bij recirculatie van het opgepompte grondwater, kan de grondwaterstromingsrichting lokaal gewijzigd worden, maar blijft de grondwatertafel stabiel, waardoor het gebied bruikbaar blijft voor teelt van gewassen en dieren en als drinkwatervoorziening. Er is dus slechts een beperkte impact op het hydrologisch systeem en op de ESD. Gezien er wel actief vuilvrucht wordt verwijderd, zal de bodem beter in staat zijn om deze ecosystemedienst te leveren. **Standaard wordt een score 7 toegekend.**

#### **5.4.3.2 Voorziening van mineralen**

Er is geen of verwaarloosbare impact op deze ESD. Score 5 wordt toegekend.

#### **5.4.3.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht. Score 5 wordt toegekend.

#### **5.4.3.4 Regulatie van de atmosfeer**

Recirculatie kan de grondwaterstromingsrichting wijzigen, waardoor een negatieve impact kan optreden op nabijgelegen vegetatie (vb. grondwatertafeldaling in omliggende natuurgebieden), kan een negatieve impact hebben op de regulatie van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem, en kan bijgevolg dus een negatieve impact hebben op de regulatie van de atmosfeer. Standaard wordt score 3 wordt toegekend.

#### **5.4.3.5 Regulatie van het risico op grondverschuivingen**

Technieken die een over – of onderdruk veroorzaken op het ondergronds systeem en waarbij water wordt onttrokken, hebben een negatieve impact op deze ESD. **(score 3)**

#### **5.4.3.6 Regulatie van het risico op erosie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht **(score 5)**.

#### **5.4.3.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

Deze ESD ondervindt een negatieve tot zeer negatieve impact door technieken waarbij veel water wordt opgepompt. Indien het water gerecirculeerd wordt, kan het effect enigszins gemilderd worden tot een negatief effect **(score 3)**.

#### 5.4.3.8 Biodiversiteit

Gezien het oppompen van grondwater het vochtgehalte kan beïnvloeden en dus ook het bodemleven en de vegetatie, wordt vanuit een conservatieve benadering een standaard een score 3 toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarde en het bodemleven, kan deze score worden bijgesteld naar 5.

#### 5.4.3.9 Belevingswaarde

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

Gezien het oppompen van grondwater het vochtgehalte kan beïnvloeden en hierdoor ook de vegetatie, wordt vanuit een conservatieve benadering een standaard een **score 3** toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarden en het bodemleven kan deze score worden bijgesteld naar 5.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosystemedienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### 5.4.3.10 Wetenschap en educatie

Het onttrekken van grondwater kan een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren (**score 3**).

Momenteel worden er in Vlaanderen reeds maatregelen genomen om de impact op deze ESD te beperken, m.n. via de verplichting voor het opstellen van een archeologienota. Indien uit een archeologie nota blijkt dat er geen verstoring van archeologisch en bodemkundig erfgoed wordt verwacht kan de score naar boven worden bijgesteld.

### 5.4.4 In situ chemische oxidatie of chemische reductie

#### 5.4.4.1 Voorziening van voeding, materialen en energie

- Voor technieken waarbij in de bodem (bodenvreemde) stoffen worden geïnjecteerd, kan de teelt van gewassen en dieren afhankelijk van de toegepaste diepte en gebruikte stof vrijwel meteen na afloop van de techniek starten.
- De techniek neemt echter vaak meerdere jaren in beslag, pas daarna wordt een positieve impact bekomen. Ook drinkwaterwinning wordt (tijdelijk) beïnvloed door deze technieken.

- In geval van chemische oxidatie (toevoegen van oxidantia) kan ook de biologische toestand van de bodem en het grondwater tijdelijk verstoord zijn (ook na afloop van de techniek). Ook de diepte waarop deze techniek wordt toegepast, bepaalt de mate van impact op de ESD. Diepe injecties zullen een beperkte impact hebben op teelt van gewassen en dieren, maar kunnen wel een impact hebben op de drinkwatervoorziening.
- Door de installatiewerken en het uitvoeren van de injecties wordt weinig verdichting van de bodem verwacht.
- Standaard wordt een score 3 toegekend. Indien de bovenstaande negatieve effecten vermeden kunnen worden, kan deze score worden bijgesteld naar 5.

#### **5.4.4.2 Voorziening van mineralen**

Het oxidans/reductans ertoe leidt dat de chemische samenstelling sterk wijzigt (bv. oxidatie van organisch materiaal in de bodem). Afhankelijk van het bodemtype en de toestandsverandering, kan dit zowel in een positieve als negatieve impact resulteren: standaard wordt een score 3 toegekend.

#### **5.4.4.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit**

Voor technieken waarbij in de bodem (bodenvreemde) stoffen worden geïnjecteerd, kan de injectie een impact hebben op het vermogen van de bodem om de bodem- en waterkwaliteit te regelen. In geval van chemische oxidatie (toevoegen van oxidantia) kan de biologische toestand van de bodem tijdelijk verstoord zijn, ook na afloop van de techniek. Standaard wordt score 3 toegekend.

Indien geen verstoring van de biologische toestand verwacht wordt, kan de score worden bijgesteld naar 5.

#### **5.4.4.4 Regulatie van de atmosfeer**

De impact op deze ESD hangt enerzijds af van de mate van verdichting en anderzijds van de impact op de natuurwaarden. Indien waardevolle vegetatie mogelijk is/blijft of zelf gestimuleerd wordt, dan is er een positief effect op klimaatregulatie. Als vegetatie afsterft door toevoegen chemicaliën, dan is er een negatief effect. Standaard wordt score 3 toegekend.

#### **5.4.4.5 Risico op grondverschuivingen**

Technieken die een over- of onderdruk veroorzaken op het ondergronds systeem, hebben een negatieve impact op deze ESD.

Indien de producten gravitair in de bodem worden gebracht wordt een score 5 toegekend. Indien de producten onder druk in de bodem worden gebracht, wordt een score 3 toegekend.

#### **5.4.4.6 Regulatie van het risico op erosie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.4.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.4.8 Biodiversiteit**

Vanuit een conservatieve benadering wordt standaard **score 3** toegekend. Indien geen negatieve impact verwacht wordt, kan deze bijgesteld worden naar score 5.

#### **5.4.4.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

Vanuit een conservatieve benadering wordt standaard een score 3 toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarde en het bodemleven, kan deze score worden bijgesteld naar 5.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosysteemdienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### **5.4.4.10 Wetenschap en educatie**

Injectie van bodemvreemde stoffen of zuurstof in de ondergrond kan een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren (score 3).

### **5.4.5 In situ gestimuleerde biologische afbraak**

#### **5.4.5.1 Voorziening van voeding, materialen en energie**

De teelt van gewassen en dieren kan vrijwel meteen na afloop van de techniek starten. De installatiewerken en uitvoeren van eventuele injecties met C-bron zorgt voor weinig verdichting van de bodem. Standaard wordt score 7 toegekend.

#### **5.4.5.2 Voorziening van mineralen**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.5.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit**

Bij injectie van water met een C-bron, wordt de bodem eerder verrijkt. Het stelt de bodem en de bodembacteriën beter in staat zelf de verontreiniging af te breken. En heeft dus een zeer positief effect voor het regelen van de bodem- en waterkwaliteit. Score 9 wordt toegekend.

#### **5.4.5.4 Regulatie van de atmosfeer**

- De impact op deze ESD hangt enerzijds af van de mate van verdichting en anderzijds de impact op de natuurwaarden.
- Indien waardevolle vegetatie mogelijk is/blijft of zelf gestimuleerd wordt, dan is er een positief effect op klimaatregulatie.
- Als voor het uitvoeren van de injecties bomen of struiken moeten worden gekapt, welke niet worden vervangen, is er een negatieve impact.
- Standaard wordt score 3 toegekend.

#### **5.4.5.5 Risico op grondverschuivingen**

Technieken die een over- of onderdruk veroorzaken op het ondergronds systeem hebben een negatieve impact op deze ESD.

Indien de producten gravitair in de bodem worden gebracht, wordt een score 5 toegekend. Indien de producten onder druk in de bodem worden gebracht, wordt een score 3 toegekend.

#### **5.4.5.6 Regulatie van het risico op erosie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.5.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.5.8 Biodiversiteit**

Vanuit een conservatieve benadering wordt standaard score 3 toegekend. Indien geen negatieve impact verwacht wordt, kan deze bijgesteld worden naar score 5.

#### **5.4.5.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

Vanuit een conservatieve benadering wordt een standaard een score 3 toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarde en het bodemleven, kan deze score worden bijgesteld naar 5.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosysteemdienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### **5.4.5.10 Wetenschap en educatie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).



## 5.4.6 Reactieve wanden

### 5.4.6.1 Voorziening van voeding, materialen en energie

Ondergrondse reactieve wanden worden vaak stroomafwaarts van de te saneren locatie geplaatst. Deze techniek laat dus op de te saneren locatie bovengrondse teelt van gewassen en dieren toe. Ook een drinkwaterwinning wordt (tijdelijk) beïnvloed door deze techniek. Boven op de reactieve wand (kan enkele meters breed zijn) kunnen (afhankelijk van het ontwerp en de diepte van de reactieve wand) geen gewassen geteeld worden.

Standaard wordt daarom een score 3 toegekend.

Vaak worden deze reactieve wanden in beschikbare groene ruimtes geplaatst stroomafwaarts van de verontreinigde zone. De impact kan mits een goed ontwerp beperkt worden. In dit geval kan de score worden bijgesteld naar 5.

### 5.4.6.2 Voorziening van mineralen

In geval van de installatie van diepe reactieve wanden, wordt een groot volume bodem ontgraven, ook vaak op diepte. De totale voorraad van mineralen vermindert door het uitgraven van gronden. Globaal gesteld is er een negatieve impact op deze ESD.

- De mate van het effect is afhankelijk van de bodemsamenstelling en de aanwezige mineralen voor sanering.
- Bij het selectief afgraven van de verschillende grondlagen en delfstoffen, kunnen de natuurlijke rijkdommen wel benut worden. Hoewel er een zeer negatieve impact is op de voorraad aan ESD, kan er wel een voordeel zijn voor de mens, aangezien de opgegraven delfstoffen, eventueel na reiniging, nuttig gebruikt kunnen worden.
- Bovendien hoeft bij nuttig gebruik dan minder materiaal uit de gebruikelijke groeves of exploitaties gewonnen te worden. Ook gebeurt de ontgraving vaak in antropogene/verstoorde gronden en niet altijd in natuurlijke bodems (afhankelijk van de diepte van de ontgraving).
- De negatieve impact op de voorraad is bijgevolg relatief. Er daarom standaard een score 3 toegekend. Indien de ontgraven gronden nuttig kunnen worden toegepast, kan deze score worden verhoogd.

### 5.4.6.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.6.4 Regulatie van de atmosfeer**

- De impact op deze ESD hangt enerzijds af van de mate van verdichting en anderzijds de impact op de natuurwaarden.
- Indien waardevolle vegetatie mogelijk is/blijft of zelf gestimuleerd wordt, dan is er een positief effect op klimaatregulatie.
- Als voor het uitvoeren van de injecties bomen of struiken moeten worden gekapt (bijvoorbeeld voor aanleg van de wand in een groene bufferstrook), is er een negatieve impact.
- Standaard wordt score 3 toegekend. Indien geen vegetatie wordt verwijderd, of waardevolle vegetatie wordt aangelegd na sanering, kan dit worden bijgesteld naar 5 of 7.

#### **5.4.6.5 Risico op grondverschuivingen**

In geval van de installatie van diepe reactieve wanden, wordt een groot volume bodem ontgraven, ook vaak op diepte. Dit heeft een negatief effect op het risico op grondverschuivingen. Standaard wordt een score 3 toegekend.

Afhankelijk van het ontwerp en diepte van de wand kan de score worden bijgesteld naar 5.

#### **5.4.6.6 Regulatie van het risico op erosie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.6.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.6.8 Biodiversiteit**

Vanuit een conservatieve benadering wordt standaard score 5 toegekend: de bovengrondse natuurwaarde kan grotendeels behouden blijven gezien de wand vaak stroomafwaarts van de te saneren locatie wordt geplaatst. Lokaal moet ter hoogte van de wand mogelijk wel natuurwaarde verwijderd worden.

Indien ook hier geen natuurwaarde moet worden verwijderd, kan de score worden bijgesteld naar 7.

#### **5.4.6.9 Belevingswaarde**

De bovengrondse belevingswaarde ten gevolge van natuur kan grotendeels behouden blijven. Standaard wordt score 5 toegekend.

#### **5.4.6.10 Wetenschap en educatie**

Technieken waarbij bodemvreemde stoffen of zuurstof in de ondergrond gebracht worden, kunnen een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren. Gezien de impact hier zeer lokaal optreedt en hierdoor beperkt is wordt standaard score 5 toekend.

## 5.4.7 Fytoremediatie

### 5.4.7.1 Voorziening van voeding, materialen en energie

Deze saneringstechniek voorziet in de teelt van gewassen, waardoor een zeer positieve impact wordt bekomen op deze ESD indien voor specifieke gewassen gekozen wordt die voor de landbouw interessant zijn (vnl. voor energieproductie). Standaard wordt een score 9 toegekend.

### 5.4.7.2 Voorziening van mineralen

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

### 5.4.7.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit

Fytoremediatie zorgt over het algemeen voor een goede werking van het bodemsysteem, aangezien de groenvoorziening voor koolstofvastlegging zorgt, en ook hemelwaterinfiltratie mogelijk blijft. Hier wordt een zeer positieve impact bekomen. Standaard wordt een score 7 toegekend.

### 5.4.7.4 Regulatie van de atmosfeer

Wanneer groenvoorziening aanwezig is, wordt CO<sub>2</sub> opgenomen door de vegetatie, en omgezet in koolstof die wordt opgeslagen in de bodem. Op deze manier draagt de vegetatie bij aan de reductie van koolstof in de atmosfeer, en dus aan een regulatie van het klimaat. Technieken waarbij vegetatie aangeplant wordt, zoals fytoremediatie hebben dus een positieve impact op de regulatie van de atmosfeer. Standaardscore 9 wordt daarom toegekend voor fytoremediatie.

### 5.4.7.5 Risico op grondverschuivingen

Het aanbrengen van bepaalde planten kan grondverschuiving tegengaan, bv. planten met sterke wortelvorming. Bij fytoremediatie kan er dus een positief effect op deze ESD zijn bij een goede plantkeuze (score 7).

### 5.4.7.6 Regulatie van het risico op erosie

Saneringswerken waarbij bovengrondse beplanting wordt voorzien, beperken het risico op erosie, en zorgen dus voor een zeer positief effect op deze ESD (score 9).

### 5.4.7.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop

Het voorzien van bovengrondse beplanting, zorgt in de meeste gevallen voor een verbetering van het infiltrerend vermogen van de bodem. Bijgevolg wordt hier een zeer positief effect bekomen (score 9).

### 5.4.7.8 Biodiversiteit

Het vermogen van de bodem om de levenscyclus en bescherming van habitats en genenpoelen te onderhouden, hangt vooral af van de aanwezigheid van belangrijke natuurwaarden op en in de bodem van de site bij aanvang van de saneringswerken, en het vermogen van de bodem om deze natuurwaarden te onderhouden.

In het geval van fytoremediatie kan een positief effect bekomen worden indien gekozen wordt voor het gebruik van waardevolle gewassen i.f.v. biodiversiteit (vb. geen monocultuur, nest- en voedselvoorziening voor dieren, biodiverse bufferstroken...). Standaard wordt score 7 toegekend.

#### **5.4.7.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosystemedienst, en dus hoeveel te groter het effect.

In het geval van fyto-remediatie, stimuleert de beplanting de belevingswaarde van groenvoorziening in een landschap (vb. zonnebloemvelden). De impact op de belevingswaarde kan tot zeer positief gaan indien gekozen wordt voor gewassen die een meerwaarde bieden voor het landschap en recreatie. Indien gekozen wordt voor één soort gewas (monocultuur, zoals meestal het geval is), wordt de impact beperkt tot een positief effect. Standaard wordt score 7 toegekend.

#### **5.4.7.10 Wetenschap en educatie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

### **5.4.8 Biosparing, Bodemluchtexttractie, Persluchtinjectie**

#### **5.4.8.1 Voorziening van voeding, materialen en energie**

Indien de impact op de watertafel beperkt blijft (in tijd), kan een positief effect bekomen worden aangezien de bodem relatief snel beschikbaar kan worden gesteld voor de teelt van gewassen en dieren. De impact op deze ESD hangt wel af van de duur van de werken. Standaard wordt een **score 7** toegekend.

#### **5.4.8.2 Voorziening van mineralen**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (**score 5**).

#### **5.4.8.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit**

In geval (toevoegen van oxidantia) kan de biologische toestand van de bodem tijdelijk verstoord zijn, ook na afloop van de techniek. Standaard wordt score 3 toegekend. Indien geen verstoring van de biologische toestand verwacht wordt, kan dit worden bijgesteld naar score 5. Indien bovendien aanzienlijke vuilvracht wordt verwijderd en de bodem hierdoor beter in staat is zijn kwaliteit te reguleren, kan worden bijgesteld naar score 7.

#### **5.4.8.4 Regulatie van de atmosfeer**

- De impact op deze ESD hangt enerzijds af van de mate van verdichting en anderzijds de impact op de natuurwaarden.
  - a. Indien waardevolle vegetatie mogelijk is/blijft of zelf gestimuleerd wordt, dan is er een positief effect op klimaatregulatie.
  - b. Als voor het uitvoeren van de injecties/onttrekking bomen of struiken moeten worden gekapt, welke niet worden vervangen, is er een negatieve impact.
- Standaard wordt **score 3** toegekend.

#### **5.4.8.5 Risico op grondverschuivingen**

Technieken die een over- of onderdruk veroorzaken op het ondergronds systeem, hebben een negatieve impact op deze ESD. Standaard wordt score 3 toegekend.

#### **5.4.8.6 Regulatie van het risico op erosie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.8.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.8.8 Biodiversiteit**

Vanuit een conservatieve benadering wordt standaard score 3 toegekend. Indien geen negatieve impact verwacht wordt op het bestaande natuurwaarde en het bodemleven, kan deze bijgesteld worden naar score 5.

#### **5.4.8.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

Vanuit een conservatieve benadering wordt een standaard een score 3 toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarde, kan deze score worden bijgesteld naar 5.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosysteemdienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### **5.4.8.10 Wetenschap en educatie**

Injectie van zuurstof in de ondergrond kan een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren (score 3).

## 5.4.9 Meerfasenextractie

### 5.4.9.1 Voorziening van voeding, materialen en energie

Indien de impact op de watertafel beperkt blijft (in tijd, maar ook in ruimte ), kan een positief effect bekomen worden aangezien de bodem relatief snel beschikbaar kan worden gesteld voor de teelt van gewassen en dieren. Bovendien zal een aanzienlijke vuilvrucht zijn verwijderd waardoor de bodem deze dienst beter kan leveren. De impact op deze ESD hangt wel af van de duur van de werken. Standaard wordt een score 7 toegekend.

### 5.4.9.2 Voorziening van mineralen

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

### 5.4.9.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit

Meerfasenextractie kan een hydrologische toestandsverandering veroorzaken. Dit kan een negatieve impact hebben op het vermogen om de bodem en waterkwaliteit te regelen. De impact hiervan is afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, het bodemtype, en de infiltratiegevoeligheid van de bodem. Standaard wordt score 3 toegekend.

### 5.4.9.4 Regulatie van de atmosfeer

Door het oppompen van grondwater, met bijhorende wijziging van de hydrologische toestand kan een negatieve impact optreden op nabijgelegen vegetatie (vb. grondwatertafeldaling in omliggende natuurgebieden). Dit kan een negatieve impact hebben op de regulatie van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem, en bijgevolg dus een negatieve impact hebben op de regulatie van de atmosfeer. Standaard wordt score 3 wordt toekend.

Indien geen impact op nabijgelegen vegetatie wordt verwacht, kan de score bijgesteld worden naar 5.

### 5.4.9.5 Risico op grondverschuivingen

Technieken die een over- of onderdruk veroorzaken op het ondergronds systeem, hebben een negatieve impact op deze ESD. Standaard wordt score 3 toegekend.

### 5.4.9.6 Regulatie van het risico op erosie

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

### 5.4.9.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop

Deze ESD ondervindt een negatieve tot zeer negatieve impact door technieken waarbij veel water wordt opgepompt (score 1). Indien het water gerecirculeerd wordt, kan het effect enigszins gemilderd worden tot een negatief effect (score 3).

#### 5.4.9.8 Biodiversiteit

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

- De saneringstechnieken hebben een verwaarloosbare impact op deze ESD wanneer de bovengrondse belevingswaarde ten gevolge van natuur kan behouden worden, of zelfs een positieve impact indien er nieuwe natuurwaarden of recreatieve functies gecreëerd worden.
- Wanneer de bestaande natuurwaarden een impact ondervinden door een wijziging van de bodemsamenstelling, -kwaliteit of -vochtgehalte, of nieuwe natuurcreatie bemoeilijkt wordt na de saneringswerken, wordt een negatieve tot zeer negatieve impact bekomen.
- Vanuit een conservatieve benadering wordt een standaard een **score 3** toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarde en het bodemleven kan deze score worden bijgesteld naar 5.

#### 5.4.9.9 Belevingswaarde

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

- De saneringstechnieken hebben een verwaarloosbare impact op deze ESD wanneer de bovengrondse belevingswaarde ten gevolge van natuur kan behouden worden, of zelfs een positieve impact indien er nieuwe natuurwaarden of recreatieve functies gecreëerd worden.
- Wanneer de bestaande natuurwaarden een impact ondervinden door een wijziging van de bodemsamenstelling, -kwaliteit of -vochtgehalte, of nieuwe natuurcreatie bemoeilijkt wordt na de saneringswerken, wordt een negatieve tot zeer negatieve impact bekomen.
- Vanuit een conservatieve benadering wordt een standaard een **score 3** toegekend. Indien geen negatief effect verwacht wordt op de bestaande natuurwaarde en het bodemleven, kan deze score worden bijgesteld naar 5.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosysteemdienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### 5.4.9.10 Wetenschap en educatie

Het onttrekken van grondwater kan een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren (**score 3**).

## 5.4.10 Thermische technieken

### 5.4.10.1 Voorziening van voeding, materialen en energie

Bij het gebruik van hoogthermische technieken is de impact op het bodemleven zodanig groot, dat het gebrek aan bodemleven na uitvoering van de werken het gedurende een lange periode onmogelijk maakt om gewassen te telen of vee te houden die afhankelijk zijn van een functionerende bodem. Er is bijgevolg een negatieve invloed op de ESD, afhankelijk van de diepte van uitvoering van de techniek. De impact is afhankelijk van de diepte waarop deze techniek wordt toegepast. Standaard wordt een score 1 toegekend.

Voor laagthermische technieken wordt standaard score 3 toegekend.

### 5.4.10.2 Voorziening van mineralen

Bij hoogthermische technieken kan er een negatieve impact optreden voor deze ESD, bvb het verstoren van veenlagen. Standaard wordt score 3 toegekend.

Voor laagthermische technieken wordt geen impact verwacht (score 5).

### 5.4.10.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit

Hoogthermische technieken hebben een zeer negatieve impact op deze ESD, aangezien dit zeer intensieve technieken zijn die het goed functioneren van de bodem onmogelijk maken. Standaard wordt score 1 toegekend.

Voor laagthermische technieken wordt standaard score 3 toegekend.

### 5.4.10.4 Regulatie van de atmosfeer

Hoogthermische technieken maken toekomstige vegetatie en bij horende regulatie van de omgevingstemperatuur en koolstofopslag zeer moeilijk of onmogelijk. Standaard wordt score 1 toegekend.

Voor laagthermische technieken wordt standaard score 3 toegekend.

### 5.4.10.5 Risico op grondverschuivingen

Gezien thermische technieken veenlagen kunnen verstoren kan dit een negatieve impact hebben op deze ESD. Standaard wordt score 3 toegekend.

### 5.4.10.6 Regulatie van het risico op erosie

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

### 5.4.10.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).



#### **5.4.10.8 Biodiversiteit**

Het vermogen van de bodem om de levenscyclus en bescherming van habitats en genenpoelen te onderhouden, hangt vooral af van de aanwezigheid van belangrijke natuurwaarden op en in de bodem van de site bij aanvang van de saneringswerken, en het vermogen van de bodem om deze natuurwaarden te onderhouden.

Thermische technieken hebben een negatieve impact op bestaande natuurwaarden en het bestaande bodemleven. Hoogthermische technieken krijgen standaard een score 1 toegekend, laagthermische technieken een score 3.

#### **5.4.10.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

- De saneringstechnieken hebben een verwaarloosbare impact op deze ESD wanneer de bovengrondse belevingswaarde ten gevolge van natuur kan behouden worden, of zelfs een positieve impact indien er nieuwe natuurwaarden of recreatieve functies gecreëerd worden.
- Wanneer de bestaande natuurwaarden een impact ondervinden door een wijziging van de bodemsamenstelling, -kwaliteit of -vochtgehalte, of nieuwe natuurcreatie bemoeilijkt wordt na de saneringswerken, wordt een negatieve tot zeer negatieve impact bekomen.
- Thermische technieken kunnen een negatieve impact hebben op de bovengrondse natuurwaarden. Hoogthermische technieken krijgen standaard een score 1 toegekend, laagthermische technieken een score 3.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosysteemdienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### **5.4.10.10 Wetenschap en educatie**

Technieken waarbij de bodem wordt opgewarmd kunnen een negatieve impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren. Hoogthermische technieken krijgen standaard een score 1 toegekend, laagthermische technieken een score 3.

## 5.4.11 Hydrogeologische isolatie

### 5.4.11.1 Voorziening van voeding, materialen en energie

Hydrogeologische isolatie heeft een permanente impact op het grondwatersysteem.

- De hydrologische toestandsverandering die de grondwateronttrekking veroorzaakt, heeft een negatieve impact op de waterbeschikbaarheid die nodig is voor de teelt van sommige gewassen en als drinkwatervoorziening.
- Indien de impact op de watertafel beperkt blijft (in tijd), kan toch nog een positief effect bekomen worden aangezien de bodem relatief snel beschikbaar kan worden gesteld voor de teelt van gewassen en dieren. Drinkwaterwinning zal echter niet meer mogelijk zijn.
- De impact hiervan is afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid van het grondwatersysteem, het bodemtype, en de infiltratiegevoeligheid van de bodem.
- Vanuit een conservatieve benadering wordt standaard een score 3 toegekend; indien er geen impact verwacht op de teelt van gewassen kan dit worden bijgesteld naar score 5. Wordt een positief effect verwacht omdat de invloed beperkt is in de tijd en er snel opnieuw geteeld kan worden, dan wordt score 7 toegekend.

### 5.4.11.2 Voorziening van mineralen

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

### 5.4.11.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit

De hydrogeologische isolatie heeft een zeer negatieve impact op deze ESD, aangezien dit een zeer intensieve techniek is die het goed functioneren van de bodem onmogelijk maken. Standaard wordt score 1 toegekend.

### 5.4.11.4 Regulatie van de atmosfeer

Door het oppompen van grondwater gedurende langere tijd, met bijhorende wijziging van de hydrologische toestand kan een negatieve impact optreden op nabijgelegen vegetatie (vb. grondwatertafeldaling in omliggende natuurgebieden). Dit kan een negatieve impact hebben op de regulatie van de koolstofvastlegging in biomassa en in de bodem, en bijgevolg dus een negatieve impact hebben op de regulatie van de atmosfeer. Standaard wordt score 1 wordt toekend.

Indien weinig of geen impact op nabijgelegen vegetatie wordt verwacht, kan de score bijgesteld worden naar 3.

### 5.4.11.5 Risico op grondverschuivingen

Het onttrekken van grondwater heeft steeds een negatieve impact op het vermogen van de bodem om het risico op grondverschuivingen te reguleren. Standaard wordt score 3 toegekend.

### 5.4.11.6 Regulatie van het risico op erosie

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.11.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

De regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop ondervindt een negatieve tot zeer negatieve impact door technieken waarbij veel water wordt opgepompt (score 1). Indien het water gerecirculeerd wordt, kan het effect enigszins gemilderd worden tot een negatief effect (score 3).

#### **5.4.11.8 Biodiversiteit**

Het vermogen van de bodem om de levenscyclus en bescherming van habitats en genenpoelen te onderhouden, hangt vooral af van de aanwezigheid van belangrijke natuurwaarden op en in de bodem van de site bij aanvang van de saneringswerken, en het vermogen van de bodem om deze natuurwaarden te onderhouden.

- De saneringstechnieken hebben een verwaarloosbare impact op deze ESD wanneer de bovengrondse natuurwaarde kan behouden worden en wanneer de bodembiodiversiteit beschermd wordt, of zelfs een positieve impact indien er nieuwe natuurwaarden gecreëerd worden of het functioneren van het ecosysteem wordt verbeterd.
- Wanneer de bestaande natuurwaarden en het bodemleven een impact ondervinden door een wijziging van de bodemsamenstelling, -kwaliteit of -vochtgehalte, of nieuwe natuurcreatie bemoeilijkt wordt na de saneringswerken, wordt een negatieve tot zeer negatieve impact bekomen op de biodiversiteit.

Hydrogeologische isolatie heeft een negatieve impact op bestaande natuurwaarden en het bestaande bodemleven door de wijziging van het vochtgehalte en de hydrogeologische toestand zowel op als rond de site. Standaard wordt een score 1 toegekend.

#### **5.4.11.9 Belevingswaarde**

De belevingswaarde van een site hangt vooral af van de groenvoorziening op de site bij aanvang van de saneringswerken, en de recreatieve waarde van het gebied voor de mens.

- De saneringstechnieken hebben een verwaarloosbare impact op deze ESD wanneer de bovengrondse belevingswaarde ten gevolge van natuur kan behouden worden, of zelfs een positieve impact indien er nieuwe natuurwaarden of recreatieve functies gecreëerd worden.
- Wanneer de bestaande natuurwaarden een impact ondervinden door een wijziging van de bodemsamenstelling, -kwaliteit of -vochtgehalte, of nieuwe natuurcreatie bemoeilijkt wordt na de saneringswerken, wordt een negatieve tot zeer negatieve impact bekomen.
- Hydrogeologische isolatie heeft een negatieve impact op bestaande natuurwaarden en het bestaande bodemleven door de wijziging van het vochtgehalte en de hydrogeologische toestand zowel op als rond de site. Standaard wordt een score 1 toegekend.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat groenvoorziening ook buiten groene bestemmingen (vb. parken, bosgebieden...) een belangrijke meerwaarde kan zijn voor de belevingswaarde die mensen ervaren. Zo kunnen groene bufferzones tussen bedrijven op een bedrijventerrein het welzijn en de productiviteit van werknemers verhogen die uitzicht hebben op deze bufferzones. Idem dito voor groen inbrengen in de stad (cf. Gevelgroen e.a.). Hoeveel te meer omwonenden, hoeveel te groter de ecosysteemdienst, en dus hoeveel te groter het effect.

#### **5.4.11.10 Wetenschap en educatie**

Het onttrekken van grondwater kan een impact hebben op het vermogen van de ondergrond om archeologisch erfgoed en het natuurlijke bodemprofiel (pedogenese) te bewaren (score 3).

Momenteel worden er in Vlaanderen reeds maatregelen genomen om de impact op deze ESD te beperken, m.n. via de verplichting voor het opstellen van een archeologienota. Indien uit een archeologie nota blijkt dat er geen versterking van archeologisch en bodemkundig erfgoed wordt verwacht kan de score naar boven worden bijgesteld.

#### **5.4.12 Civieltechnische isolatie**

##### **5.4.12.1 Voorziening van voeding, materialen en energie**

Omwille van de verharding die wordt aangelegd, is teelt van gewassen of dieren niet mogelijk en is er geen drinkwatervoorziening mogelijk. Er geldt bijgevolg een zeer negatieve impact. Voor het aanleggen van verharding, is ook een sterke verdichting (cf. plaatproeven) noodzakelijk wat eveneens een negatieve impact heeft. Standaard wordt een score 1 toegekend.

Indien gewerkt wordt met een leeflaag en enige begroeiing met ondiep wortelende gewassen nog mogelijk is, kan de score worden bijgesteld naar 3.

##### **5.4.12.2 Voorziening van mineralen**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

##### **5.4.12.3 Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit**

De civieltechnische isolatie heeft een zeer negatieve impact op deze ESD, aangezien dit een zeer intensieve techniek is die het goed functioneren van de bodem onmogelijk maken. Standaard wordt score 1 toegekend.

Indien gewerkt wordt met een leeflaag kan die worden bijgesteld naar score 3.

##### **5.4.12.4 Regulatie van de atmosfeer**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### **5.4.12.5 Risico op grondverschuivingen**

Door het aanbrengen van verharde structuren, kan het risico op grondverschuivingen worden gereduceerd. Bij civieltechnische isolatie is er dus een positief effect op deze ESD. (score 7).

Indien gewerkt wordt met een leeflaag, wordt een negatieve impact verwacht (score 3).

#### **5.4.12.6 Regulatie van het risico op erosie**

Saneringswerken waarbij bovengrondse verharding wordt voorzien, beperken het risico op erosie, en zorgen dus voor een zeer positief effect op deze ESD. Hierin geldt de belangrijke kanttekening dat verharding op de verharde locatie het risico op erosie wegneemt, maar wel het risico op erosie in de omliggende gebieden kan vergroten door de beperkte mogelijkheid voor hemelwater om te infiltreren in de bodem. Standaard wordt daarom een score 5 toegekend.

Ook voor leeflagen wordt standaard een score 5 toegekend.

#### **5.4.12.7 Regeling van waterdebiet en hydrogeologische kringloop**

Technieken waarbij een grote hoeveelheid verharding wordt aangelegd, zoals bij de civieltechnische isolatie, hebben een zeer negatieve invloed op de heraanvulling van de grondwatertafel aangezien infiltratie van hemelwater niet meer mogelijk is (score 1). Om infiltratie van hemelwater te garanderen, dient aandacht besteed te worden aan milderende maatregelen om verdichting van de bodem te vermijden.

Indien gewerkt wordt met een leeflaag en waterdoorlaatbare folies, kan de score worden bijgesteld naar 3 of 5.

#### **5.4.12.8 Biodiversiteit**

Bovengrondse natuurwaarde en het bodemleven ondervinden een negatieve impact. Nieuwe natuurcreatie na de sanering is onmogelijk. Er wordt een score 1 toegekend.

Indien gewerkt wordt met een leeflaag en enige begroeiing met ondiep wortelende gewassen nog mogelijk is, kan de score worden bijgesteld naar 3.

#### **5.4.12.9 Belevingswaarde**

Bovengrondse natuurwaarde en het bodemleven ondervinden een negatieve impact. Nieuwe natuurcreatie na de sanering is onmogelijk. Er wordt een score 1 toegekend.

Indien gewerkt wordt met een leeflaag en enige begroeiing met ondiep wortelende gewassen nog mogelijk is, kan de score worden bijgesteld naar 3.

#### **5.4.12.10 Wetenschap en educatie**

Er wordt geen impact op deze ESD verwacht (score 5).

#### 5.4.13 Natuurlijke attenuatie – monitoring

Gezien er geen actieve saneringsmaatregelen worden genomen, is er geen impact op de ecosysteemdiensten. Score 5 wordt toegekend aan alle ESD.

### 5.5 MILDERENDE MAATREGELEN

In onderstaande tabel worden een aantal mogelijk milderende maatregelen opgesomd. Deze tabel is niet limitatief, u kan steeds bijkomende maatregelen voorstellen specifiek voor uw terrein.

- Betreffende het vermijden van verdichting kan u ook de factsheet van de grondbank omtrent dit onderwerp raadplegen voor nuttige tips en maatregelen.
- Hier is ook een factsheet beschikbaar betreffende de vereisten voor teelaarde.  
(<https://www.grondbank.be/nl/bodemzorg/themas/>)
- Betreffende waterdoorlatende verhardingen kan meer informatie gevonden worden in het “technisch vademecum: Paden en verhardingen” (Agentschap Natuur en Bos).
- Ook het Vademecum “Duurzaam ontwerpen van groene ruimten” bevat achtergrond betreffende het ontwerp van een site rekening houdende met de bodem (vb. belang van het behouden van originele bodemprofielen, vermijden van verdichting, vermijden van erosie, het streven naar een gesloten grondbalans,...)

Impact	Maatregelen	Kan positief effect hebben op ESD:
<b>Verdichting (compactie) van de bodem ten gevolge van werfinrichting, aanvullen met nieuw bodemmateriaal...</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gebruik van lichtere machines en minder zwaarbeladen machines .</li> <li>– Het gebruik van machines met brede banden met een lage bandenspanning .</li> <li>– Gebruik van rijplaten om de druk op de bodem te verspreiden. De aanleg van een werfpiste is eventueel ook een mogelijkheid om de druk te spreiden.</li> <li>– Bij slechte weersomstandigheden (regen) of een te natte of vochtige bodem (natter dan de plastische limieten) kan het grondverzet beter worden uitgesteld tot de omstandigheden beter zijn, indien dit mogelijk is binnen de planning van de werken. Zo niet, moeten herstelmaatregelen voorzien worden.</li> <li>– Stimuleren van bodemleven en beworteling, ter verbetering van de bodemstructuur .</li> <li>– Frezen van de bodem na bodemsaneringswerken</li> <li>– Inbrengen van groencompost voor structuurverbetering en activatie van het bodemleven. Indien wenselijk (afhankelijk van type bodem, gehalte organische stof en nabestemming)</li> <li>– Afstemmen van de vereisten van verdichting op de herinrichting (al te vaak wordt standaard-verdichting cf. bestek 250 voorzien in bestekken).</li> <li>– Gebruik van ander type verharding, waarvoor minder verdichting noodzakelijk is.</li> <li>– Erosie van de bodem kan vermeden worden door vegetatie niet onnodig te verwijderen op de werf. Door vegetatie te laten staan waar mogelijk bescherm je de bodem. De aanwezigheid van vegetatie die op de bodem groeit zal de bodem ook sneller doen drogen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voorziening van voeding materialen en energie door teelt van gewassen of dieren</li> <li>– Regulatie van risico op erosie</li> <li>– Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit</li> <li>– Biodiversiteit</li> <li>– Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop</li> </ul>

<b>Verstoring van de bodemsamenstelling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Een “delfstoffentoets” voorafgaande aan een uitgraving van bodem kan duidelijk maken of met een selectieve afgraving van geologisch waardevolle lagen, waarbij grondstoffen met hoogwaardige toepassingen, nuttig is. Na externe sanering van de gescheiden bodemlagen kan op deze wijze de ESD “Voorziening van mineralen” worden geleverd, in plaats van dat deze bodem als bouwtechnisch onbruikbare “ballastgrond” wordt afgevoerd wanneer ze gemengd is geraakt met verschillende geologische lagen.</li> <li>– Een voorbeeld is het gebruik van het leemmodel dat DOV<sup>4</sup> aanbiedt. Het model geeft inzicht in de dikte, de lithologie en het voorkomen van het leempakket doorheen Vlaanderen. De winning van leemsedimenten is van belang voor de keramische sector in de productie van baksteen. Indien er leem aanwezig is, kan selectieve afgraving en sanering daarom resulteren in een meerwaarde waarbij de beschikbare ESD benut worden.</li> <li>– Selectieve afgraving en selectieve terugplaatsing van het bodemmateriaal is zeker van belang wanneer groene eindbestemmingen gewenst zijn, gezien een goede bodemkwaliteit en -samenstelling vereist is voor de regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop en voor het behoud van biodiversiteit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voorziening van mineralen</li> <li>– Biodiversiteit</li> <li>– Regeling van het waterdebiet en hydrologische kringloop</li> </ul>
<b>Verandering van de grondwaterstroming en grondwaterstand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herinfiltratie van het onttrokken grondwater in de bodem, zodanig dat de grondwatertafel zich kan herstellen.</li> <li>– Afstemmen van bemaling met andere onttrekkingen in de omgeving, teneinde cumulatieve effecten te beperken.</li> <li>– Afstemmen van grondwateronttrekking op het seizoen, om sterke daling grondwatertafel, met hieraan gerelateerde verdroging ter hoogte van grondwatergevoelige vegetatie, te vermijden.</li> <li>– <b>Beperken van heraanleg van verharding</b>, om infiltratie van hemelwater niet te verstoren.</li> <li>– Gebruik van waterdoorlatende verharding (vb. grasdallen, halfverharding,..) zodat hemelwater ter plaatse kan infiltreren in de bodem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regeling van waterdebiet en hydrologische kringloop</li> <li>– Regulatie van risico op erosie</li> <li>– Regulatie van risico op grondverschuivingen</li> <li>– Biodiversiteit</li> </ul>
<b>Habitatverlies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Negatieve impact op belangrijke habitats (zeker binnen SBZ) vermijden, om significante en onherstelbare effecten op soorten of leefgebied te voorkomen.</li> <li>– Aanplant van aangepaste vegetatie en biodiversiteitsbevorderend beheer van vegetatie (vb. verminderd maai-regime en geen pesticide-gebruik) na afloop van de bodemsaneringswerken. In welke mate de ESD-levering toeneemt zal afhankelijk zijn van de gekozen vegetatie die mogelijk is, rekening houdende met het bodemtype<sup>5</sup>, het landschap en het ecosysteem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Biodiversiteit</li> <li>– Regulatie van de atmosfeer</li> <li>– Belevingswaarde</li> <li>– Regulatie van het waterdebiet en hydrologische kringloop</li> </ul>
<b>Degradatie van de bodembiodiversiteit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inzetten op duurzaam bodembeheer door de bodem te beschermen tegen fysische, chemische en biologische degradatie en erosie, en ontbossing te voorkomen<sup>6</sup>.</li> <li>– Aanvullen met kwalitatief bodemmateriaal na ontgraving, afgestemd op het bodemgebruik/type vegetatie na de sanering.</li> <li>– Verdichting vermijden (zie hierboven).</li> <li>– Opwarming van de bodem vermijden.</li> <li>– Gebruik van verharding vermijden waar mogelijk, of gebruik maken van waterdoorlaatbare verharding die plantengroei toelaten (vb. grasbetontegels)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Biodiversiteit</li> <li>– Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit</li> <li>– Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen en dieren (incl. drinkbaar water)</li> </ul>

<sup>4</sup> De best beschikbare kennis over de ondergrond in Vlaanderen is ontsloten in de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV): <https://www.dov.vlaanderen.be>. DOV bundelt deze kennis in zes thema's: bodem, delfstoffen, geologie, grondwater, geotechniek en geothermie. De DOV-Verkenner laat toe om een snelle, doelgerichte gegevensverkenning te doen.

<sup>5</sup> De website [www.bomenwijzer.be](http://www.bomenwijzer.be) en het programma 'bodemgeschiktheid bosbomen' (BOBO) van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) (<http://data.inbo.be/bobo/>) zijn interessante links om het bodemtype van het perceel te achterhalen en na te gaan welke bomen geschikt zijn voor een specifieke groeiplaats.

<sup>6</sup> [https://www.unglobalcompact.org/docs/issues\\_doc/agriculture\\_and\\_food/soil-principles.pdf](https://www.unglobalcompact.org/docs/issues_doc/agriculture_and_food/soil-principles.pdf)



<b>Verstoring</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beperken van trillingen die bodemstructuur kunnen aantasten.</li> <li>- Beperken van geluidshinder voor in nabijheid aanwezige fauna.</li> <li>- Vermijden van barrièrevorming voor de aanwezige fauna in nabijheid gelegen habitats, bv. door gebruik van aangepaste omheining met openingen voor padden, herten etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulatie van risico op erosie</li> <li>- Regulatie van risico op grondverschuivingen</li> <li>- Biodiversiteit</li> </ul>
-------------------	--	---

Tabel 11: Potentiële maatregelen ter mitigatie van de impact van bodemsaneringswerken op de ESD- overzicht mogelijke milderende maatregelen

## 5.6 UITGEWERKTE VOORBEELDEN TOEKENNING SCORES ECOSYSTEEDIENSTEN

### 5.6.1 Voorbeeld 1

Een stortplaats gelegen in een natuurgebied/VEN-gebied dient te worden gesaneerd omwille van zware metalen en PAK's in het grondwater. Langs de stortplaats loopt een waterloop.

Volgende 3 varianten worden vergeleken:

- Variant 1: de stortplaats wordt genivelleerd, waarna een geotextiel wordt aangebracht met hierboven een leeflaag van 50 cm.
- Variant 2: de locaties met de hoogste concentraties worden ontgraven (tot de risicogrenswaarde). Vervolgens wordt een leeflaag aangebracht tot het oorspronkelijk maaiveldniveau (dikte variërend volgens diepte van de ontgraving).
- Variant 3: de verontreiniging wordt maximaal verwijderd d.m.v. ontgraving in combinatie met bemaling en stabiliteitsmaatregelen. Er wordt gestreefd naar de bodemsaneringsnorm als saneringsdoelstelling.

Het effect op de ecosystemendiensten wordt beoordeeld in Tabel 12.

Voor variant 1 wordt vertrokken van de standaardscores uit de matrix voor civieltechnische isolatie.

Voor variant 2 wordt vertrokken van de standaardscores uit de matrix voor ontgraving met aanvulling met standaard grond en voor variant 3 van de standaardscores voor ontgraving met bemaling met aanvulling van kwaliteitsvolle grond.

De totaalscores uit de tabel (v1:46, V2: 46, V3:38) worden herrekend naar een totaalscore op 15. Dit resulteert in volgende scores voor het criterium "aanbrengen van schade aan ecosystemendiensten"

V1: score 5.4

V2: score 5.2

V3: score 4.4

ESD	Variant 1		Variant 2		Variant 3		toelichting
	Standardscore ESD	Toegekende Score ESD	Standardscore ESD	Toegekende Score ESD	Standardscore ESD	Toegekende Score ESD	
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	1	3	3	5	7	7	De score van V1 wordt naar boven bijgesteld gezien een leeflaag wordt ingezet als isolatie en geen verharding. V2 krijgt score 5 omdat er zal aangevuld worden met kwaliteitsvolle grond (milderende maatregel)
Voorziening van mineralen	5	5	3	3	3	3	/
Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	1	3	3	3	3	3	De score van variant 1 wordt naar boven bijgesteld omdat geen betonverharding wordt gebruikt voor de afdekking
Regulatie van de atmosfeer	1	5	1	5	5	5	Score van V1 wordt naar boven bijgesteld gezien het een leeflaag betreft en geen verharding. De score van variant 2 wordt naar boven bijgesteld gezien kwaliteitsvolle aanvulgrond wordt gebruikt.
Regulatie van het risico op grondverschuivingen	7	5	3	5	3	3	De score van variant 1 wordt naar beneden bijgesteld, gezien er geen betonverharding wordt gebruikt. De score van variant 2 wordt naar boven bijgesteld gezien er in deze variant aanzienlijk minder wordt ontgraven dan in variant 3. Het risico op grondverschuivingen bij deze beperkte ontgraving is zeer klein.
Regulatie van het risico op erosie	5	5	3	5	3	5	De score van variant 1 wordt naar beneden bijgesteld, gezien er geen betonverharding wordt gebruikt. De scores van varianten 2 en 3 worden naar boven bijgesteld gezien voorzien wordt om beplanting aan te brengen na de sanering.
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	1	5	5	5	1	1	De score van variant 1 wordt naar boven bijgesteld gezien de leeflaag waterdoorlatend zal zijn.
Biodiversiteit	1	3	1	3	3	3	Gezien beplanting wordt voorzien na sanering wordt de score van varianten 1 en 2 naar boven bijgesteld. Voor variant 3 wordt een aanzienlijk deel van de bodem, en bijhorende bodemdiversiteit verwijderd. Er wordt daarom score 3 toegekend.
Belevingswaarde	1	5	3	5	3	5	Gezien een gelijkaardige beplanting wordt voorzien na sanering voor de drie varianten wordt aan alle varianten score 5 toegekend. De belevingswaarde voor de drie terreinen zal gelijk zijn.
Wetenschap en educatie	5	5	1	3	1	1	Gezien in variant 2 aanzienlijk minder wordt ontgraven dan in variant 3 wordt de score van variant 2 naar boven bijgesteld.
<b>Som:</b>	<b>28</b>	<b>44</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	

Tabel 12: Uitwerking ESD-scores voorbeeld 1

Merk op dat indien variant 3 zou worden geselecteerd als te verkiezen saneringstechniek, het verplicht zou zijn om milderende maatregelen te overwegen. In onderstaande tabel worden enkele mogelijke milderende maatregelen toegevoegd en de score voor variant 3 overeenkomstig aangepast. Indien deze maatregelen worden toegepast, kan ook voor deze variant een hoge score op vlak van ecosystemendiensten worden bereikt.

ESD	Variant 3			Toelichting milderende maatregel
	Standaard score ESD	Toegekende Score ESD	Score na toevoeging milderende maatregelen	
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	7	7	7	Er werd reeds voorzien om aan te vullen met kwaliteitsvolle grond.
Voorziening van mineralen	3	3	5	Er wordt een delfstoffentoets uitgevoerd. De grond die bouwtechnisch geschikt is voor hoogwaardige toepassingen wordt apart afgegraven en gereinigd en niet vermengd met minder geschikte lagen. Op deze manier kan deze partij grond, na reiniging, de ecosystemedienst "voorziening van mineralen" leveren. De score wordt bijgesteld naar 5.
Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	3	3	7	Verdichting wordt vermeden door gebruik te maken van lichtere machines en rijplaten. Er wordt gefaseerd gewerkt zodat vegetatie pas fase per fase verwijderd wordt. Er wordt niet aangetrild naaanvulling met kwaliteitsvolle grond . Wel wordt de bodem gefreesd en waar nodig wordt groencompost ingebracht. De score wordt bijgesteld naar 7.
Regulatie van de atmosfeer	5	5	5	Er werd in alle varianten reeds aanplanting van aangepaste vegetatie voorzien.
Regulatie van het risico op grondverschuivingen	3	3	3	/
Regulatie van het risico op erosie	3	5	5	Gezien beplanting werd voorzien in de drie varianten, werd deze score al bijgesteld van 3 naar 5. Het gefaseerd werken, zodat de vegetatie pas fase per fase wordt verwijderd beschermd eveneens tegenerosie.
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	1	1	5	Er wordt gewerkt met een retourbemaling, waarbij het onttrokken grondwater, na eventuele zuivering wordt geïnfiltrerd. Er wordt gewerkt in de winter, om een te sterke daling van de grondwatertafel en hieraan gerelateerde verdroging in het natuurgebied te vermijden. De score wordt bijgesteld naar 5
Biodiversiteit	3	3	5	Voor variant 3 wordt een aanzienlijk deel van de bodem, en bijhorende bodemdiversiteit verwijderd. Gezien wordt aangevuld met kwaliteitsvolle grond, de aanvulgrond wordt gefreesd en indien nodig compost wordt ingebracht, beplanting wordt voorzien, verdichting wordt vermeden en verdroging wordt vermeden, wordt de score bijgesteld naar 5.
Belevingswaarde	3	5	5	Deze score werd reeds bijgesteld naar 5 gezien beplanting werd voorzien.
Wetenschap en educatie	1	1	1	/
<b>Som:</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>48</b>	

### 5.6.2 Voorbeeld 2

Er bevindt zich een verontreiniging van gechloreerde solventen, grotendeels onder een productiehal gelegen in industriegebied.

De volgende 3 varianten worden met elkaar vergeleken:

- Variant 1: thermische sanering (90°C) tot de risicogebaseerde terugsaneerwaarde.
- Variant 2: gestimuleerde reductieve afbraak tot risicogebaseerde terugsaneerwaarde.
- Variant 3: monitoring MNA.

Het effect op de ecosystemendiensten wordt beoordeeld in tabel 12.

De totaalscores uit de tabel (v1:22, V2: 50, V3:50) worden herrekend naar een totaalscore op 15.

Dit resulteert in volgende scores voor het criterium "aanbrengen van schade aan ecosystemendiensten"

V1: score 2.7

V2: score 6.15

V3: score 6.15

ESD	Variant 1		Variant 2		Variant 3		Toelichting
	Standaard score	Toegekende Score ESD	Standaard score	Toegekende Score ESD	Standaard score	Toegekende Score ESD	
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)	1	1	7	7	5	5	V1: het gebruik van hoge temperaturen, kan het bodemleven aangetasten. Hierdoor zal over een lange periode onmogelijk zijn omgewassen te telen of vee te houden. V2: Door het actief toevoegen van nutriënten, bacteriën of reagentia ...worden de natuurlijke processen in de bodem gestimuleerd, dit heeft een positief effect op het bodemleven.
Voorziening van mineralen	3	3	5	5	5	5	V1: Door de verhoogde temperatuur kan de bodem sterk wijzigen, hierbij kunnen bijvoorbeeld veenlagen verstoord worden.
Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit	1	1	9	9	5	5	V1: De intensieve techniek maakt het goed functioneren van de bodem onmogelijk, het tast de bodemstructuur en het bodemleven aan. V2: Door het toevoegen van de nutriënten, wordt de bodem dan weereerder verrijkt met micro-organismen en heeft dit een zeer positief effect op het vermogen om de bodemkwaliteit te regelen
Regulatie van de atmosfeer	1	1	3	3	5	5	V1: Door het toevoegen van warmte aan de bodem, zal de warmtebuffer capaciteit van de bodem en ondergrond negatief worden beïnvloed.
Regulatie van het risico op grondverschuivingen	3	3	5	5	5	5	V1: Door de toevoeging van warmte, kan overdruk ontstaan in het ondergronds systeem. Bovendien kunnen veenlagen worden verstoord.
Regulatie van het risico op erosie	5	5	5	5	5	5	/
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	5	5	5	5	5	5	/
Biodiversiteit	1	1	3	3	5	5	V1: Het bodemleven wordt sterk aangetast V2: De installatie van injectieputten veroorzaakt een afname van de vegetatie naast de productiehal.
Belevingswaarde	1	1	3	3	5	5	V1: De temperatuursverandering in de bodem kan dit leiden tot een biotische toestandsverandering, dit zorgt voor habitatverlies en vegetatieverlies
Wetenschap en educatie	1	1	5	5	5	5	/
<b>Som:</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	

Tabel 13: Uitwerking ESD-scores voorbeeld 2

Indien Variant 1 zou worden weerhouden als saneringsvariant in de globale MCA, moeten milderende maatregelen overwogen worden gezien de totaalscore < 38.

### 5.6.3 Voorbeeld 3

Door een lekkende riolering is er een PCE verontreiniging in het grondwater. De riolering zorgde voor meerdere bronzones zowel in het stadscentrum als onder de weg.

De volgende 4 varianten worden met elkaar vergeleken:

- Gestimuleerde reductieve afbraak ter hoogte van de bronzone (contour 1 500 µL/L), waarbij een C-bron in combinatie met ZVI wordt geïnjecteerd door middel van periodieke direct push injecties.
- Gestimuleerde reductieve dechlorinatie ter hoogte van de bronzone (contour 1 500 µL/L), waarbij de C-bron wordt geïnjecteerd door middel van periodieke injecties op permanente injectieputten.
- Gestimuleerde reductieve dechlorinatie ter hoogte van de bronzone (contour 1 500 µL/L) waarbij de C-bron wordt geïnjecteerd en verspreid door middel van een grondwatercirculatiecel.
- In situ chemische oxidatie door middel van periodieke push injecties.

Het effect op de ecosystemendiensten wordt beoordeeld in tabel 13.

De totaalscores uit de tabel (v1:44, V2: 48, V3:46, V4:34 ) worden herrekend naar een totaalscore op 20. Dit resulteert in volgende scores voor het criterium “aanbrengen van schade aan ecosystemendiensten”

V1: score 5.1

V2: score 5.6

V3: score 5.3

V4: score 4.0

ESD	Variant 1		Variant 2		Variant 3		Variant 4		toelichting
	Standaard score	Toegekende Score	Standaard score	Toegekende Score ESD	Standaard score	Toegekende Score ESD	Standaard score	Toegekende Score ESD	
Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl.drinkbaar water)	3	7	7	7	7	7	3	3	V1-3: actief toevoegen van nutriënten, bacteriën of reagentia ... stimuleert de natuurlijke processen in de bodem. De teelt van gewassen en dieren kan vrijwel meteen na afloop van de techniek starten. De installatiewerken en uitvoeren van eventuele injecties zorgt voor weinig verdichting van de bodem.
Voorziening van mineralen	3	3	5	5	5	5	3	3	/
Regulatie van de bodem-en waterkwaliteit	3	9	9	9	5	9	3	3	V1-3: Het toevoegen van een C-bron stelt de bodem ende bodembacteriën beter in staat zelf de verontreiniging af te breken. En heeft dus een zeer positief effect voor het regelen van de bodem- en waterkwaliteit
Regulatie van de atmosfeer	3	3	3	3	3	3	3	3	/
Regulatie van het risico op grondverschuivingen	5	3	5	3	3	3	5	3	V1,2,4: Gezien gewerkt wordt met injecties op overdruk, is er een risico op grondverschuivingenV3: Door het toevoegen van een grondwatercirculatiecel kan er een risico zijn op grondverschuivingen.
Regulatie van het risico op erosie	5	5	5	5	5	5	5	5	/
Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop	5	5	5	5	3	3	5	5	/
Biodiversiteit	3	3	3	3	3	3	3	3	/
Belevingswaarde	3	3	3	3	3	3	3	3	/
Wetenschap en educatie	3	3	5	5	5	5	3	3	/
<b>Som:</b>	<b>36</b>	<b>44</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	

Tabel 14: Uitwerking ESD-scores voorbeeld 3

Indien variant 4 zou worden weerhouden als saneringsvariant in de globale MCA, moeten milderende maatregelen overwogen worden gezien de totaalscore < 38.



## 6 BIJLAGEN

### 6.1 BIJLAGE 1: ACHTERGRONDINFO: IMPACT EN GEVOLGEN VAN BODEMSANERINGSWERKEN EN -TECHNIEKEN OP DE DIENSTEN DIE HET ECOSYSTEEM LEVERT TEN VOORDELE VAN DE MENS (ESD)

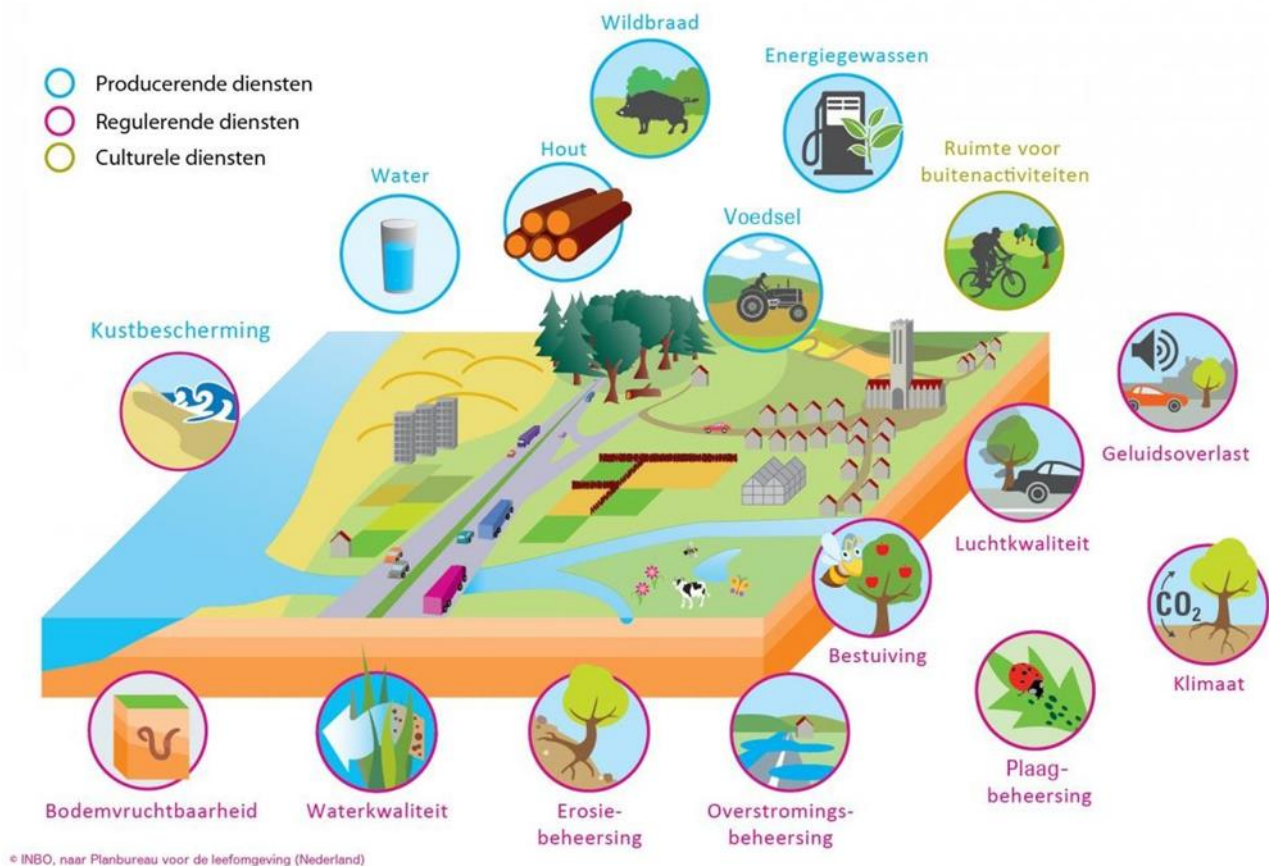
Bodemsanering betreft een activiteit die de mens uitvoert ter verbetering van de leefomgeving en het menselijk welzijn, van zijn omgeving en het ecosysteem. Deze activiteit kan zowel een impact hebben op de ecosysteemfuncties als al dan niet rechtstreeks op de diensten die het ecosysteem levert ten voordele van de mens (ESD).



Figuur 1: Samenhang tussen de eigenschappen en processen van het ecosysteem met de ecosysteemfuncties en de diensten die deze leveren ten voordele van het menselijk welzijn.

Een goed functionerende bodem levert verschillende belangrijke bodemfuncties, en daaruit voortvloeiende ecosysteemdiensten, aan de mens en zijn omgeving, zoals bodemvruchtbaarheid (primaire productie van voedsel, vezels en energiegewassen), regulatie van waterkwantiteit en -kwaliteit, koolstofopslag in bodems, habitat voor functionele en intrinsieke biodiversiteit, nutriënten-kringlopen en -verwerking, culturele diensten, enzovoort.

De diensten die de bodem voor mens en omgeving opneemt verdienen onze aandacht, en de zorg is best wederzijds. Verschillende toekomstige uitdagingen, zoals de klimaatverandering en wijzigingen in landgebruik, maken die aandacht en zorg bovendien urgent.



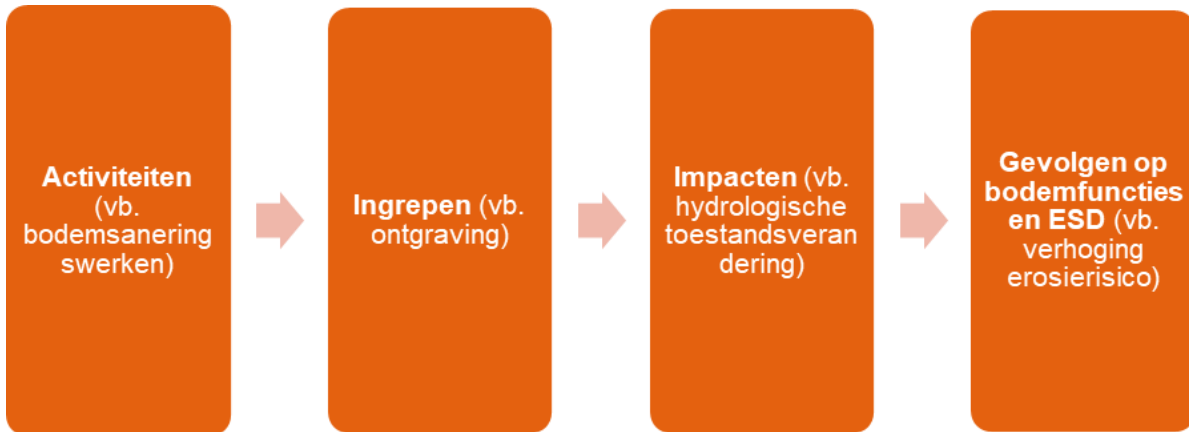
Figuur 2: Ecosysteemdiensten zijn de voordelen die mensen ontleen aan ecosystemen, oftewel hun directe en indirecte bijdragen aan het menselijk welzijn. Daartoe behoren dienstverlening zoals voedsel- en watervoorziening, toezichtdiensten zoals overstromings- en ziektebestrijding en culturele diensten zoals geestelijke, recreatieve en culturele voordelen. (INBO, <https://www.ecopedia.be/encyclopedie/ecosysteemdiensten>)

De belangrijkste ecosystemendiensten die de bodem kan leveren worden opgesomd in Tabel 15.

Funcities	ESD
<b>Productie van biomassa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)</li> <li>– Belevingswaarde</li> </ul>
<b>Opslag, filteren en transformeren van nutriënten, stoffen en water</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regeling van het waterdebiet en de hydrologische kringloop</li> <li>– Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit</li> <li>– Regulatie van het risico op erosie</li> <li>– Regulatie van het risico op grondverschuivingen</li> </ul>
<b>Biodiversiteit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instandhouding van populaties en habitats</li> <li>– Belevingswaarde</li> <li>– Regulatie van het risico op erosie</li> <li>– Regulatie van het risico op grondverschuivingen</li> <li>– Wetenschap en educatie</li> </ul>
<b>Platform voor menselijke activiteiten (vb. draagkracht voor bebouwing)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wetenschap en educatie</li> <li>– Belevingswaarde</li> </ul>
<b>Bron van grondstoffen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Voorziening van mineralen</li> <li>– Voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)</li> </ul>
<b>Koolstofreservoir</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regulatie van de atmosfeer</li> <li>– Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit</li> </ul>
<b>Bewaren van geologisch en archeologisch erfgoed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wetenschap en educatie</li> </ul>

Tabel 15: Funcities van het ecosysteem, gekoppeld aan potentiële ESD die het ecosysteem kan leveren indien deze funcities in een goede staat verkeren

Bodemsaneringswerken kunnen een effect hebben op het vermogen van de bodem om ecosystemendiensten te leveren. Zo gaat de activiteit “bodemsaneringswerken” bijvoorbeeld gepaard met de ingreep “ontgraving”, wat tot een ‘hydrologische toestandsverandering’ kan leiden van de ondergrond. Deze toestandsverandering kan tot gevolg hebben dat de infiltratie van hemelwater in de bodem moeilijker verloopt, en er bijgevolg een negatieve impact is op de ESD “beperking erosierisico”.



Figuur 3: Effectketen voor activiteiten waarbij de impacten en gevolgen afhankelijk zullen zijn van de lokale bodemgesteldheid

Bodemsaneringswerken leiden tot een verbetering van de chemische bodemkwaliteit en/of chemische waterkwaliteit (directe invloed) op korte termijn. De verbetering van de bodem- en waterkwaliteit leiden onrechtstreeks ook tot een verbetering van het bodemleven, wat op zijn beurt kan leiden tot een verbeterde bodemsamenstelling, minder verdichting, meer infiltratie...(indirecte invloeden).

Het verbeteren van de waterkwaliteit wil echter niet rechtstreeks zeggen dat het ecosysteem in de toekomst ook zelf beter de waterkwaliteit zal kunnen regelen indien toekomstige verontreinigingen optreden (vb. te veel stikstof in het water). Dit wil zeggen dat de ESD "Regulatie van de bodem- en waterkwaliteit" daarom niet 1:1 verbetert tijdens de sanering. Om een goede regulatie van de waterkwaliteit te garanderen is namelijk ook een goede toestand van andere ESD vereist, zoals: voldoende infiltratie van hemelwater in de bodem om een goed vochtgehalte te bekomen, aanwezigheid van voldoende zuurstof in de bodem, een goede bodemkwaliteit en -structuur, en voldoende bodemleven. Indien deze aspecten negatief beïnvloed worden tijdens de bodemsaneringswerken, kan het dus zijn dat er op lange termijn een grote invloed plaatsvindt en dat het vermogen van de bodem om de waterkwaliteit te reguleren niet verbeterd of zelfs verslechterd met de saneringswerken, hoewel de waterkwaliteit op korte termijn wel verbeterd.

Wanneer de impact van bodemsaneringswerken een toestandsverandering van het ecosysteem tot gevolg heeft, kunnen de ecosysteefuncties verstoord worden. In een Nederlands onderzoek naar een redeneerlijn voor de ondergrond (VROM, 2009) wordt een onderscheid gemaakt tussen zes verschillende impacts in de ondergrond. In de voorliggende studie nemen we verstoring van bodem of ondergrond op als onderdeel van fysische toestandsverandering wat betekent dat we een onderscheid maken in **vijf verschillende mogelijke impacts**:

- 1 **Hydrologische toestandsverandering:** verandering van grondwaterstroming, grondwaterstand of menging van verschillende typen grondwater en wijziging bodemvochtregime.
- 2 **Biotische toestandsverandering:** verandering bodemleven en waterleven; opslag van koolstof in biomassa.
- 3 **Chemische toestandsverandering:** verandering chemische kwaliteit van de bodem, ondergrond en grondwater door verontreiniging, temperatuurverandering en wijziging van het bodemvochtgehalte.
- 4 **Fysische toestandsverandering:** verandering van de fysische toestand van de bodem en ondergrond (vb. door temperatuurverandering, verdichting of door trilling), opslag van koolstof in de bodem, wijziging bodemstabiliteit, wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid) en als onderdeel van fysische toestandsverandering: de **verstoring bodemopbouw:** vergraving in de bodem of de ondergrond of het doorboren van grondlagen en/of scheidende lagen, profielwijziging en structuurwijziging.
- 5 De verandering van de **hoeveelheid beschikbare (ondergrondse) ruimte.** Wanneer ruimte wordt ingenomen door een permanente constructie, kan deze ruimte later niet voor iets anders worden gebruikt.

In de matrix in hoofdstuk 5.1 wordt weergegeven welke impacts de verschillende ingrepen van bodemsaneringswerken kunnen hebben op de ecosysteemfuncties.

- Afhankelijk van de diepte en het volume van de bodemsaneringswerken in de ondergrond, en de kwetsbaarheid van het lokale grondwatersysteem, is er een impact op de hydrologische toestand van het ecosysteem. Deze impact kan voortkomen uit de ondergrondse ruimte-inname en het voorkomen van een waterdoorlaatbare barrière in de ondergrond, maar kan ook het gevolg zijn van een tijdelijke of permanente bemaling. De impact uit zich voornamelijk in een wijziging van de grondwaterstroming, de grondwaterstand en het bodemvochtregime op de locatie zelf, maar ook in de ruimere omgeving. Een andere oorzaak van de wijziging van de grondwaterstand is een verminderde waterinfiltratie door bodemverdichting of verharding.
- Een andere belangrijke impact, is de impact van het uitgraven van de bodem en ondergrond en hoe de opbouw daarvan wordt verstoord. Hoewel de ontgraving zelf slechts een tijdelijke ingreep is, kan de verstoring toch een behoorlijk effect hebben omwille van het laag regeneratie- en aanpassingsvermogen van de bodem en ondergrond. Tevens treedt er vaak een zekere mate van menging van grondlagen op tijdens de ontgraving. Het selectief afgraven en vermijden van bodemverdichting speelt een grote rol in de impact van vergraven.

- De impact van verstoring uit zich niet enkel in de opbouw en de structuur van de ondergrond, maar uit zich ook in de biotische toestand van de bodem. Hoe groter de ingreep in de bodem (zowel in volume als in oppervlakte), hoe moeilijker het is voor de bodem om zich te herstellen wanneer de saneringswerken zijn afgelopen. Wanneer de bodem permanent ingenomen of bedekt wordt, wordt de biotische toestand van de bodem volledig aangetast. Afhankelijk van het aanwezige bodemleven en hoe dit gerelateerd is aan de bodemprocessen, kan de impact zeer groot zijn. Tevens kan bemaling voor een verandering van de leefomgeving van grondwaterafhankelijke vegetatietypes zorgen. Wijzigingen in het bodemvochtregime en temperatuurwijzigingen in de bodem kunnen ook een grote impact hebben op het bodemleven. Afhankelijk van het zelfregulerend vermogen van de bodem zal dit effect zich na de saneringsacties op korte of lange termijn situeren.
- In het algemeen kan gesteld worden dat een groot deel aan effecten kan voorkomen worden wanneer de impact op de bodem zo laag mogelijk wordt gehouden. Wanneer de bodem wordt gevrijwaard en zoveel mogelijk structuurbederf door o.a. bodemverdichting wordt vermeden en na de constructiefase zo goed als mogelijk wordt hersteld, kunnen verschillende effecten voorkomen of beperkt gehouden worden.

Er wordt gesproken van 'gevolgen' voor ecosysteemdiensten wanneer een impact van bodemsaneringswerken gevolgen heeft voor de ecosysteefuncties en/of ecosysteemdiensten. Of een impact van bodemsaneringswerken gevolgen heeft voor de levering van specifieke ESD hangt af van de randvoorwaarden die een bepaalde ESD stelt aan de toestand van het ecosysteem (bv. bepaalde grondwaterstand of een bepaalde chemische kwaliteit).

De gevolgen voor een bepaalde ESD zijn dus sterk afhankelijk van de eisen die gesteld worden aan de lokale gesteldheid van het ecosysteem door die bepaalde ESD. Bijvoorbeeld voor de ESD 'voorziening van voeding, materialen en energie door de teelt van gewassen of dieren (incl. drinkbaar water)': Het ene gewas kan beter tegen de verandering van een grondwaterstand dan het andere gewas. Bij een verandering van de grondwaterstand kan dus de ESD voor het ene gewas benadeeld worden, terwijl de voorziening van een ander gewas bevoordeeld kan worden. Dit maakt dat het belang van de ESD steeds gekaderd moet worden volgens de toekomstige bestemming van de te saneren site en de potentiële belanghebbenden.