

***Geactualiseerd MER-  
richtlijnenboek***

***Discipline Bodem***

Versie 30 juni 2008

---



# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>1</b>
<b>1 Ten Geleide</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Milieueffectrapportage</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Een geactualiseerd richtlijnenboek</b>	<b>7</b>
1.2.1 Algemeen	7
1.2.2 Waarom een actualisatie?	7
1.2.3 Hoe werd de actualisatie aangepakt?	8
1.2.4 Doel en doelgroep van dit richtlijnenboek	8
1.2.5 Het MER-richtlijnenboek: een “levend” document	8
<b>1.3 Leeswijzer</b>	<b>9</b>
<b>2 Benaderingswijze van de discipline Bodem</b>	<b>11</b>
<b>3 Onderzoekssturende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Inleiding</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Onderzoekssturende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden</b>	<b>14</b>
3.2.1 Decreet betreffende de bodemsanering en de bodem-bescherming en Vlarebo	14
3.2.2 Vlarea - Vlaams Reglement inzake afvalvoorkoming en -beheer	15
3.2.3 Vlarem II	15
3.2.4 Oppervlaktedelfstoffendecreet en Vlareop	16
3.2.5 Gewestplan, plannen van aanleg, ruimtelijke uitvoeringsplannen	16
3.2.6 Andere randvoorwaarden	17
<b>3.3 Meer informatie</b>	<b>17</b>
<b>4 Informatiebronnen</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Inleiding</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Initiatiefnemer</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Basisinformatiebronnen</b>	<b>19</b>

<b>4.4</b>	<b>Andere informatiebronnen</b>	<b>19</b>
<b>4.5</b>	<b>Informatie uit andere disciplines</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Karakterisering effectgroepen</b>	<b>26</b>
<hr/>		
<b>5.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Bespreking effectgroepen</b>	<b>26</b>
5.2.1	Effectgroep structuurwijziging	28
5.2.2	Effectgroep profielwijziging	29
5.2.3	Effectgroep wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid	30
5.2.4	Effectgroep erosie	31
5.2.5	Effectgroep grondverschuiving	31
5.2.6	Effectgroep wijziging bodemstabiliteit	32
5.2.7	Effectgroep aantasting bodemhygiëne	33
5.2.8	Effectgroep wijziging bodemvochtregime	35
5.2.9	Diepere ondergrond	36
<b>6</b>	<b>Afbakening van het studiegebied</b>	<b>37</b>
<hr/>		
<b>6.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>37</b>
<b>6.2</b>	<b>Methode voor de afbakening van het studiegebied</b>	<b>37</b>
<b>6.3</b>	<b>Verantwoording en weergave in het MER</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Analyse van de referentiesituatie</b>	<b>39</b>
<hr/>		
<b>7.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>39</b>
<b>7.2</b>	<b>Het beschrijven van de referentiesituatie</b>	<b>39</b>
7.2.1	Algemeen	39
7.2.2	Methodiek	40
7.2.3	Basiskenmerken	41
7.2.4	Andere kenmerken	42
<b>8</b>	<b>Analyse van de geplande situatie</b>	<b>49</b>
<hr/>		
<b>8.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>49</b>

8.1.1	<i>Gebruik van modellen</i>	50
8.1.2	<i>Effectbeoordeling</i>	51
<b>8.2</b>	<b>Structuurwijziging</b>	<b>51</b>
8.2.1	<i>Verdichting</i>	51
8.2.2	<i>Verslemping en korstvorming</i>	53
<b>8.3</b>	<b>Profielvernietiging</b>	<b>54</b>
8.3.1	<i>Aantasting aanwezig profiel</i>	54
8.3.2	<i>Verstoring van historisch/wetenschappelijk waardevolle bodems</i>	55
8.3.3	<i>Aantasting van het archeologisch bodemarchief</i>	55
<b>8.4</b>	<b>Erosie</b>	<b>56</b>
8.4.1	<i>Watererosie</i>	56
8.4.2	<i>Winderosie</i>	58
<b>8.5</b>	<b>Grondverschuivingen</b>	<b>58</b>
8.5.1	<i>Type I</i>	59
8.5.2	<i>Type II</i>	62
<b>8.6</b>	<b>Wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid</b>	<b>64</b>
8.6.1	<i>Wijziging bodemgebruik</i>	64
8.6.2	<i>Wijziging Bodemgeschiktheid</i>	65
<b>8.7</b>	<b>Wijziging Bodemstabiliteit</b>	<b>68</b>
8.7.1	<i>Bodemzetting en inklinking</i>	68
8.7.2	<i>Risico op taludinstabiliteit</i>	70
<b>8.8</b>	<b>Aantasting bodemhygiëne</b>	<b>71</b>
<b>8.9</b>	<b>Wijziging bodemvochtregime</b>	<b>74</b>
8.9.1	<i>Vernatting/verdroging</i>	74
<b>8.10</b>	<b>Wijziging diepere ondergrond</b>	<b>75</b>
8.10.1	<i>Uitputting natuurlijke rijkdom</i>	75
8.10.2	<i>Wijziging geologische toestand</i>	76
<b>9</b>	<b>Gegevensoverdracht</b>	<b>77</b>

---

<b>9.1</b>	<b><i>Discipline Water</i></b>	<b>77</b>
<b>9.2</b>	<b><i>Discipline Fauna en Flora</i></b>	<b>77</b>
<b>9.3</b>	<b><i>Discipline Mens</i></b>	<b>78</b>
<b>9.4</b>	<b><i>Discipline Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie</i></b>	<b>78</b>
<b>9.5</b>	<b><i>Discipline lucht</i></b>	<b>79</b>
<b>10</b>	<b><i>Eindbeoordeling van de geplande situatie</i></b>	<b>80</b>
<b>10.1</b>	<b><i>Wat is een eindoordeel Bodem ?</i></b>	<b>80</b>
<b>10.2</b>	<b><i>Methodieken ter beoordeling</i></b>	<b>80</b>
10.2.1	<i>Eindoordeel op basis van expertenoordeel</i>	80
10.2.2	<i>Eindoordeel op basis van multicriteria-analyse</i>	81
10.2.3	<i>Andere beoordelingsmogelijkheden</i>	82
<b>11</b>	<b><i>Beschrijving van de milderende maatregelen</i></b>	<b>83</b>
<b>11.1</b>	<b><i>Voorbeelden voor de discipline Bodem</i></b>	<b>84</b>
<b>12</b>	<b><i>Leemten in de kennis</i></b>	<b>85</b>
<b>12.1</b>	<b><i>Ontbreken basisgegevens betreffende het project</i></b>	<b>85</b>
<b>12.2</b>	<b><i>Ontbreken methodologische aspecten</i></b>	<b>85</b>
<b>13</b>	<b><i>Postevaluatie</i></b>	<b>87</b>
<b>13.1</b>	<b><i>Waarom monitoring ?</i></b>	<b>87</b>
<b>13.2</b>	<b><i>Mogelijke monitoringswijzen</i></b>	<b>87</b>
<b>13.3</b>	<b><i>Wanneer is monitoring aangeraden ?</i></b>	<b>88</b>
<b>14</b>	<b><i>Begrippenlijst + afkortingen</i></b>	<b>89</b>
<b>15</b>	<b><i>Referentielijst</i></b>	<b>92</b>
<b>15.1</b>	<b><i>Literatuur</i></b>	<b>92</b>
<b>15.2</b>	<b><i>Internet</i></b>	<b>94</b>

## Tabellen

<i>Tabel 4-1: Basis - informatiebronnen</i>	21
<i>Tabel 4-2: Extra informatiebronnen</i>	23
<i>Tabel 7-1: Bepalende bodemparameters per effectgroep</i>	42
<i>Tabel 8-1: Kwalitatieve beoordeling kans op verdichting</i>	52
<i>Tabel 8-2: Richtlijnen voor maximum bandenspanning van landbouwwerktuigen</i>	52
<i>Tabel 8-3: kwalitatieve beoordeling kans op verslemping</i>	54
<i>Tabel 8-4: Parameters om risico op watererosie te bepalen</i>	56
<i>Tabel 8-5: Indicatieve parameters voor bepaling van de beperking van de bodemfuncties</i>	67
<i>Tabel 8-6: Relevante parameters voor analyse van absorptie van zware metalen</i>	72
<i>Tabel 8-7: Relevante parameters voor analyse van uitspoeling nitraat</i>	72
<i>Tabel 8-8: Relevante parameters voor analyse van fixatie van fosfaat</i>	73
<i>Tabel 10-1: Fictief voorbeeld van multicriteria-Analyse</i>	82

## Figuren

<i>Figuur 8-1: Samenhang van de verschillende relevante processen in de bodem met de vochthuishouding (SWBNL, 1989) .....</i>	75
<i>Figuur 10-1: Basisstramien expertenoordeel .....</i>	81





# 1 **Ten Geleide**

---

## 1.1 **Milieueffectrapportage**

In een milieueffectrapport (MER) wordt gerapporteerd over milieueffecten van een voorgenomen plan of activiteit: de milieugevolgen voor mensen, planten, dieren, goederen, water, bodem, lucht, monumenten, de natuur en het landschap worden op een wetenschappelijke manier bestudeerd en beschreven. Volgens het MER/VR-decreet is een project-MER *“een openbaar document waarin, van een voorgenomen project en van de redelijkerwijze in beschouwing te nemen alternatieven, de te verwachten gevolgen voor mens en milieu in hun onderlinge samenhang op een systematische en wetenschappelijk verantwoorde wijze worden geanalyseerd en geëvalueerd, en aangegeven wordt op welke wijze de aanzienlijke milieueffecten vermeden, beperkt, verholpen of gecompenseerd kunnen worden”*;

De wettelijke eisen van de inhoud van het MER zijn omschreven in het MER - VR decreet van 18 december 2002<sup>1</sup>. De projecten en/of activiteiten waarvoor een project-MER dient te worden opgesteld, worden vastgelegd in het uitvoeringsbesluit van 10 december 2004 van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van de categorieën van projecten onderworpen aan milieueffectrapportage (B.S. 17/02/2005).

## 1.2 **Een geactualiseerd richtlijnenboek**

### 1.2.1 **Algemeen**

De milieueffectrapporten worden opgesteld door erkende milieudeskundigen, erkend voor één of meerdere disciplines. Alhoewel de minimale inhoud van een MER wettelijk vastligt, kan de uitwerking van een MER van geval tot geval verschillen. Om de kwaliteit van de MER's te verbeteren en de diepgang van een MER af te bakenen werden in 1997 richtlijnenboeken gepubliceerd, waarin per discipline aanbevelingen en richtlijnen werden opgenomen voor het opstellen van een volledig en kwalitatief goed milieueffectrapport.

Deze richtlijnenboeken werden opgesplitst in elf delen, waarvan de eerste twee delen de algemene procedure en de methodologische aanpak van een MER behandelden, en de volgende negen richtlijnen bevatten voor elk van de MER-disciplines.

### 1.2.2 **Waarom een actualisatie?**

Aangezien de wetgeving omtrent milieueffectrapportage aan veranderingen onderhevig is en recent werd uitgebreid met een uitvoeringsbesluit, en aangezien de inzichten over het milieu in het algemeen en de kennis inzake milieueffecten en effectvoorspelling in het bijzonder sinds het verschijnen van de vorige richtlijnenboeken is toegenomen, werd er besloten om de richtlijnenboeken te actualiseren (dit is overigens ook decretaal bepaald; MER/VR-decreet, Hfst. VI, Afd. II, Art. 4.6.2§3).

---

<sup>1</sup>decreet van 18 december 2002 tot aanvulling van het decreet van 5 april 1995 houden de algemene bepalingen inzake milieubeleid met een titel betreffende de milieueffect- en veiligheidsrapportage.

### **1.2.3 Hoe werd de actualisatie aangepakt?**

De actualisatie van de richtlijnenboeken werd ingedeeld in verschillende fasen. Ten eerste werd in een knelpuntanalyse onderzocht waar zich de knelpunten bevonden bij het gebruik van de voorgaande richtlijnenboeken. Hiervoor werden verschillende milieueffectrapporten geanalyseerd om na te kijken in hoeverre de voorgaande richtlijnenboeken effectief gebruikt werden bij het opstellen van een MER. Er werd een studie gemaakt van de situatie in het buitenland en een overzicht opgesteld van de huidige kennis inzake effectvoorspelling en effectbeoordeling per discipline. De voorgaande richtlijnenboeken werden ook getoetst aan de geldende (en verwachte) juridische en beleidsmatige randvoorwaarden. Op basis van deze eerste analyse werd in een volgende fase een voorstel opgemaakt om de richtlijnenboeken te actualiseren, wat resulteerde in een eerste ontwerptekst.

Tijdens dit proces was er regelmatig overleg met de Cel Mer en werd een stuurgroep samengesteld (bestaande uit vertegenwoordigers van verschillende adviesverlenende instanties) om de voortgang van het project en de ontwerp teksten bij te sturen.

Op basis van de ontwerp tekst en het hierover gevoerde overleg werd er per discipline een geactualiseerd richtlijnenboek opgesteld.

Latere aanpassingen werden toegevoegd door de Afdeling ALBON van het departement LNE.

### **1.2.4 Doel en doelgroep van dit richtlijnenboek**

In dit richtlijnenboek wordt alle kennis gebundeld in verband met de methodologische aanpak om op een gefundeerde en wetenschappelijk verantwoorde manier de milieueffecten te bepalen van een project of activiteit, specifiek voor de discipline Bodem, zodat de kwaliteit van het milieueffectrapport gewaarborgd wordt. De kennis inzake de procedurele aspecten werd in een apart richtlijnenboek opgenomen.

Het doel van dit richtlijnenboek is om een praktische leidraad te zijn bij het opstellen van een milieueffectrapport, om het mogelijk te maken om op basis van dit boek de richtlijnen af te bakenen voor afzonderlijke projecten. De diepgang waarop de discipline Bodem in een MER behandeld dient te worden is namelijk afhankelijk van het project zelf.

Dit richtlijnenboek richt zich dan ook voornamelijk naar MER-deskundigen, de initiatiefnemers van een m.e.r.-plichtige activiteit (in de persoon van bijvoorbeeld een milieucoördinator), de betrokken administraties en de vergunningsverlenende en controlerende overheid.

De geactualiseerde richtlijnenboeken zijn in de eerste plaats bedoeld voor het opstellen van project-MER's, wat niet wegneemt dat de hierin voorgestelde methodes ook niet kunnen worden gebruikt bij het opstellen van een plan-MER.

### **1.2.5 Het MER-richtlijnenboek: een "levend" document**

Het verzamelen en weergeven van allerhande informatie in dit richtlijnenboek brengt met zich mee dat het richtlijnenboek een tijdelijk karakter heeft. Relevante juridische en beleidsmatige randvoorwaarden kunnen wijzigen, nieuwe informatiebronnen of referentieliteratuur worden beschikbaar en zelfs de beoordelingssystemen kunnen geactualiseerd worden op basis van nieuwe inzichten. Hierbij komt nog dat de manier van informatie verzamelen, opslagen en verwerken, meer en meer via digitale weg zal gebeuren door middel van databanken, geografische informatiesystemen, internet en computermodellen.

Om die redenen is het belangrijk dit richtlijnenboek te beschouwen als een "levend document". Dat wil zeggen dat het hier voorliggende richtlijnenboek misschien niet meer zal verschijnen in boekvorm, om dan na tien jaar nog eens aangepast te worden, maar dat er wordt gewerkt naar een kennisstelsel, van waaruit op eenvoudige wijze toegang kan worden verkregen tot MER-gerelateerde informatie.

Er wordt onderzocht hoe dit praktisch zal worden uitgewerkt en wie de verantwoordelijkheid krijgt voor het actueel houden van de richtlijnenboeken. Meer informatie hierover zal ten gepaste tijde beschikbaar worden op de webstek van de Cel Mer ([www.mervlaanderen.be](http://www.mervlaanderen.be)).

Bovenstaande doelstelling is realiseerbaar omdat het beleid er ook op gericht is om de informatieverstrekking op termijn veel efficiënter te maken.

Belangrijk hierbij zal zijn:

- Centralisatie van gegevens
- Verhogen van de toegankelijkheid van gegevens
- Directe links naar betrokken instanties
- Directe links naar de databanken
- Toegankelijke en begrijpbare wetgeving
- Toegankelijke en actuele databanken met wetenschappelijke achtergrondinformatie
- Toegankelijke en thematische indexen van casestudies van MER's en passende beoordelingen.

De actualisatie van het richtlijnenboek dient in die zin dan ook eerder als een procesbenadering beschouwd te worden, waarbij een aantal processen bij de Vlaamse overheid in gang kunnen gezet worden.

## **1.3 Leeswijzer**

De indeling van dit richtlijnenboek werd gebaseerd op het voorgaande richtlijnenboek en op de indeling van een standaard milieueffectrapport.

*Hoofdstuk 2: Benaderingswijze van de discipline Bodem*  
bepaalt de reikwijdte en benaderingswijze van de discipline.

*Hoofdstuk 3: Onderzoekssturende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden*  
geeft een overzicht van de randvoorwaarden die de inhoud van een MER bepalen en geeft aan waar de meest recente informatie hieromtrent gevonden kan worden.

*Hoofdstuk 4: Bronnen van basisinformatie*  
geeft een overzicht van de belangrijkste informatiebronnen die gebruikt kunnen worden bij de uitwerking van de discipline Bodem in het MER.

*Hoofdstuk 5: Karakterisering van de effectgroepen*  
gaat dieper in op de mogelijke effecten die een project met betrekking tot de discipline Bodem kan veroorzaken en geeft aan in welke gevallen deze effect(groep)en onderzocht dienen te worden.

*Hoofdstuk 6: Afbakening van het studiegebied*  
beschrijft de wijze waarop het studiegebied wordt vastgelegd, rekening houdend met de projecteigenschappen en de te onderzoeken effecten

*Hoofdstuk 7: Beschrijving van de referentiesituatie*  
heeft tot doel een duidelijke uiteenzetting te geven over hoe de referentiesituatie dient omschreven en voorgesteld te worden en welke methoden hiervoor ter beschikking zijn.

*Hoofdstuk 8: Analyse van de geplande situatie*  
bevat een overzicht van de mogelijke effectvoorspellingsmethoden, hoe en wanneer deze kunnen worden toegepast en hoe de resultaten van deze effectvoorspelling beoordeeld kunnen worden.

*Hoofdstuk 9: Gegevensoverdracht naar andere disciplines*  
bestedt aandacht aan de cross-links tussen de verschillende disciplines.

*Hoofdstuk 10: Eindbeoordeling van de geplande situatie*

geeft een overzicht van de mogelijkheden die er zijn voor het vormen van een eindoordeel bij een voorgenomen activiteit

*Hoofdstuk 11: Beschrijving van de milderende maatregelen*

gaat in op de mogelijke milderende maatregelen en hoe hiermee dient omgegaan te worden.

*Hoofdstuk 12: Leemten in de kennis*

Hier wordt aangegeven welke types kennisleemten binnen de discipline Bodem kunnen optreden.

*Hoofdstuk 13: Opstarten van een postevaluatieprogramma*

er wordt aangegeven wanneer het raadzaam is om een monitoringprogramma op te starten en hoe met de resultaten hiervan wordt omgegaan.

Achteraan bevindt zich nog een verklarende woordenlijst en een lijst met referenties naar geraadpleegde informatiebronnen bij het opstellen van dit boekdeel.

Wanneer er wordt verwezen naar een project of activiteit wordt hiermee een m.e.r.-plichtig project of activiteit mee bedoeld.

## 2 ***Benaderingswijze van de discipline Bodem***

---

Om de discipline Bodem af te bakenen bestaan er verschillende interpretaties. Afhankelijk van de geraadpleegde bron wordt de bodem beperkt tot de ondiepe, bovenste laag van de aarde of wordt het begrip bodem uitgebreid tot de diepere, niet-verweerde lagen van de ondergrond, al dan niet met inbegrip van het grondwater en het bodemleven.

In het kader van dit richtlijnenboek wordt de reikwijdte van de discipline Bodem die in een MER behandeld wordt als volgt afgebakend:

***De bodem omvat de verschillende lagen van de aardkorst, waarbij zowel de ondiepe bovenste laag (pedologie) als de dieper gelegen lagen (geologie) onderzocht worden.***

De discipline Bodem omvat de studie van de aardkorst tot op een diepte die relevant is voor de beschrijving van de milieueffecten die van invloed zijn op het gebruik van de bodem door mens, plant en dier. Hierbij wordt al naargelang de noodzaak ingegaan op de topografie, de geomorfologie en het bodemprofiel, de textuur en structuur, de chemische en minerale samenstelling en de biologische kenmerken. In bepaalde gevallen kan de discipline Bodem dieper reiken en wordt er aandacht besteed aan de geologische structuur, de lithologische samenstelling, het historisch bodemgebruik en de historische relictten in de bodem.

Grondwater wordt beschouwd als een apart onderdeel en wordt behandeld in het richtlijnenboek voor de discipline Water. Dit neemt niet weg dat er een voortdurende wisselwerking is tussen bodem en grondwater, zodat de verbanden hiertussen duidelijk in het MER dienen te worden weergegeven.

De bodem vervult een aantal verschillende functies. Deze worden door de Europese Commissie onderverdeeld in verschillende categorieën.

- Basis voor productie van voedsel en andere biomassa (productiemiddel)
- Buffer / filter / bergplaats / medium voor verschillende processen
- Habitat en genenpoel (ecologische standplaats)
- Fysische en culturomgeving voor de mens (fysische standplaats)
- Bron van ruwe grondstoffen (natuurlijke rijkdom)

In het kader van een milieueffectrapport vullen we deze functies nog aan met:

- Landschapselement
- Waardevol historisch/wetenschappelijk element

Het is aan te raden om de milieukundige rol die de bodem in het project en op de projectlocatie vervult mee te nemen bij de beoordeling van de effecten, omdat dit een invloed heeft op de invloedssfeer van de effecten en de interrelaties met de andere milieucomponenten.

De discipline Bodem is een zogenaamde “technische discipline”. Dat wil zeggen dat de resultaten van de effectvoorspelling en de effectbeoordeling voor de verschillende effecten in de discipline Bodem als input worden gebruikt bij de effectbeoordeling in andere disciplines, zoals bijvoorbeeld de discipline Fauna en Flora en de discipline Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie. Dit is het gevolg van het feit dat de bodem soms een intermediaire rol speelt in de wisselwerking tussen water, lucht en het leven in en op die bodem.

Het Vlaams milieubeleidsplan deelt de milieuproblemen op in verschillende milieuthema's (MINA 3, 2003-2007). Het aspect bodemverstoring, het onderwerp van de discipline Bodem in een MER, komt in verschillende van die thema's voor.

- Bodemverontreiniging: een nadelige beïnvloeding van de kwaliteit van de bodem (rechtstreeks en onrechtstreeks) doordat er milieugevaarlijke stoffen zoals zware

metalen, organische stoffen en pesticiden door menselijke activiteiten in de bodem terechtkomen.

- Bodemaantasting: het verlies van bodemkwaliteit als gevolg van onder meer bodemerosie, verlies van organisch materiaal en mineralen, verzilting, verdichting, wijziging in het microreliëf, profielafbraak, vermindering van de diversiteit van bodemfauna- en flora, bodemafdekking en de winning van oppervlaktedelfstoffen.
- Verzuring: verstoring van de samenstelling van atmosfeer, water en bodem veroorzaakt door verzurende depositie (van zwavel- en stikstofhoudende verbindingen).
- Vermesting: verhoogde aanrijking van bodem, oppervlaktewater grondwater en lucht met de nutriënten stikstof, fosfor en kalium. Dit thema wordt apart behandeld in het Vlaams Milieubeleidsplan maar valt eigenlijk onder de noemer bodemverontreiniging.
- Verdroging: de verstoring van de waterinhoud- en cyclus van grondwaterlagen, wateropenstelsel en bodem door menselijke beïnvloeding.

In het kader van de richtlijnenboeken wordt de mogelijk bodemverstoring verder opgedeeld in verschillende effectgroepen. Deze zullen in meer of mindere mate aan bod komen in een MER, afhankelijk van de eigenschappen van het project of activiteit. In een later hoofdstuk zal hierop dieper worden ingegaan. Het gaat hierbij over de volgende effectgroepen:

- structuurwijziging
- profielwijziging
- wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid
- erosie
- grondverschuivingen
- wijziging bodemstabiliteit
- Aantasting bodemhygiëne (verontreiniging)
- wijziging bodemvochtregime
- wijziging van de diepere ondergrond

Volgens de Europese Commissie zijn de belangrijkste bedreigingen voor de bodem de erosieproblematiek, vermindering van het organisch materiaal, bodemverontreiniging, bodemafdekking, bodemverdichting, vermindering bodem-biodiversiteit, verzilting, overstromingen en grondverschuivingen. Al deze bodemdegradatieprocessen worden veroorzaakt of versneld door menselijk ingrijpen. De effectgroepen zoals deze bepaald werden voor de discipline Bodem kunnen gerelateerd worden met de Europese bodembedreigingen.

<b>Bodembedreigingen (volgens E.C.)</b>	<b>Effectgroepen MER-discipline Bodem</b>
Erosieproblematiek	Erosie, structuurwijziging, wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid
Vermindering organisch materiaal	Structuurwijziging, wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid, erosie
Bodemverontreiniging	Aantasting bodemhygiëne, wijziging bodemgeschiktheid
Bodemafdekking	Wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid, erosie, wijziging bodemvochtregime
Vermindering bodembiodiversiteit	Wijziging bodemgeschiktheid, aantasting bodemhygiëne
Verzilting	Aantasting bodemhygiëne, wijziging bodemvochtregime, wijziging bodemgeschiktheid
Overstroming	Aantasting bodemhygiëne, wijziging bodemgeschiktheid, wijziging bodemvochtregime
Grondverschuiving	Grondverschuivingen

De eventuele effecten op de bodem door een gepland project of activiteit kunnen verschillende oorzaken hebben, die zowel rechtstreeks door het project geïnduceerd worden of die onrechtstreeks door andere effecten kunnen worden veroorzaakt.

Verschillende effecten kunnen elkaar versterken of elkaar milderden. Strikt gesproken zijn zelfs niet alle effecten schadelijk voor de bodem. Hiermee dient bij de beoordeling van de bodemeffecten dan ook terdege rekening mee gehouden te worden.

Om de referentiesituatie te beschrijven, de mogelijke effecten vast te stellen en te beoordelen wordt er in deze discipline gebruik gemaakt van zowel de fysische als de chemische bodemeigenschappen (bvb. textuur, zuurtegraad, ...), naast eventuele parameters noodzakelijk voor een volledige effectbespreking die worden doorgegeven vanuit de andere disciplines (bvb. de vegetatie).

In de volgende hoofdstukken wordt er dieper ingegaan op de uitwerking van de discipline Bodem in een milieueffectrapport, hieronder wordt nog even kort samengevat welke de stappen zijn bij het opstellen van een MER:

- Analyse van de projectgegevens: er wordt een zo nauwkeurig mogelijk beeld geschetst van alle activiteiten die de uitvoering, exploitatie en eventueel de afbraak van het m.e.r.-plichtig project met zich meebrengt.
- Op basis van deze projectgegevens worden de relevante effectgroepen bepaald die later in het MER bestudeerd zullen worden. Wanneer in de loop van het proces bijkomende informatie vergaard wordt kan de selectie van de effectgroepen steeds worden aangepast.
- Het studiegebied wordt afgebakend. Ook hier is een aanpassing in de loop van het proces mogelijk.
- In het studiegebied wordt de referentiesituatie beschreven aan de hand van verschillende parameters, die relevant zijn om in de latere effectvoorspelling en –beoordeling een uitspraak te doen over de verwachte effecten. Deze parameters worden in eerste instantie gekozen op basis van de selectie van de effectgroepen.
- De geplande situatie wordt geanalyseerd: door de geplande activiteiten te combineren met de referentiesituatie worden de te verwachten effecten voorspeld.
- Van de verwachte effecten wordt indien mogelijk ook de grootte-orde bepaald en wordt de impact beoordeeld.
- Na de effectbepaling worden er milderende maatregelen voorgesteld om de voorspelde impact van het project op het milieu te beperken.
- Eventueel kan er ook een postevaluatieprogramma worden opgesteld.

## **3 Onderzoekssturende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden**

---

### **3.1 Inleiding**

De inhoud van een MER wordt wettelijk bepaald door de eisen die zijn vermeld in het MER-VR-decreet van 18 december 2002.

Naast dit decreet bestaan er nog verschillende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden die ook een invloed hebben op hetgeen in een MER onderzocht dient te worden, de zogenaamde onderzoekssturende randvoorwaarden. In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de belangrijkste onderzoekssturende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden voor de discipline Bodem in het bijzonder.

Een aandachtspunt hierbij is het feit dat wetgeving en beleidsmatige inzichten aan veranderingen onderhevig zijn, zodat ook de aspecten bepaald door deze onderzoekssturende randvoorwaarden (en dus ook de inhoud van het MER) kunnen wijzigen.

Het is dus belangrijk om in de beginfase van de m.e.r.-procedure na te gaan welke de meest recente onderzoekssturende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden zijn en welke de implicaties hiervan zijn. De hierna volgende oplistijng beoogt dan ook geen volledigheid na te streven en dient telkens afgetoetst te worden aan de actuele situatie.

### **3.2 Onderzoekssturende juridische en beleidsmatige randvoorwaarden**

#### **3.2.1 Decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming en Vlarebo**

##### **3.2.1.1 Wat**

Het decreet regelt de bodemsanering, de inventarisatie van potentiële verontreinigingsbronnen, historisch verontreinigde gronden, het grondverzet en de bodembescherming in Vlaanderen. Het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering (Vlarebo) geeft uitvoering aan de bepalingen van het decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming. Het Vlarebo werd reeds meermaals gewijzigd. Een belangrijke wijziging betreft de invoering van een regeling met betrekking tot uitgegraven bodem. Er moet worden benadrukt dat het vernieuwde Vlarebo gefaseerd in werking is getreden/zal treden.

Titel IV (Bodembescherming) van het decreet voorziet maatregelen en instrumenten ter bescherming van de bodem. Een subsidieregeling voor het uitvoeren van kleinschalige erosiebestrijdingsmaatregelen door gemeenten en een steunregeling voor het afsluiten van beheersovereenkomsten (pakket erosiebestrijding) met landbouwers worden geregeld door respectievelijk het Erosiebesluit (BVR van 7 december 2001) en het besluit van de Vlaamse regering betreffende het sluiten van beheersovereenkomsten en het toekennen van vergoedingen ter uitvoering van verordening (EG) 1698/2005 van de Raad van 20 september 2005 inzake steun voor plattelandsontwikkeling. Voor de andere bodembedreigingen (grondverschuivingen, verdichting...) bestaat er nog geen uitvoeringsbesluit met concrete maatregelen of instrumenten.

Meer info: [www.ovam.be](http://www.ovam.be) ; <http://www.lne.be/themas/bodem>.



### **3.2.1.2 Relevantie in een MER**

Naar de discipline Bodem toe is het decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming en het Vlarebo beperkt onderzoekssturend en onder andere van belang bij projecten of activiteiten waarbij er graafwerken gepland worden, of waarbij bodemaantastingsprocessen mogelijks geïnduceerd of versneld kunnen worden.

Bij het de bepaling van de effectgroepen die, afhankelijk van de ingreep, in het MER dienen onderzocht te worden, kan er nagekeken worden of het geplande project of activiteit voorkomt op de lijst van inrichtingen en activiteiten die bodemverontreiniging kunnen veroorzaken. Hiermee kan dan worden aangegeven of er eventuele gebruiksbepalingen of voorzorgsmaatregelen toegepast dienen te worden.

Bij het onderzoeken van de referentiesituatie kan er worden onderzocht of er in de omgeving van eventueel geplande graafwerken mogelijke verontreinigingen of verontreinigingsbronnen aanwezig zijn.

Ook van belang bij projecten met geplande graafwerken is de regeling omtrent het grondverzet. Afhankelijk van de grootte van het project en de volumes grond kan het grondverzet in of buiten het MER behandeld worden. Het is echter niet de bedoeling om in een MER dubbel werk te doen, als een project m.e.r.-plichtig is en de regelgeving omtrent grondverzet is van kracht kan men beide samen laten lopen. Als grond van een m.e.r.-plichtig project hergebruikt wordt in dit project (d.w.z. als de grondbalans gelijk is aan nul) kan het grondverzet behandeld worden in het MER, wordt de grond uit het project gebracht dan dient het niet in het MER te worden behandeld. In het MER dient wel een grondbalans te worden opgenomen, waarin wordt aangegeven welke hoeveelheden uit het project worden gebracht en behandeld zullen worden volgens de regelgeving inzake grondverzet.

Bij de effectvoorspelling en effectbeoordeling kunnen verwachte wijzigingen in de bodemkwaliteit getoetst worden aan de geldende bodemsaneringsnormen.

## **3.2.2 Vlarea - Vlaams Reglement inzake afvalvoorkoming en -beheer**

### **3.2.2.1 Wat**

Het Vlaams reglement inzake afvalvoorkoming en –beheer regelt het beheer en voorkomen van afvalstoffen in Vlaanderen. Ook het aanwenden van afvalstoffen als secundaire grondstof wordt hierin gereguleerd.

Meer info: [www.ovam.be](http://www.ovam.be)

### **3.2.2.2 Relevantie in een MER**

Dit reglement is slechts in beperkte mate een onderzoekssturende randvoorwaarde, maar voor projecten waarbij graafwerken plaatsvinden en de uitgegraven bodem gebruikt wordt als bouwstof worden hierin de voorwaarden waaraan men dient te voldoen (bvb. inzake samenstelling van de bodem en het type van hergebruik) opgenomen. Indien de bodem terug als bodem hergebruikt wordt, wordt er verwezen naar de regeling omtrent grondverzet in het Vlarebo.

## **3.2.3 Vlarem II**

### **3.2.3.1 Wat**

Vlarem II is een uitvoeringsbesluit van het milieuvergunningsdecreet. Hierin worden de algemene en sectorale voorwaarden beschreven waaraan vergunningsplichtige activiteiten moeten voldoen. Daarnaast bevat dit besluit ook milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, grondwater, lucht, geluid en bodem.

Meer info: [www.emis.vito.be/navigator](http://www.emis.vito.be/navigator) onder milieuvergunning.

### **3.2.3.2 Relevantie in een MER**

Dit reglement is slechts in beperkte mate een onderzoekssturende randvoorwaarde. Vooral bij projecten waarbij er effecten naar de bodemkwaliteit toe verwacht worden kan er gebruik gemaakt worden van de bodemkwaliteitsnormen (achtergrondwaarden) om de verwachte effecten aan te toetsen.

## **3.2.4 Oppervlakedelfstoffendecreet en Vlareop**

### **3.2.4.1 Wat**

Het oppervlakedelfstoffendecreet en het bijbehorende uitvoeringsbesluit Vlareop regelt de ontginning van oppervlakedelfstoffen en het opstellen van oppervlakedelfstoffenplannen. Deze oppervlakedelfstoffenplannen dienen te voldoen aan de essentiële vereisten van een milieueffectrapportage.

Meer info: [www.vlaanderen.be/natuurlijkerijkdommen](http://www.vlaanderen.be/natuurlijkerijkdommen)

### **3.2.4.2 Relevantie in een MER**

Dit decreet is relevant in die MER's die worden opgesteld voor ontginning van oppervlakedelfstoffen, met inbegrip van grind. De algemene en bijzondere oppervlakedelfstoffenplannen bevatten onder andere acties en maatregelen die van toepassing zijn op de ontginning van oppervlakedelfstoffen, waarbij aandacht wordt besteed aan de draagkracht van een gebied en waarin gestreefd wordt naar een maximaal behoud en ontwikkeling van de natuur en het natuurlijk milieu. Deze oppervlakedelfstoffenplannen kunnen als basis gebruikt worden bij het opstellen en uitwerken van andere plannen.

## **3.2.5 Gewestplan, plannen van aanleg, ruimtelijke uitvoeringsplannen**

### **3.2.5.1 Wat**

Het gewestplan bepaalt de bodembestemming van heel Vlaanderen en bepaalt zo het bodemgebruik. Een bijzonder plan van aanleg is een bodembestemmingsplan op lokaal niveau en legt op gedetailleerde wijze de bestemming vast. Ruimtelijke uitvoeringsplannen zijn de opvolgers van deze plannen van aanleg.

Meer info: [www.gisvlaanderen.be](http://www.gisvlaanderen.be), [www.ruimtelijkeordening.be](http://www.ruimtelijkeordening.be), relevante gemeentelijke webstekken

### **3.2.5.2 Relevantie in een MER**

De bodembestemming afgebakend in het gewestplan bepaalt mede of er al dan niet een MER dient opgesteld te worden. Voor de discipline Bodem is het gewestplan vooral belangrijk in de effectgroep bodemgebruik, waarbij een vergelijking kan gemaakt worden tussen het effectieve bodemgebruik voor en na het geplande project en de bodembestemming.

## 3.2.6 Andere randvoorwaarden

### 3.2.6.1 Wat

Op gewestelijk en provinciaal, maar ook op regionaal en lokaal niveau bestaan er verscheidene regels en beleidsplannen, waarin bodem wordt aangehaald en als dusdanig ook een (soms beperkte) invloed uitoefenen op een project of activiteit en het MER dat hiervoor wordt opgesteld. Hierbij wordt onder andere gedacht aan:

- milieubeleidsplannen (Vlaams, provinciaal en gemeentelijk),  
meer info: [www.milieubeleidsplan.be](http://www.milieubeleidsplan.be), relevante provinciale en gemeentelijke webstekken
- erosiebestrijdingsplannen  
meer info: <http://www.lne.be/themas/bodem/erosie>, relevante gemeenten
- plannen inzake plattelandsontwikkeling  
meer info: [www2.vlaanderen.be/ned/sites/landbouw/beleid/platteland.html](http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/landbouw/beleid/platteland.html)
- decreet op het archeologisch patrimonium  
meer info: [www.monument.vlaanderen.be](http://www.monument.vlaanderen.be)
- het meststoffendecreet  
meer info: [www.vlm.be/Mestbank/startpagina.htm](http://www.vlm.be/Mestbank/startpagina.htm)
- gemeentelijke natuurontwikkelingsplannen  
meer info: relevante gemeentelijke webstekken

### 3.2.6.2 Relevantie

Dergelijke plannen hebben vooral een invloed op de gestuurde ontwikkeling. Er wordt hierbij bijvoorbeeld gedacht aan een gemeente die over een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan beschikt en in de toekomst de maatregelen die hierin worden voorgesteld ook zal uitvoeren. Dit zal de bodemeigenschappen (hoeveelheid erosie, microreliëf, ...) beïnvloeden zodat in het MER hiermee rekening gehouden dient te worden, bijvoorbeeld bij grote infrastructuurprojecten.

## 3.3 Meer informatie

Zoals in de inleiding reeds gemeld is de regelgeving regelmatig aan wijzigingen onderhevig. Het is dan ook noodzakelijk om bij de aanvang van de m.e.r.-procedure na te kijken of de relevante juridische en beleidsmatige randvoorwaarden waarmee rekening wordt gehouden wel de meest recente zijn.

Hiervoor kunnen verschillende bronnen geraadpleegd worden, die hier kort worden vermeld.

- o [www.mervlaanderen.be](http://www.mervlaanderen.be): webstek van de cel Mer, met ondermeer de meest recente regelgeving omtrent het opmaken van milieueffectrapporten.
- o [www.emis.vito.be/navigator](http://www.emis.vito.be/navigator): webstek van het Vlaams Instituut voor Technologische Ontwikkeling, bevat de navigator voor Vlaamse Milieuwetgeving en bevat alle geactualiseerde milieuwetgeving.
- o [www.milieuinfo.be](http://www.milieuinfo.be): webstek van de Vlaamse Overheid die alle informatie in verband met milieu bundelt en links bevat naar webpagina's over de relevante wetgeving.
- o [www.ovam.be](http://www.ovam.be): webstek van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij, met informatie inzake het bodemsaneringsdecreet en Vlarea.
- o [www.vlaanderen.be/natuurlijkerijkdommen](http://www.vlaanderen.be/natuurlijkerijkdommen): webstek van Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, bevat informatie inzake het oppervlaktedelfstoffen- en grinddecreet.
- o [www.ejustice.just.fgov.be/cgi/welcome.pl](http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/welcome.pl): digitale versie van het Belgisch Staatsblad.
- o [www.milieulink.be](http://www.milieulink.be): milieuwetgeving, met links naar verschillende pagina's over de Vlaamse milieuwetgeving.

- [www.gisvlaanderen.be](http://www.gisvlaanderen.be): Webstek van het ondersteunend centrum GIS Vlaanderen, met veel digitale kaartinformatie, o.a. gewestplannen, bodemgebruik en RUP's.

## **4 Informatiebronnen**

---

### **4.1 Inleiding**

Om een kwalitatief goed MER op te stellen is het noodzakelijk dat men vertrekt van degelijk bronmateriaal. In volgend hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de meest courante informatiebronnen die gebruikt kunnen worden bij het uitwerken van de discipline Bodem in een MER.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen informatiebronnen die bij praktisch alle MER's geraadpleegd worden, de zogenaamde basisinformatiebronnen en de informatiebronnen die specifiek één of meerdere bodemaspecten toelichten.

In onderstaande paragrafen wordt telkens een beknopt weergegeven welke bronnen er gebruikt kunnen worden, welke informatie ze bevatten en hoe en waar men die informatie kan raadplegen.

Verder in dit richtlijnenboek, bij de bespreking van de referentiesituatie en de effectvoorspelling zullen de "nodige" informatiebronnen ook worden aangegeven.

### **4.2 Initiatiefnemer**

Een belangrijke bron van informatie is de initiatiefnemer van het project. Een juiste inschatting van de mogelijke milieu-effecten begint met een degelijke projectomschrijving en voldoende informatie over alle mogelijke deelingrepen die samengaan met de uitvoering van het project.

Specifiek voor de discipline Bodem is volgende informatie noodzakelijk voor een goede uitwerking van de discipline in een milieueffectrapport:

- locatie van het project
  - locatie van de (graaf)werken
  - locatie van op te richten infrastructuur
  - locatie van verhardingen
- uitvoeringswijze van het project
  - werkwijze bij graafwerken
  - afmetingen graafwerken (volumes)
  - funderingen
  - stockage van materialen
  - gepland bodemgebruik
- aard en eventuele emissie van gebruikte stoffen in gebruiksfase
- afmetingen, gewichten van infrastructuur, verhardingen, materiaal, machines
- eventuele resultaten van sonderingen en/of bodemonderzoek

### **4.3 Basisinformatiebronnen**

Bij het uitwerken van de discipline Bodem in een milieueffectrapport vertrekt men meestal van dezelfde basisgegevens. Tabel 4-1 bevat een oplistijng van de basisinformatiebronnen die bij de opmaak van een MER geraadpleegd worden.

### **4.4 Andere informatiebronnen**

Om een volledig beeld te krijgen van de referentiesituatie en de mogelijke effecten kan het noodzakelijk zijn om bijkomende informatie te verzamelen. De aard van de benodigde

informatie is afhankelijk van het behandelde project. In Tabel 4-2 worden er verschillende informatiebronnen weergegeven waarin die bijkomende informatie gevonden kan worden.

## **4.5 Informatie uit andere disciplines**

De andere milieudisciplines die in het MER worden opgenomen kunnen ook informatie leveren om de discipline Bodem uit te werken. In hoofdstuk 9 over de gegevensoverdracht tussen de disciplines wordt dit verder uitgewerkt.

Tabel 4-1: Basis - informatiebronnen

<b>Informatiebron</b>	<b>Bron</b>	<b>Vorm</b>	<b>Gebruik</b>	<b>Extra info</b>
<i>Gebruiksnaam Welke informatie is hierin te vinden</i>	<i>Waar terug te vinden / auteurs</i>	<i>Onder welke vorm beschikbaar, updates</i>	<i>Wanneer wordt dit gebruikt (soort project, welke effectgroepen ?)</i>	<i>Eventuele extra opmerkingen</i>
<b>Bodemkaart van België</b> , bodemkundige kaarten, gebiedsdekkend voor België, weergave bodemseries en bodemeigenschappen	Ondersteunend Centrum GIS-Vlaanderen ( <a href="http://www.gisvlaanderen.be">www.gisvlaanderen.be</a> ) Webstek: beperkte info (textuur en drainage) Cd-rom: volledige info: bodemserie Beheerd door LNE – ALBON	Digitale kaarten volgens indeling 1/10.000 NGI (oudere versie analoog), regelmatig controles en updates	Bepaling van de referentiesituatie, Basis voor de beschrijving van de bodemeigenschappen en weergave van de referentiesituatie	Begeleidende tekst: "Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen", Van Ranst & Sys, Ugent, 2000) Kartering en bepaling bodemseries tussen 1950 en 1970: gegevens niet altijd meer actueel.
<b>Tertiair geologische kaart van België</b>	<a href="http://dov.vlaanderen.be">Databank</a> Ondergrond Vlaanderen <a href="http://dov.vlaanderen.be">http://dov.vlaanderen.be</a> LNE – ALBON (originele bron: Ugent, KULeuven)	digitale kaarten volgens indeling 1/50.000 (oudere versie analoog)	Bepaling van de referentiesituatie voor de diepere ondergrond	Begeleidende teksten beschikbaar
<b>Kwartair geologische kaart van België</b>	<a href="http://dov.vlaanderen.be">Databank</a> Ondergrond Vlaanderen <a href="http://dov.vlaanderen.be">http://dov.vlaanderen.be</a> LNE – ALBON (originele bron: Ugent, KULeuven)	digitale kaarten volgens indeling 1/50.000 (oudere versie analoog)	Bepaling van de referentiesituatie voor de diepere ondergrond	Begeleidende teksten beschikbaar

Informatiebron	Bron	Vorm	Gebruik	Extra info
<b>Databank Ondergrond Vlaanderen</b> , digitale databank met gegevens van boringen en sonderingen	<a href="http://dov.vlaanderen.be">http://dov.vlaanderen.be</a> Samenwerking tussen LNE – ALBON, VMM – afd. Water en MOW – afd. Geotechniek	webstek met digitale kaarten en digitale databank	Bepaling van de referentiesituatie, basis voor beschrijving bodemeigenschappen	Bevat:  Alfanumerische gegevens: boringen, sonderingen, analyseresultaten, grondwaterpeilen en -kwaliteiten, grondwaterwinningen, geologische, geotechnische en hydrogeologische interpretaties.  Cartografische gegevens: grondwaterkwetsbaarheidskaart, Tertiairkaart, Quartairkaart, afbakening waterwinningen en beschermingszones.  Geklasseerde gevoelheidskaart voor grondverschuivingen (Vlaamse Ardennen) Gekarteerde grondverschuivingen (Vlaamse Ardennen)



Tabel 4-2: Extra informatiebronnen

Informatiebron	Bron	Vorm	Gebruik	Extra info
<b>Bodemerosiekaart-Land en bodemkundige erosiegevoeligheidskaart:</b> Afgeleide kaarten van bodemkaarten: weergave van actuele erosie, potentiële erosie, erosiegevoeligheid, bodemvruchtbaarheid, erosiefasen, ...	Databank Ondergrond Vlaanderen ( <a href="http://dov.vlaanderen.be">http://dov.vlaanderen.be</a> ) LNE – ALBON ( <a href="http://www.lne.be/themas/bodem/erosie">http://www.lne.be/themas/bodem/erosie</a> ): beperkte info bodemerosiekaart Cd-rom: volledige info bodemerosiekaart en bodemkundige erosiegevoeligheidskaart (aanvragen bij LNE – ALBON)	digitale kaarten, gebiedsdekkend voor Vlaanderen; erosiekaart: informatie per landbouwperceel; bodemkundige erosiegevoeligheidskaart; informatie op basis van bodemseries	Effectgroep Erosie: beschrijving referentiesituatie, berekening erosiehoeveelheden, bepaling erosiegevoeligheid studiegebied	Begeleidende tekst:  Bodemerosie op landbouwpercelen in Vlaanderen (Bodemerosiekaart-Land), A. Van Rompaey, et al. , Labo Voor Experimentele Geomorfologie – KULeuven  Aandachtzones voor erosiebestrijding, I. Librecht, J. Van Orshoven, SADL/K.U.Leuven Research & Development  De erosiekaarten worden jaarlijks geactualiseerd
<b>geklasseerde gevoeligheid voor grondverschuivingen en gekarteerde grondverschuivingen</b>	LNE – ALBON ( <a href="http://www.lne.be/themas/bodem/grondverschuivingen">http://www.lne.be/themas/bodem/grondverschuivingen</a> ) Databank Ondergrond Vlaanderen ( <a href="http://dov.vlaanderen.be">http://dov.vlaanderen.be</a> )	digitale kaarten, gebiedsdekkend voor de gemeenten Brakel, Gavere, Geraardsbergen, Herzele, Horebeke, Kluisbergen, Kruishoutem, Lierde, Maarkedal, Oosterzele, Oudenaarde, Ronse, Sint-Lievens-Houtem, Wortegem-Petegem, Zingem, Zottegem en Zwalm.	Effectgroep grondverschuivingen (type I)	Begeleidende tekst:  Verkennende studie m.b.t. massabewegingen (massatransport) in de Vlaamse Ardennen (deel I). Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie – KULeuven  Opstellen van een gevoeligheidskaart met betrekking tot massabewegingen (massatransport) in de Vlaamse Ardennen. Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie – KULeuven

Informatiebron	Bron	Vorm	Gebruik	Extra info
<b>bodemgebruiks- en bodembedekkingskaarten:</b> weergave bodembedekking en bodemgebruik op basis van satellietbeelden (Corine 95)	OC-GIS Vlaanderen, <a href="http://www.gisvlaanderen.be">www.gisvlaanderen.be</a>	digitale kaarten, gebiedsdekkend voor Vlaanderen,	Effectgroep wijziging bodemgebruik: bepalen referentiesituatie	Best geschikt voor kleinschalig gebruik (tot op niveau gemeente),  Nieuwe versie verwacht op basis van Corine 2003
<b>bodemgeschiktheidskaarten:</b> Beoordeling bodem voor land- en tuinbouwdoeleinden	OC-GIS Vlaanderen <a href="http://www.gisvlaanderen.be">www.gisvlaanderen.be</a>	analoge en digitale kaarten, gebiedsdekkend voor Vlaanderen, classificatie verschilt per provincie	Effectgroep wijziging bodemgeschiktheid: bepaling referentiesituatie, beoordeling effecten	Kartering tussen 1949 en 1970: informatie kan gedateerd zijn Gebruikershandleiding: AMINAL - Afdeling Land
<b>bemestingsgebieden</b> percelenlaag van de aangifte-plichtige bedrijven bevat informatie over teelt, gemeente, landbouwstreek en bemestingsgebied	VLM <a href="http://www.vlm.be">www.vlm.be</a>	digitale kaarten, gebiedsdekkend voor Vlaanderen informatie per perceel opgenomen bij de Mestbank	Effectgroep Bodemgebruik, bodemkwaliteit	Enkel aangifteplichtige landbouwpercelen opgenomen
<b>OVAM</b> , informatie over bodemonderzoeken en saneringsprojecten	<a href="http://www.ovam.be">www.ovam.be</a>	Webstek, digitale kaarten, onderzoeksverslagen, bodemsaneringsrapport en	Bepaling van de referentiesituatie	
<b>gemeenten:</b> bodeminformatie eventueel in GNOP's, Milieubeleidsplannen, info inzake verontreinigde terreinen, ...	per gemeente	Varieert	Bepaling van de referentiesituatie	
MiRa-T: Milieurapport Vlaanderen: indicatoren en evolutie van verschillende milieuaspecten	<a href="http://www.vmm.be/mira">www.vmm.be/mira</a>	Teksten, tabellen, grafieken	Bepaling van de referentiesituatie	Komen o.a. aan bod in de Milieurapporten: - bodembalans, vermessing, bodemerosie, bodemgebruik, bodemverontreiniging, bodemverlies, bodemsanering, verzuring,
archeologische gegevens	RWO, afdeling Onroerend erfgoed <a href="http://www.monument.vlaanderen.be">www.monument.vlaanderen.be</a>		Effectgroep profielwijziging aantasting historisch-wetenschappelijke waarde bodem	

<b>Informatiebron</b>	<b>Bron</b>	<b>Vorm</b>	<b>Gebruik</b>	<b>Extra info</b>
Databank Aardewerk	K.U. Leuven, departement landbeheer en –economie (Van Orshoven).	Databank met historische profielgegevens	Beschrijving referentiesituatie	
Orthofotoplannen	<a href="http://www.gisvlaanderen.be">www.gisvlaanderen.be</a>	Kleurenorthofoto's en zwart-wit orthofoto's, gebiedsdekkend voor Vlaanderen	Bepaling referentiesituatie bodemgebruik	
Inventaris waardevolle bodems	LNE – ALBON ( <a href="http://www.lne.be/themas/bodem/grondverschuivingen">http://www.lne.be/themas/bodem/grondverschuivingen</a> ) Databank Ondergrond Vlaanderen ( <a href="http://dov.vlaanderen.be">http://dov.vlaanderen.be</a> )		Effectgroep profielwijziging aantasting historisch-wetenschappelijke waarde bodem	Beschikbaar eind 2006

## **5** *Karakterisering effectgroepen*

---

### **5.1** *Inleiding*

De bodem kan op verschillende manieren verstoord worden door het uitvoeren van een project of een activiteit. Alle effecten die de bodem kan ondervinden door deze ingrepen, zowel rechtstreeks als onrechtstreeks worden verzameld onder de noemer bodemverstoring.

Om het onderzoek naar eventuele effecten en de beoordeling ervan in een MER overzichtelijk te houden, werd er gekozen om de verschillende mogelijke effecten samen te nemen in zogenaamde effectgroepen. Dit zijn effecten die op een gelijkaardige manier behandeld kunnen worden binnen een MER.

Er zijn ook andere indelingen die binnen een MER gebruikt kunnen worden. Zo kunnen de effecten ingedeeld worden volgens de zogenaamde VER-thema's. Hiermee worden dan alle effecten bedoeld die leiden tot bijvoorbeeld verzuring, vermisting, verandering bodemeigenschappen, verlies bodemmateriaal, ... . Een andere mogelijkheid is om de effecten op te delen in directe en indirecte effecten. Volgens de Europese Commissie zijn de belangrijkste bedreigingen voor de bodem het voorkomen van erosie, vermindering van het organisch materiaal, bodemverontreiniging, bodemafdekking, bodemverdichting, vermindering bodem-biodiversiteit, verzilting, overstromingen en grondverschuivingen.

In het Vlaams Milieubeleidsplan worden de mogelijke milieuproblemen onderverdeeld in verschillende milieuthema's. Het aspect bodem komt in verschillende van die thema's aan bod, nl. in de thema's verzuring, vermisting, verdroging, verontreiniging en aantasting van bodem. Bij elke hieronder besproken effectgroep zal de link gelegd worden naar deze thema's.

Er is dus echter voor gekozen om te werken met de hieronder genoemde effectgroepen. Deze effectgroepen dienen nader onderzocht te worden in een MER wanneer aan de hand van de projecteigenschappen verwacht wordt dat er één of meerdere van deze effecten zullen voorkomen. Het indelen van effecten in effectgroepen wil niet zeggen dat een integrale benadering achterwege gelaten wordt. Het is noodzakelijk om na te gaan wat de relatie tussen de effecten in één discipline is (elkaar versterkend of elkaar opheffend) of wat de invloed van de effecten is op de andere disciplines. Een effect kan trouwens zowel een negatieve als een positieve invloed hebben.

In onderstaande paragrafen worden deze effectgroepen toegelicht en wordt er aangegeven wanneer het aan te raden is om deze effectgroep in een MER te behandelen.

### **5.2** *Bespreking effectgroepen*

De verschillende effectgroepen werden reeds vermeld in hoofdstuk 2 en zijn de volgende:

- Structuurwijziging
- Profielwijziging
- Wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid
- Erosie
- Grondverschuivingen
- Wijziging bodemstabiliteit
- Aantasting bodemhygiëne (verontreiniging)
- Wijziging bodemvochtregime
- Wijziging van de diepere ondergrond

In onderstaande tabel wordt een niet-limitatieve oplisting opgegeven van veel voorkomende ingrepen bij m.e.r.-plichtige projecten. Aan elk van die ingrepen worden verschillende effectgroepen verbonden, die in het MER onderzocht kunnen worden.

<b>heeft invloed op</b> 	Structuurwijziging	Profielwijziging	Wijziging Bodemgebruik / Bodemgeschiktheid	Erosie	Grondverschuiving	Wijziging Stabiliteit	Aantasting bodemhygiëne	Wijziging Bodemvochtregime	Wijziging Diepe Ondergrond
	<b>Ingrep</b>								
Direct ruimtebeslag, aanleg verharde oppervlakten, wegen	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bemaling, drainage, grondwaterwinning	x		x	x	x	x	x	x	x
Graafwerken (teelaarde, ondiep, diep)	x	x	x		x	x		x	x
Constructie van bovengrondse infrastructuur (gebouwen, ...)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gebruik van meststoffen, pesticiden, strooizout, ...	x		x				x		
Ontginning van bodemmateriaal	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aanleg/Dempen van grachten		x	x	x	x	x		x	
Funderingswerken	x	x			x	x		x	
Nivellering van het terrein	x	x	x	x	x	x			
Aanleggen ondergrondse constructies	x	x	x		x	x	x		x
Oprichten van dijken	x	x	x	x	x	x			
Uitstoten van emissies (depositie), lozingen, risico op calamiteiten (lekken, ...)			x				x		
Rooien van bomen, struiken, ...	x	x		x				x	
Werfinrichting	x	x	x	x		x	x		
Onderhoud gebouwen en installaties							x		
Gebruik vreemd bodemmateriaal							x		
Wijziging overstromingsregime, afwatering gebied	x	x	x	x	x	x	x	x	
Stockage (bvb. bodemmateriaal, ruimingslib, afval, ...)	x		x		x	x	x		
Betreding, berijding	x	x	x	x				x	

## **5.2.1 Effectgroep structuurwijziging**

Onder structuurwijziging wordt de verandering in de structuur (stapeling van de bodemdeeltjes) verstaan. Dit kan zowel structuurverval als structuurverbetering zijn. Structuurwijziging kan in alle fasen van een project optreden, kan lokaal zijn en is niet steeds permanent. Het al dan niet voorkomen van structuurwijziging is afhankelijk van de projecteigenschappen en de gevoeligheid van de bodem hiervoor. Structuurwijziging wordt in het Vlaams milieubeleidsplan ondergebracht bij het thema bodemaantasting.

### **5.2.1.1 Structuurverval**

Een wijziging van de bodemstructuur in negatieve zin wordt beschouwd als structuurverval. Dit omvat de effecten verdichting, verslemping en korstvorming.

Bij verdichting wordt de bodem samengedrukt door een externe kracht waardoor het poriënvolume daalt en de bodemdeeltjes dichter op elkaar komen te zitten. De draagkracht van de bodem verhoogt hierdoor maar de verdichting kan negatief zijn voor de aanwezige vegetatie. Omdat het aandeel poriën in de bodem daalt, zal de vegetatie het moeilijk krijgen om te kiemen, te wortelen en om zuurstof en water aan de bodem te onttrekken.

Verslemping en korstvorming is een proces waarbij enkel de structuur van de bovenste laag van de bodem (bovenste centimeters) wijzigt onder invloed van externe factoren, zodat er een ondoordringbare korst ontstaat tussen de lucht en de diepere bodemlagen. Hierdoor neemt de infiltratiesnelheid af en kan de zuurstofvoorziening van de aanwezige vegetatie beïnvloed worden. Ook de kieming en groei van landbouwgewassen wordt hierdoor bemoeilijkt. Door de verminderde infiltratie verhoogt de oppervlakkige afvoer, wat dan op zijn beurt voor een verhoging van de erosieproblematiek en zelfs wateroverlast kan zorgen.

### **5.2.1.2 Structuurverbetering**

Structuurverbetering is het tegengestelde van structuurverval en heeft een positieve invloed op de bodem en de eventuele aanwezige vegetatie. Bij een verbetering van de structuur wordt een verdichte laag of een gevormde korst losgewerkt zodat het poriënvolume en dus ook de infiltratiesnelheid verhoogt.

### **5.2.1.3 Wanneer wordt structuurwijziging verwacht ?**

Structuurwijziging ontstaat wanneer er externe krachten inwerken op de bodem. In volgende gevallen dient de effectgroep structuurwijziging zeker in het MER behandeld te worden.

- wanneer er in het project of de activiteit gebruik wordt gemaakt van zware machines (bvb. graafmachines).
- wanneer er een frequente betreding zal optreden van de bodem (bijvoorbeeld bij aanleg van wandelpaden).
- wanneer er opslag van zware materialen voorzien wordt.
- wanneer een gebied onderhevig is of zal worden aan (terugkerende) overstromingen (bvb. bij aanleg van een gecontroleerd overstromingsgebied).
- wanneer er andere bodembewerkingen worden gepland (bvb. inrichting van een landbouwgebied).
- bij reliëfwijzigingen

### **5.2.1.4 Relatie structuurwijziging met andere effectgroepen**

De effecten verdichting, verslemping en korstvorming gaan nauw samen met een wijziging van het bodemvochtre regime en eventueel een stabiliteitswijziging. De bodemgeschiktheid en de effectgroep erosie wordt door een structuurwijziging ook beïnvloed.

## **5.2.2 Effectgroep profielwijziging**

De bodem is opgebouwd uit verschillende lagen. In de ondiepe bodem vormt de opeenvolging van deze lagen (of horizonten) een specifiek bodemprofiel dat ontstaan is door de omstandigheden in het studiegebied over een langere tijd. Het oorspronkelijke profiel kan verstoord worden door de geplande ingrepen. Een profielwijziging kan lokaal zijn, en is meestal permanent. Profielwijziging wordt in het Vlaams Milieubeleidsplan ondergebracht bij het thema bodemaantasting.

### **5.2.2.1 De wijziging van het profiel**

Wanneer de opeenvolging van de verschillende bodemlagen of microstructuren binnen een bodemlaag verstoord wordt door de ingreep dan spreken we van profielwijziging. Dit wil zeggen dat de strooisellaag, toplaag en/of de diepere bodemlagen uit hun oorspronkelijke verband worden gehaald.

In bepaalde gevallen kunnen profielingrepen ook een positieve invloed uitoefenen naar andere milieudisciplines. Zo kan het doorbreken van een verharde laag of het omwoelen van de bodem een voordeel betekenen voor de landbouw in het gebied.

### **5.2.2.2 Verstoring van historisch/wetenschappelijk waardevolle gronden**

Een apart geval van profielverstoring komt voor wanneer de profielen een historische en/of wetenschappelijke waarde hebben en een getuigenis zijn van eerdere activiteiten in het studiegebied, zoals bijvoorbeeld landbouw (voorkomen van plaggenbodem) of vroegere bewoning.

### **5.2.2.3 Verstoring van het archeologisch bodemarchief**

Naast de verstoring van bodems met een bodemprofiel dat een intrinsieke historische of wetenschappelijke waarde heeft, is de impact van het project op het archeologisch bodemarchief ook een apart effect. In de huidige m.e.r.-procedure wordt archeologie uitgewerkt in de discipline Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie. Aangezien dit niet altijd als sleuteldiscipline wordt opgenomen in een MER kan het voorkomen dat er geen inschatting wordt gemaakt van de impact op het archeologisch bodemarchief. In voorkomend geval is het aan te raden om hieraan aandacht te besteden binnen de discipline Bodem.

### **5.2.2.4 Wanneer wordt profielwijziging verwacht ?**

Profielwijziging ontstaat wanneer de oorspronkelijke opeenvolging van de bodemlagen verstoord wordt. Dit komt voor bij projecten

- waar er gegraven wordt (bvb. een sleuf voor de aanleg van een leiding);
- waar er bodemvreemde constructies in de bodem worden gebracht (bvb. aanleg van leidingen, bouw van tunnels, funderingen);
- waarin er een ondiepe bodembewerking wordt uitgevoerd (bvb. loswoelen van een akker, verwijderen van teelaarde);
- waarin drainage of afdichting en bijgevolg een wijziging van lucht- en waterhuishouding optreedt.

### **5.2.2.5 Relatie met andere effectgroepen**

Een wijziging van het profiel kan een invloed hebben op het voorkomen van bodemerosie, een wijziging van de bodemgeschiktheid met zich meebrengen en het bodemvochtregime wijzigen.

## **5.2.3 Effectgroep wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid**

De term bodemgebruik slaat op de manier waarop de biofysische attributen van het aardoppervlak door de mens worden gemanipuleerd en op de doelstellingen waarvoor de bodem gebruikt wordt. Onder bodemgeschiktheid verstaan we de mogelijkheid om een bepaalde bodemfunctie te vervullen, een welbepaald bodemgebruik uit te oefenen. Dit is ondermeer afhankelijk van verschillende bodemeigenschappen, die door de uitvoering van een project beïnvloed kunnen worden.

### **5.2.3.1 Wijziging bodemgebruik**

Door de uitvoering van een project kan het bodemgebruik gewijzigd worden. Zo kan een ontgonnen groeve nadien een recreatieve functie krijgen.

### **5.2.3.2 Wijziging bodemgeschiktheid**

Een bodem kan verschillende functies vervullen, waarvan het huidige bodemgebruik één van de mogelijkheden is. Door de uitvoering van een project kunnen de bodemeigenschappen op dusdanige manier wijzigen dat het niet meer mogelijk is dat de bodem een welbepaalde functie vervult, m.a.w. dat de bodemgeschiktheid wijzigt. De multifunctionaliteit van de bodem, de mogelijkheid om nu of in de toekomst één of meerdere functies, zoals vermeld in hoofdstuk 2, te vervullen, wordt hierdoor aangetast. Er dient steeds naar gestreefd te worden om zoveel mogelijk functies open te laten. In eerste instantie wordt bij wijziging van de bodemgeschiktheid meestal gedacht aan de landbouwmogelijkheden van het gebied. (Bijvoorbeeld bij een wijziging van het bodemvochtregime). Ook de andere functies (buffer, bron van grondstoffen, ...) dienen in een MER beschouwd te worden.

### **5.2.3.3 Afdichting van de bodem**

Een apart geval van een gewijzigd bodemgebruik is een afdichting van de bodem door een verhard oppervlak (bvb. wegen, parking, gebouwen, ...). Hierdoor wordt de interactie bodem-atmosfeer-water verstoord en wijzigen de afvoercharacteristieken van het gebied. Eén van de functies die hierdoor ook wordt gewijzigd is de bodem als bron van ruwe grondstoffen. Door het bedekken van het bodemoppervlak verdwijnt de mogelijkheid om het projectgebied te ontginnen.

### **5.2.3.4 Wanneer wordt een wijziging in bodemgebruik- en geschiktheid verwacht ?**

Het al dan niet wijzigen van het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid is afhankelijk van de projecteigenschappen. Algemeen kan er echter wel gesteld worden dat bij de uitvoering van een m.e.r.-plichtig project er een grote kans is dat het bodemgebruik gewijzigd wordt en dat dus deze effectgroep praktisch altijd in een MER wordt opgenomen.

### **5.2.3.5 Relatie met andere effectgroepen**

De bodemgeschiktheid van de bodem voor een welbepaald gebruik is afhankelijk van verschillende factoren. Alle andere effectgroepen in de discipline bodem kunnen hun bijdrage leveren om de wijziging van de bodemgeschiktheid te onderzoeken.



## **5.2.4 Effectgroep erosie**

Erosie is de verplaatsing van bodemdeeltjes onder de invloed van water en/of wind. De gevolgen van erosie kunnen zowel ter plaatse als onderaan het stroomgebied voorkomen. De belangrijkste vorm van erosie in Vlaanderen is de watererosie. Erosie wordt in het Vlaams Milieubeleidsplan ondergebracht bij het thema bodemaantasting.

### **5.2.4.1 Watererosie**

Door de impact van neerslag worden er bodemdeeltjes losgemaakt die dan met het afvloeiende water de helling afstromen en terechtkomen in de ontvangende oppervlakte wateren of worden afgezet op een lager gelegen deel op of onderaan de helling. Erosie is een onomkeerbaar effect, aangezien men het meegevoerde materiaal niet terug op de oorspronkelijke plaats kan brengen.

### **5.2.4.2 Winderosie**

Kleine bodemdeeltjes worden door de kracht van de wind van hun plaats geblazen en worden verderop terug afgezet.

### **5.2.4.3 Wanneer wordt er erosie verwacht ?**

Het voorkomen van erosie is afhankelijk van enkele parameters. Zo zijn bodemtype, reliëf en bodembedekking een bepalende factor in het al dan niet eroderen van een oppervlakte. Indien deze factoren ongunstig zijn dan kan erosie verwacht worden bij volgende ingrepen:

- Wijziging van de bodembedekking/bodemgebruik (erosie komt veel voor wanneer de bodembedekking verwijderd wordt, bijvoorbeeld ter voorbereiding van de geplande werken);
- Wijziging van het reliëf;
- Wijziging van waterhuishouding;
- Wijziging van de hoeveelheid niet-gebufferde oppervlakte.

### **5.2.4.4 Relatie met andere effectgroepen**

Het voorkomen van erosie wordt o.a. bepaald door het voorkomende profiel, structuur en bodemgebruik en beïnvloedt de bodemgeschiktheid.

## **5.2.5 Effectgroep grondverschuiving**

Een grondverschuiving is een neerwaartse of hellingafwaartse beweging van een pakket bodemmateriaal onder invloed van de zwaartekracht, met uitzondering van de lokale afschuiving van een in ophoging of in uitgraving aangelegd talud. Er worden twee types grondverschuivingen onderscheiden.

### **5.2.5.1 Type I**

Een grondverschuiving type I is een hellingafwaartse beweging van een pakket bodemmateriaal onder invloed van de zwaartekracht. Wind, water, lucht of ijs oefenen geen directe eroderende invloed uit, al kunnen ze wel een indirecte rol spelen door een vermindering van de bodemsterkte en via stromingsdrukken (stromend grondwater). De directe oorzaak van grondverschuivingen type I is vaak een combinatie van hoge neerslaghoeveelheden en menselijke ingrepen, zoals afgravingen, ophogingen, het aanleggen van een vijver, afdichten van bronnen... . Anderzijds is de aanwezigheid van een specifieke geologische lagenopbouw in combinatie met steile hellingen bepalend voor de kans op het voorkomen van een grondverschuiving type I. De lokale afschuiving van een van een in ophoging of in uitgraving aangelegd talud als gevolg van taludinstabiliteit behoort niet tot deze effectgroep (zie effectgroep wijziging bodemstabiliteit).

### 5.2.5.2 Type II (Instortingen)

Een grondverschuiving type II (instorting) is een neerwaartse beweging van een pakket bodemmateriaal onder invloed van de zwaartekracht, als gevolg van het uitgraven van een onderliggende geologische laag. Deze effectgroep omvat enkel de instortingen boven mergelgroeven.

### 5.2.5.3 Wanneer worden grondverschuivingen verwacht?

Grondverschuivingen type I komen typisch voor op steile hellingen in combinatie met een specifieke geologische lagenopbouw waarbij (smectietrijke) kleilagen voorkomen onder meer doorlatende pakketten. Zo vindt men **BIJVOORBEELD** in de reliëfrijke Vlaamse Ardennen de smectietrijke kleien van de Formatie van Kortrijk – Lid van Aalbeke onder de zandige pakketten van de Formatie van Tielt. Voor de Vlaamse Ardennen is een gevoeligheidskaart beschikbaar die de kans op het voorkomen van grondverschuivingen type I weergeeft. Dit is (nog) niet het geval voor andere gebieden in Vlaanderen. In de gevoelige zones kunnen grondverschuivingen optreden bij macro-stabiliteitsverlies als gevolg van hoge neerslaghoeveelheden en/of menselijke ingrepen zoals

- Aanbrengen van een externe belasting, bijvoorbeeld een ophoging, de bouw van een huis, de aanleg van een weg bovenaan een gevoelige helling: de toegenomen druk kan aanleiding geven tot een grondverschuiving hellingafwaarts van ingreep;
- Afgravingen onderaan een gevoelige helling: het wegnemen van de weerstand onderaan de helling kan aanleiding geven tot een grondverschuiving stroomopwaarts van de afgraving;
- Aanleg van vijvers, dammen of dijken, (erosie)poelen, etc.: door de concentratie en infiltratie van water kunnen stroomafwaarts in de helling grote poriëndrukken ontstaan waardoor de weerstandskrachten verminderen en zich instabiliteit kan voordoen;
- Afdichten van bronnen: dit kan ook leiden tot het ontstaan van hoge poriënwaterdrukken hellingopwaarts van de afgedichte bron waardoor de weerstandskrachten verminderen en zich instabiliteit kan voordoen;
- ...

Grondverschuivingen type II kunnen voorkomen waar de draagkracht van de bodem ten gevolge van ondergraving overschreden wordt, bijvoorbeeld na langdurige regenval of bij het aanbrengen van een externe belasting zoals bij de aanleg van een weg of bouw van een huis. De draagkracht van de bodem en dus de kans op het voorkomen van instortingen boven mergelgroeven hangt af van de manier waarop de uitgraving vroeger gebeurd is (o.a. dikte van het mergeldak, volume van de overspanning, dikte en toestand van de pilaren...). De gevoeligheid voor instortingen boven de mergelgrotten in Riemst (en omstreken) wordt onderzocht.

## 5.2.6 Effectgroep wijziging bodemstabiliteit

De stabiliteit (de dragende functie) van een bodem kan worden aangetast door de uitvoering van werken. De aantasting van de stabiliteit kan zowel rechtstreeks (bvb. stapelen bodemmateriaal, bouwen van infrastructuren) als onrechtstreeks (bvb. ontwatering) worden aangetast. Het gaat meestal om lokale, permanente effecten.

### 5.2.6.1 Bodemzetting

Bodemzetting is het zakken van het niveau van het maaiveld als gevolg van een belasting. Bij de bodemzetting worden de slappere, samendrukbare lagen onder invloed van een externe belasting in die mate samengedrukt, dat het gehele maaiveld licht naar beneden zakt. Hierdoor wijzigt de structuur van de bodem (waterhuishouding, luchthuishouding) wat een effect kan hebben op de aanwezige vegetatie en de bovengrondse infrastructuur kan beschadigen (scheuren, verzakkingen). Bodemzetting is een onomkeerbaar proces dat kan voorkomen tijdens de uitvoeringsfase en de gebruiksfase in een project (en kan eventueel

ook voorkomen na een langere termijn). Bodemzetting is afhankelijk van de bodemeigenschappen (natte veen- en kleigronden zijn veel gevoeliger voor dit effect) en de projecteigenschappen (mate van belasting).

### **5.2.6.2 Inklinking**

Inklinking kan voorkomen bij een ontwatering van natte samendrukbare bodemlagen. Door het verdwijnen van het water uit de poriën kan de druk van de bovenliggende belasting (ander bodemlagen, externe belasting) te groot worden waardoor alles naar beneden zakt. Bij inklinking kunnen dan nog secundaire effecten optreden zoals oxidatie en mineralisatie van stikstof en nutriënten. Natte veengronden zijn het meest gevoelig aan inklinking.

### **5.2.6.3 Taludinstabiliteit**

Taludinstabiliteit betreft de lokale instabiliteit van een in ophoging of in uitgraving aangelegd talud. Het is een verzakking of instorting ingevolge macro-stabiliteitsverlies: inbressing, afkalving, afschuiving (massabeweging langs glijvlak) of zettingsvloeiing waarbij grote delen van een talud verzakken of instorten. Dit in tegenstelling tot lokale oppervlakkige aantasting van taluds ingevolge beperkte erosie en uitspoeling waarbij geen globaal stabiliteitsverlies van deze hellingen optreedt.

### **5.2.6.4 Wanneer wordt een wijziging van de bodemstabiliteit verwacht ?**

Bodemzetting en bodeminklinking komen enkel voor bij samendrukbare bodems (natte veen- en kleibodems) en kunnen voorkomen bij projecten waar:

- een zware externe belasting op de bodem wordt uitgeoefend (bvb. oprichten van een dijk, bouw van appartementen):
- water wordt onttrokken (bvb. bij nieuwe drinkwaterwinningen, bemaling bij bouwwerken):

Taludinstabiliteit kan door meerdere oorzaken worden teweeggebracht, namelijk:

- Een te geringe veiligheid ten aanzien van de globale stabiliteit. Als gevolg daarvan kan er zich een afschuiving voordoen langs een glijvlak of kan het talud een langzaam voortschrijdende verplaatsing ondergaan;
- Uittreding van water uit het talud. Als gevolg daarvan doen er zich meestal uitspoeling en afkalving van het talud voor;
- Afkalving van het talud door afstromend water, winderosie, vorst- en dooifenslag...;
- Speciale vormen van instabiliteit zoals zettingsvloeiing. Zettingsvloeiingen kunnen ontstaan in zand dat losser gepakt is dan de kritieke dichtheid. Door geringe schuifspanningen kunnen dan grote volumes grond zich gedragen als een vloeistof.

### **5.2.6.5 Relatie met andere effectgroepen**

Informatie over een eventuele wijziging van het bodemgebruik of het wijzigen van het bodemvochtregime kan van pas komen bij een onderzoek naar het risico op een wijziging van de bodemstabiliteit.

## **5.2.7 Effectgroep aantasting bodemhygiëne**

Volgens het bodemsaneringsdecreet is bodemverontreiniging de aanwezigheid van stoffen of organismen, veroorzaakt door menselijke activiteiten, op of in de bodem of opstallen, die de kwaliteit van de bodem op rechtstreekse of onrechtstreekse wijze nadelig beïnvloeden of kunnen beïnvloeden. In deze effectgroep wordt deze definitie nog iets uitgebreid tot “een verandering in samenstelling van de bodem door menselijk toedoen”. Onder deze effectgroep vallen zo naast de verontreiniging van de bodem met milieugevaarlijke stoffen (definitie zoals in het Vlaams Milieubeleidsplan) ook de aspecten mineralisatie en verzilting.

Bij een wijziging van de bodemkwaliteit verandert de (bio)chemische samenstelling van de bodem en kunnen er bodemvreemde stoffen in de bodem gebracht worden. Dit kan

gebeuren door verschillende processen. Vanuit de lucht kunnen er stoffen neerslaan op de bodem (depositie) en dan verder de bodem indringen (uitloging), met het water (oppervlaktewater en grondwater) kunnen er vreemde stoffen worden aangevoerd, terwijl er ook rechtstreeks aanvoer kan gebeuren (lekken, storten).

De effecten zijn afhankelijk van de soort en hoeveelheid van de stof, het bodemtype en de omstandigheden. Deze stoffen kunnen dan ook nog eens reageren met elkaar en hun omgeving zodat de effecten zeer verscheiden kunnen zijn. Toch kunnen er enkele van de effecten onder een aparte noemer verzameld worden.

#### **5.2.7.1 Verzuring**

Verzuring verstoort de samenstelling van water, atmosfeer en ook bodem door de depositie van verzurende stoffen. Dit zijn zwavel- en stikstofhoudende verbindingen afkomstig van de uitstoot van de gassen zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO en NO<sub>2</sub>, samen NO<sub>x</sub>) en ammoniak (NH<sub>3</sub>).

Door een verzuring van de bodem kunnen de aanwezig ecosystemen aangetast worden, zoals bijvoorbeeld bossen. Verzuring heeft ook een invloed op verschillende andere bodemprocessen, zoals de uitloging van zware materialen en het behoud van de bodemstructuur.

#### **5.2.7.2 Vermesting**

Vermesting is de verhoogde aanrijking van bodem, oppervlaktewater, grondwater en lucht met de nutriënten (voedingsstoffen, in het water ook 'eutrofiërende stoffen' genoemd) stikstof (N), fosfor (P) en in mindere mate kalium (K). Vermesting veroorzaakt een achteruitgang van de biodiversiteit doordat vegetatie met een noodzaak aan schrale omstandigheden verdwijnt. Vermesting beïnvloedt tevens de verschillende bodemprocessen (bvb. adsorptie) en heeft een invloed op het voorkomen van micro-organismen.

#### **5.2.7.3 Mineralisatie**

De afbraak van organisch materiaal in de bodem wordt mineralisatie genoemd. Dit mineralisatieproces is afhankelijk van vele parameters, waaronder het vochtgehalte, de luchthuishouding, de temperatuur, de zuurtegraad en de chemische parameters van de bodem en de samenstelling van het organisch materiaal. Bij wijziging van één van deze parameters door de uitvoering van een project kan de mineralisatiesnelheid worden gewijzigd. Dit heeft een invloed op de aanwezigheid van organische materiaal en koolstof in de bodem, wat dan weer zijn weerslag kan hebben op de bodemgeschiktheid, de stabiliteit en het voorkomen van erosie.

#### **5.2.7.4 Verontreiniging**

Bodemverontreiniging heeft betrekking op situaties waarbij door menselijke activiteiten milieugevaarlijke stoffen zoals zware metalen, organische stoffen en pesticiden in de bodem terecht komen en de kwaliteit ervan op rechtstreekse of onrechtstreekse wijze nadelig beïnvloeden. De aanwezigheid van de bodemverontreiniging kan risico's met zich meebrengen voor ecosystemen of gezondheid risico's voor de mens.

#### **5.2.7.5 Verzilting**

Hiermee bedoelt men de aanrijking van de bodemtoplaag met zouten. Dit gebeurt wanneer de verdampingscapaciteit groter is dan de beschikbare hoeveelheid water. Verzilting van de bodem heeft zeer ernstige gevolgen voor de vegetatie omdat de meeste planten niet tegen zout kunnen. De aanwezigheid van zout belemmert immers de opname van voedingsstoffen voor de planten.

### **5.2.7.6 Wanneer wordt een wijziging van de bodemhygiëne verwacht ?**

Deze effectgroep kan voorkomen bij een grote verscheidenheid aan projecten en activiteiten. Bij één van volgende handelingen kan er een wijziging in de bodemkwaliteit verwacht worden:

- storten van afval of slib (bvb. inrichten van een slib-bergingsplaats)
- gebruik van afvalstoffen als bouwstoffen
- gebruik en productie van bestrijdingsmiddelen en voedingsstoffen (bvb. bij projecten in landbouwgebied, zoals ruilverkavelingen of uitbreiden van stallen)
- afvalverbranding
- uitstoot door wegverkeer of bij productieprocessen
- bij calamiteiten bij transport, opslag en productie van stoffen (bvb. lekken, ladingverlies, stofuitstoot)
- bij de opslag van stoffen
- bij een wijziging van het bodemvochtregime
- bij overstromingen (inrichten overstromingsgebied)
- bij gebruik van strooizout

### **5.2.7.7 Relatie met andere effectgroepen**

Een wijziging van de bodemhygiëne beïnvloedt de bodemgeschiktheid. Een wijziging in het bodemvochtregime kan een invloed uitoefenen (versterken, verzwakken, in gang zetten) op de chemische processen die de effecten in deze effectgroep bepalen.

## **5.2.8 Effectgroep wijziging bodemvochtregime**

Het bodemvocht waarnaar hier verwezen wordt is het water dat zich in de poriën in het onverzadigde gedeelte van de bodem bevindt. De hoeveelheid bodemvocht kan door een project beïnvloed worden en kan zowel vermeerderen (vernatting) als verminderen (verdroging). Belangrijk bij een wijziging in het bodemvochtregime is de wisselwerking met het grondwater.

### **5.2.8.1 Verdroging**

Een afname van de hoeveelheid bodemvocht brengt een wijziging in de water- en luchthuishouding van de bodem met zich mee, terwijl o.a. ook de temperatuur, de mineralisatie en het risico op bodemzetting gewijzigd kunnen worden.

### **5.2.8.2 Vernatting**

Bij een vernatting van de bodem neemt de bodemvochthoeveelheid toe, zodat o.a. er in de poriën minder ruimte is voor lucht, de mineralisatiesnelheid daalt en het risico op bodemzetting toeneemt. Vernatting heeft ook een effect op de bodemprocessen (bvb. denitrificatie, reductie, opbouw organisch materiaal, N<sub>2</sub>O-productie, ...) en beïnvloedt het voorkomen van micro-organismen.

### **5.2.8.3 Wanneer wordt een wijziging in het bodemvochtregime verwacht ?**

Er wordt een o.a. een wijziging van het bodemvochtregime verwacht bij volgende projectkenmerken:

- bemaling / drainage (bvb. bij bemalingswerken voor bouwwerken)
- grondwaterwinning
- wijziging overstromingsregime (bvb. bij inrichting van een gecontroleerd overstromingsgebied)
- wijziging waterhuishouding oppervlaktewater (bvb. bij plaatsen van een stuw)

#### **5.2.8.4 Relatie met andere effectgroepen**

Wanneer het bodemvochtregime wijzigt kan dit een invloed hebben op verschillende andere effectgroepen zoals de wijziging van de bodemstabiliteit, structuurwijziging, erosie en verontreiniging. Dit hoeven niet noodzakelijkerwijs negatieve effecten te zijn (bvb. positief effect van verdroging op bodemstabiliteit).

#### **5.2.9 Diepere ondergrond**

Voorgaande effectgroepen grijpen allen in op het gedeelte van de bodem dat reikt tot een diepte van ongeveer 2 m en wordt beschouwd als de zone die belangrijk is voor mens, plant en dier. Verschillende projecten kunnen ook effecten veroorzaken in de diepere bodemlagen, de zogenaamde geologische lagen.

##### **5.2.9.1 Wijziging natuurlijke voorraden**

Verschillende bodemmaterialen hebben een economische functie en kunnen dus omschreven worden als een natuurlijke rijkdom. Het gaat hier bijvoorbeeld om klei, leem, zand en grind die voor allerlei toepassingen gebruikt kunnen worden. Bij ontginning van deze materialen of het onbereikbaar worden door bodemafdicthting verkleint de beschikbare voorraad van deze producten.

##### **5.2.9.2 Wijziging geologische bouw**

De diepere ondergrond is opgebouwd uit verschillende lagen (quartaair, tertiair, secundair), met verschillende eigenschappen (textuur, al dan niet watervoerend, ...). Deze lagen zijn zelf nog onderverdeeld in de zogenaamde lithostratigrafische lagen en geven een beeld van de morfogenese. Door bvb. diepe ontgravingen of grondwaterwinningen kunnen deze lagen worden aangetast of volledig weggenomen.

##### **5.2.9.3 Wanneer wordt een wijziging van diepere bodemlagen verwacht ?**

Deze effectgroep doet zich voor bij projecten waarbij diepe ontgravingen of waterwinningen gepland zijn, in ontginnings-MER's, en kan ook aandacht krijgen in MER's voor grote infrastructuurwerken waarbij een grote hoeveelheid aan natuurlijke rijkdommen aangewend worden bij de uitvoering (bvb. aanleg autosnelweg, bouw havendokken).

##### **5.2.9.4 Relatie met andere effectgroepen**

Bij ontgravingen of diepe grondwaterwinningen bestaat er eveneens de mogelijkheid dat de bodemstabiliteit wordt aangetast.

## **6 Afbakening van het studiegebied**

---

Nadat op basis van de projecteigenschappen werd bepaald welke effectgroepen in eerste instantie in het MER worden behandeld, (kan tijdens het m.e.r.-proces nog wijzigen) wordt het studiegebied afgebakend, zodat duidelijk wordt gemaakt waar men eventuele effecten dient te bestuderen.

In dit hoofdstuk wordt er aangegeven wat er van belang is bij de bepaling van het studiegebied en hoe de afbakening kan gebeuren.

### **6.1 Inleiding**

Het studiegebied is de zone waarin wordt nagegaan of het m.e.r.-plichtige project eventuele effecten zal veroorzaken. Het studiegebied kan worden opgesplitst in verschillende deelgebieden:

- projectgebied: de zone waarin het eigenlijke project wordt uitgevoerd.
- de werkstrook: de zone naast het projectgebied, die gebruikt wordt voor de opslag en vervoer van materialen en werktuigen (bij infrastructuurwerken).
- de omgeving: de zone rondom het projectgebied en de werkzone waar er effecten te verwachten zijn ten gevolge van de activiteiten in het projectgebied en/of de werkzone.

De afbakening van het studiegebied is net zoals de bepaling van de effectgroepen een dynamisch proces, dat tijdens de opmaak van MER kan bijgestuurd worden, naarmate de inzichten in de projecteigenschappen en de verwachte effecten verhogen.

### **6.2 Methode voor de afbakening van het studiegebied**

De afbakening van het studiegebied kan gebeuren op basis van verschillende criteria. Het belangrijkste aspect bij de afbakening is het project, de projecteigenschappen en de verwachte effecten, zowel direct als indirect. De projecteigenschappen geven aan welke effecten er waar onderzocht dienen te worden. Specifiek voor de discipline Bodem wordt het studiegebied niet enkel horizontaal, maar ook verticaal afgebakend.

Zo zal in een project met een diepe ontgraving (bvb. een ontginnings-MER) de afbakening van het studiegebied dieper reiken (tertiaire of secundaire bodemlagen) dan in een project met een oppervlakkige afgraving (bovenste 2 m).

Ook de verwachte effecten die in een andere discipline kunnen voorkomen bepalen in grote mate de afbakening van het studiegebied. Zo speelt de invloed van het project op de waterhuishouding (grondwater en oppervlaktewater) een grote rol, aangezien dit ook een invloed heeft op verschillende effectgroepen in de discipline Bodem, zoals bijvoorbeeld bodemzetting, bodemkwaliteit en de wijziging van het bodemvochtregime. Vanuit de discipline Fauna en Flora kunnen de ecosysteemkwetsbaarheidskaarten (met name kwetsbaarheid voor verdroging, verzuring en eutrofiëring) ook een hulp zijn bij de afbakening van het te onderzoeken gebied. Vanuit de discipline lucht kan de afbakening van het studiegebied bepaald worden door de afstand tot waar er depositie van atmosferische emissies te verwachten is.

Een andere bepalende factor is de omgeving zelf. Zo kunnen de bodemeigenschappen in de omgeving van die aard zijn dat deze mee in het studiegebied opgenomen dienen te worden (bijvoorbeeld een zone met bodems gevoelig voor bodemzetting die eventueel kan beïnvloed worden door de ontwatering in het projectgebied). Andere terreineigenschappen die van belang kunnen zijn, zijn ondermeer het reliëf (erosie), de aanwezigheid van fysieke entiteiten (bvb. wegen, waterlopen, ...), de afbakening van stroomgebieden en het bodemgebruik.

Een typisch aspect voor de discipline bodem is de multifunctionaliteit van de bodem, zodat de afbakening van het studiegebied zich niet hoeft te beperken tot één bepalende factor, maar gebaseerd kan zijn op meerdere factoren.

Bij projecten waarbij er niet direct bepalende factoren voor de afbakening te onderscheiden zijn, kan de afbakening gebeuren door op arbitraire wijze een buffer van een welbepaalde afstand tot het projectgebied vast te leggen en dit als het studiegebied te beschouwen. Wanneer in de loop van het proces nieuwe inzichten gekend worden, kan dit dan steeds worden aangepast.

### **6.3 Verantwoording en weergave in het MER**

Het is belangrijk om in een MER duidelijk aan te geven wat het studiegebied is en hoe de afbakening van het studiegebied tot stand gekomen is. Ook indien tijdens het m.e.r.-proces wijzigingen aan het studiegebied werden aangebracht is het aangewezen om dit op te nemen in het definitieve MER, zodat duidelijk is welke factoren de uiteindelijke bepaling van het studiegebied hebben beïnvloed.

De afbakening van het studiegebied in het MER kan tekstueel worden beschreven. Het is hierbij aangewezen om dan gebruik te maken van straatnamen, namen van waterlopen, toponiemen, de richting duidelijk te bepalen en eventuele speciale oriëntatiepunten te vermelden.

*Voorbeeld: het studiegebied voor dit MER is afgebakend op basis van de verwachte effecten op de grondwaterhuishouding en wordt bepaald door de zone tot waar een grondwaterstandsvaling te verwachten valt. In het noorden komt dit overeen met de Antwerpsesteenweg, in het westen reikt het studiegebied tot het Albertkanaal, terwijl in het oosten en zuiden het studiegebied een zone omvat tot op 300 m van het bouwproject, met inbegrip van de veenbodems die zich nog iets verder uitstrekken. (zie kaart X.Y)*

Het studiegebied wordt bij voorkeur voorgesteld op kaart waarbij de topografische kaart als achtergrond gebruikt wordt en het studiegebied duidelijk wordt afgelijnd door een contour. Dit kan eventueel ook worden ingetekend op de kaart met informatie over de referentiesituatie.



# 7 **Analyse van de referentiesituatie**

---

Om de eventuele effecten veroorzaakt door een project te kunnen bepalen dient men eerst te weten wat de uitgangssituatie is. Het verwerven van inzicht hieromtrent gebeurt door een analyse van de referentiesituatie en deze te beschrijven in het MER.

In dit hoofdstuk wordt er aangegeven op welke wijze de analyse en beschrijving van de referentiesituatie dient te gebeuren. Er wordt in dit hoofdstuk een niet-limitatieve olijsting van mogelijke bodemeigenschappen opgenomen die bij de beschrijving van de referentiesituatie aan bod kunnen komen, op welke wijze deze onderzocht en beschreven kunnen worden en waar de nodige informatie gevonden kan worden.

## 7.1 **Inleiding**

De referentiesituatie is de toestand van het gebied waarnaar gerefereerd wordt in functie van de effectvoorspelling. Ten opzichte van deze toestand zullen de eventuele milieueffecten beoordeeld worden.

Voor de beschrijving van de referentiesituatie voor de discipline Bodem wordt er in de meeste gevallen verwezen naar de huidige situatie.

In sommige gevallen kan het echter aangewezen zijn om niet te refereren naar de huidige situatie.

Zo kan de referentiesituatie soms gelijkgesteld worden aan een gewenste situatie, waarvoor andere beoordelingscriteria van toepassing zijn. Een voorbeeld hiervan is het refereren naar een situatie waarbij een ander bodemgebruik dan het huidige gewenst is.

Een andere mogelijkheid is de verwijzing naar een gewijzigde situatie, een toestand die nog niet van toepassing was tijdens het opstellen van het MER, maar die wel aanwezig zal zijn voordat met het m.e.r.-plichtige project gestart wordt. Hier kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een bodemsanering die voorafgaand aan de projectwerken zal worden uitgevoerd en de bodemeigenschappen ten opzichte van de huidige situatie zal wijzigen.

## 7.2 **Het beschrijven van de referentiesituatie**

### 7.2.1 **Algemeen**

Het beschrijven van de referentiesituatie gebeurt door aan te geven wat de toestand is van het studiegebied aan de hand van de relevante bodemeigenschappen.

Deze beschrijving kan ingedeeld worden in een weergave van de basiseigenschappen en een beschrijving van bijkomende eigenschappen die relevant zijn voor het specifieke project en/of studiegebied.

Zo wordt vermeden dat de beschrijving van de referentiesituatie uitdraait op een veel te uitgebreide verhandeling over allerlei mogelijke bodemkenmerken die naar de effectvoorspelling en effectbeoordeling toe niet relevant zijn. Zo dient de geologische toestand niet beschreven te worden bij een ondiepe ontgraving, maar kan deze wel worden meegenomen bij een afdichting van het bodemoppervlak (onbereikbaarheid grondstoffen).

Het is van belang om voordat men de analyse van de referentiesituatie aanvangt op basis van de projectgegevens een eerste inschatting te maken van de mogelijk voorkomende effecten en het afgebakende studiegebied. Deze kennis bepaalt voor een groot deel de bodemeigenschappen die in de referentiesituatie beschreven dienen te worden.

Een bijkomend onderdeel in de analyse van de referentiesituatie is de beschrijving van de ontwikkelingsscenario's. Ontwikkelingsscenario's zijn disciplineoverschrijdende

toekomstprojecties ter aanvulling van de actuele situatie. Zij worden beschouwd indien er aanwijzingen zijn dat de toestand in de toekomst ingrijpend kan wijzigen ten gevolge van autonome ontwikkelingen of door opgelegde beleidsopties. Zal bijvoorbeeld de nabestemming van een aan te leggen zandgroeve gericht zijn op recreatie of zal er een stortplaats gerealiseerd worden of wordt een als industriegebied ingekleurd maar als landbouwgebied gebruikt terrein op termijn toch omgevormd tot industriezone. De waardering van de bodemtoestand is uiteraard afhankelijk van deze uiteenlopende gebruiksvormen.

De autonome ontwikkeling voor de bodemcomponent betekent meestal een status quo binnen de normale planperiode. Enkel bij ernstige aanwijzingen dat de bodemvorming vrij snel verloopt (b.v. bij rijping en zetting van relatief 'jonge' bodems) of verstoord wordt door natuurlijke of andere niet door het geplande project veroorzaakte bronnen moeten de effecten t.o.v. een ontwikkelingsscenario beschreven worden.

Ten aanzien van het thema bodem moet speciale aandacht besteed worden aan natuurlijke bodemprocessen die zich kunnen afspelen als gevolg van bodemgebruiksveranderingen zoals door het stilleggen van landbouwactiviteiten, natuurontwikkeling, globale klimaatsverandering, enz. Alleen al het achterwege blijven van een langdurig regime van landbouw kan belangrijke fysische, chemische en biologische wijzigingen in de bodem teweeg brengen (bvb. verzuring)

## 7.2.2 Methodiek

Er wordt vanuit gegaan dat de beschrijving van de referentiesituatie over het gehele afgebakende studiegebied dient te gebeuren. Wanneer omwille van de omvang van het project dit niet mogelijk lijkt, kan men zich focussen op de belangrijkste en representatieve bodemseries of deelgebieden. Indien voor deze optie gekozen wordt dient men er echter wel zeker van te zijn dat er geen belangrijke eigenschappen gemist worden doordat niet het gehele studiegebied beschreven wordt.

Men kan ook opteren om het gehele studiegebied op een kwalitatieve manier te beschrijven, waarbij enkele belangrijke deelgebieden met een grotere mate van detail beschreven worden. Indien het mogelijk is om de relevante bodemeigenschappen ook te kwantificeren (bvb. de oppervlakten aan bodems met een waardevolle profielontwikkeling) dan wordt er aangeraden dit in de analyse van de referentiesituatie op te nemen. Dit maakt het mogelijk om naderhand ook tijdens de effectvoorspelling en effectbeoordeling mogelijke effecten te kwantificeren.

De analyse van de referentiesituatie bestaat uit een tekstueel gedeelte, verrijkt met tabellen indien mogelijk, waarin alle relevante bodemeigenschappen beschreven worden. Even belangrijk echter is de grafische voorstelling van de referentiesituatie. Door de referentiesituatie op kaart weer te geven wordt het studiegebied inzichtelijk gemaakt, zeker voor de personen die niet onmiddellijk vertrouwd zijn met het project of de omgeving. Voor de discipline Bodem is het best om de referentiesituatie aan te duiden op de topografische kaart met een overlay van de bodemkaart. Voor kleinere gebieden kunnen hierop de bodemseries worden weergegeven, voor grotere gebieden (waar de weergaven van alle bodemseries onoverzichtelijk wordt) kunnen de bodemassociaties worden voorgesteld. Op deze kaart kan dan nog bijkomende informatie worden opgenomen (bvb. locatie van lengteprofielen of boringen, locaties onderhevig aan erosie, ...).

Zoals eerder vermeld gebeurt de beschrijving van de referentiesituatie aan de hand van het inventariseren en bespreken van allerlei bodemeigenschappen. In de eerste plaats wordt er getracht om de informatie over deze bodemeigenschappen uit bestaande bronnen te verzamelen. Dit kunnen algemene werken zijn die het studiegebied beschrijven, maar kunnen ook de resultaten zijn van specifieke onderzoeken die uitgevoerd zijn met betrekking op het studiegebied. Indien er in het kader van het te bestuderen project reeds specifieke onderzoeken zijn uitgevoerd (bvb. boringen, sonderingen, kwaliteitsanalyses) dan dienen deze ook te worden opgenomen in de analyse van de referentiesituatie. Ook uit MER's over eerdere, vergelijkbare projecten kan nuttige informatie gehaald worden.

Bij het overnemen van informatie uit bestaande bronnen dienen duidelijk de referenties in het MER te worden opgenomen. Er dient ook te worden nagekeken of er gewerkt wordt met de meest recente gegevens. Het is belangrijk te weten of deze gegevens nog wel actueel zijn en de huidige situatie op een afdoende en correcte manier weergeven. Dit geldt eveneens voor informatie die verkregen wordt van de initiatiefnemer.

Indien blijkt dat de beschikbare gegevens niet toereikend zijn om de referentiesituatie en alle relevante bodemkenmerken op een goede manier te beschrijven zal er bijkomend onderzoek uitgevoerd dienen te worden. Dit kan in verschillende gevallen voorkomen, bvb als:

- er geen gebiedsdekkende bodemkaart beschikbaar of de informatie niet toereikend is.
- de originele bodemtoestand niet meer van toepassing is (bvb. een situatie waar er reeds projecten zijn ondernomen na de kartering van de bodemkaart, zoals de aanleg van de autosnelwegen). Door de algemene verdroging van Vlaanderen kan er gesteld worden dat de typering van de drainagetoestand volgens de bodemkaart de echte situatie niet meer correct weergeeft. Indien het bodemvochtregime een rol speelt in het MER is het hier dus aan te raden om een bijkomend veldonderzoek uit te voeren.
- de grenzen van de verschillende bodemzones nauwkeurig dienen afgebakend te worden.
- de aard van de geplande activiteit zodanig is dat uitgebreide chemische en/of fysische metingen verricht dienen te worden.
- de informatie op de bodemkaart niet genoeg gegevens levert voor een accurate beschrijving.
- er informatie nodig is voor de calibratie of inputparameters van modellen die in de effectvoorspelling gebruikt zullen worden.

Indien er informatie in het MER wordt opgenomen dat afkomstig is van zulk bijkomend onderzoek dient zeker vermeld te worden welke onderzoeksmethodiek gebruikt werd en welke eventuele beperkingen hierbij van toepassing zijn.

De standaardprocedures voor de bepaling van fysische bodemkenmerken kunnen o.a. teruggevonden worden in volgende basiswerken:

- Hillel, D. 2004. Introduction to environmental soil physics. Elsevier/Acad. Press, San Diego, CA. 494 p.
- Dane and Topp, 2002. Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods, No. 5, Soil Sci. Soc. Amer. Book Series, SSSA, Madison, WI 1692 p.
- Klute, A. (ed.). 1986. Methods of Soil Analysis, Part I. 2nd. ed. Agronomy 9. Am. Soc. of Agronomy, Madison, WI. 1188 p.
- Lal, R., and M.K. Shukla. 2004. Principles of soil physics. Marcel Dekker, New York. 716 p.
- Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het afvalstoffendecreet en het bodemsaneringsdecreet (<http://www.vito.be/milieu/milieumetingen8a2.htm>)

### **7.2.3 Basiskenmerken**

In de inleiding werd er reeds aangegeven dat de te onderzoeken bodemeigenschappen in te delen zijn in basiskenmerken en kenmerken die afhankelijk van de projecteigenschappen onderzocht dienen te worden.

De basiskenmerken zijn de eigenschappen van de bodem die in elke analyse van de referentiesituatie opgenomen worden, omdat ze een eerste duidelijk beeld geven van de actuele toestand.

De basiskenmerken voor de discipline Bodem bestaat uit de informatie die uit de bodemkaart af te leiden is, meer bepaald de bodemserie zoals ze bekend is vanuit de Belgische bodemclassificatie met opname van de textuursoort, de drainagetoestand en de profielontwikkeling. Deze informatie wordt op een kwalitatieve manier beschreven voor het gehele studiegebied, waarbij voor speciale aandachtsgebieden hier nog dieper op kan worden ingegaan (opnemen van bvb. varianten van profielontwikkeling en moedermateriaal, beschrijving van eventuele bijmengingen, complexen en fasen).


Door het gebruik te maken van de digitale bodemkaart en de huidige GIS-toepassingen is het mogelijk om deze informatie ook te kwantificeren (bvb. absolute en relatieve oppervlakte aan bodems met een pluggen-profielontwikkeling) en deze informatie voor te stellen op een kaart en toe te voegen aan het MER. Bij het opstellen van deze kaart dient een duidelijke legende te worden opgenomen en kunnen de belangrijkste bodemseries op kaart zelf worden aangeduid door middel van labels.

## 7.2.4 Andere kenmerken

Naast de basiskenmerken kunnen een heleboel andere bodemeigenschappen opgenomen worden in de beschrijving van de referentiesituatie. Welke van deze bodemkenmerken in de referentiesituatie dienen geanalyseerd te worden, wordt bepaald door de projecteigenschappen (de te verwachten effecten) en de locatie. In onderstaande paragrafen wordt een overzicht gegeven van verschillende van die parameters en de manier waarop ze in de beschrijving van de referentiesituatie kunnen worden opgenomen. Deze uiteenzetting pretendeert echter niet volledig of limitatief te zijn. Er wordt niet in detail ingegaan op welke wijze deze parameters bepaald kunnen worden, hiervoor verwijzen we naar de vermelde informatiebronnen en standaardwerken indien er meer informatie gewenst is.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de mogelijke bodemeigenschappen die in een MER kunnen worden opgenomen. Informatie over de aangekruiste bodemeigenschappen kan van pas komen in de effectbespreking van de respectievelijke effectgroepen, zowel voor de effectvoorspelling als de beoordeling.

Tabel 7-1: Bepalende bodemparameters per effectgroep

Geeft info over 	Structuurwijziging	Profielwijziging	Wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid	Erosie	Grondverschuiving-en	Wijziging Bodemstabiliteit	Aantasting bodemhygiëne	Wijziging bodemvochtregime	Wijziging van de Diepere ondergrond
Volumegewicht	x		x	x	x	x			
Structuur	x	x	x	x	x	x		x	
Profiel		x	x	x	x	x			
Textuur	x	x	x	x	x	x	x	x	
Porositeit	x		x	x	x	x	x	x	
Plasticiteit	x				x	x			
Organische stof	x	x	x		x	x	x		
Zuurtegraad	x	x	x				x		
Permeabiliteit	x		x		x	x	x	x	
Vochtgehalte	x		x		x	x		x	
Draagkracht	x		x		x	x			
Kationenuitwisselings-capaciteit			x				x		
Infiltratiesnelheid	x		x	x	x	x	x	x	
Geleidbaarheid							x		
Corrosiviteit			x						

Geeft info over	Structuurwijziging	Profielwijziging	Wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid	Erosie	Grondverschuivingen	Wijziging Bodemstabiliteit	Aantasting bodemhygiëne	Wijziging bodemvochtregime	Wijziging van de Diepere ondergrond
Uitspoelingsgevoeligheid			x				x		
Bodemhygiëne			x				x		
Bodemgebruik	x	x	x	x		x	x	x	
Stratigrafie					x	x		x	x

Bij verschillende van onderstaande bodemeigenschappen werden referentiewaarden opgenomen. Deze worden opgenomen als voorbeeld en de bron wordt vermeld. Het kan voorkomen dat andere bronnen andere waarden vermelden. Als in een MER daarom waarden uit de literatuur worden opgenomen, moet er steeds verwezen worden naar de informatiebron. Meer informatie over de analysemethodes kan gevonden worden in de basiswerken opgesomd onder § 7.2.2.

#### 7.2.4.1 Volumegewicht

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Volumegewicht (dichtheid)</b>
Wat:	Verhouding van gewicht van een ovendroog grondstaal tot het volume ervan, $\rho_b$
Wanneer:	Kan een indicatie van de bodemtoestand geven wanneer bodemverdichting of bodemzetting verwacht wordt.
Hoe bepalen:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Standaardwaarden uit de literatuur overnemen: Enkele gemiddelde waarden zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>kleilig – lemig: 1,1 – 1,6 g/cm<sup>3</sup></li> <li>zandig: 1,3 – 1,7 g/cm<sup>3</sup></li> <li>compacte lagen: 1,7 – 2,0 g/cm<sup>3</sup></li> <li>losse gronden: 1,07 g/cm<sup>3</sup> (Smedema, 1993)</li> </ul> </li> <li>Bepaling in laboratorium: wegen van een gedroogd ongestoord bodemmonster met een gekend volume.</li> <li>Bepaling door pedotransferfunctie in functie van textuur en gehalte organische stof</li> </ol>
Hoe beschrijven:	Kwantitatieve beschrijving voor het gehele studiegebied of per relevant deelgebied (eenheid: kg/m <sup>3</sup> of g/cm <sup>3</sup> )

#### 7.2.4.2 Structuur

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Structuur</b>
Wat:	Onderlinge schikking van de bodemdeeltjes
Wanneer:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij voorkomen van de effectgroep structuurwijziging</li> <li>Bij onderzoek stabiliteit</li> <li>Bij onderzoek bodemgebruik (landbouw)</li> <li>Bij onderzoek erosie</li> </ul>
Hoe bepalen:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Visuele waarneming</li> <li>Opzoeken gegevens in bestaand literatuur aangaande het studiegebied.</li> </ol>
Hoe beschrijven:	Kwalitatieve beschrijving voor het gehele studiegebied of per

relevant deelgebied.

#### 7.2.4.3 Porositeit

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Porositeit (totaal poriënvolume, afmetingen poriën)</b>
Wat:	Aandeel van het bodemvolume dat wordt ingenomen door de poriën (geen vaste bodemdelen), $\epsilon$
Wanneer:	<ul style="list-style-type: none"><li>• wanneer bodemverdichting of bodemzetting verwacht wordt</li><li>• wanneer water- en zuurstoftransport belangrijk is (fauna en flora)</li></ul>
Hoe bepalen:	1. Standaardwaarden uit de literatuur overnemen: <ul style="list-style-type: none"><li>- zandgronden: 0,35 – 0,60</li><li>- kleigronden: 0,30 – 0,70</li><li>- leemgronden: 0,30 – 0,60</li><li>- veengronden: 0,80 – 0,85 (Hartmann)</li></ul> 2. Afleiden uit pF-curve of pedotransferfunctie (Giltrap, D.J. & Hewitt A.E.)
Hoe beschrijven:	Kwantitatieve beschrijving voor gehele studiegebied of per relevant deelgebied

#### 7.2.4.4 Plasticiteit

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Plasticiteit - Consistentie</b>
Wat:	Weerstand van kleimaterialen tegen compressie, vervorming en afschuiving
Wanneer:	Kan informatie leveren voor effectgroepen verdichting en stabiliteit
Hoe bepalen:	Bepalen door methode van Casagrande
Hoe beschrijven:	Kwantitatieve beschrijving voor gehele studiegebied of per relevant deelgebied (vloeigrens-rolgrens)

#### 7.2.4.5 Organische stof

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Organische stof gehalte (humus)</b>
Wat:	Aandeel van omgezet organisch materiaal in de bodem
Wanneer:	Bij mogelijk voorkomen van effectgroep wijziging bodemkwaliteit: mineralisatie, o.a. bij project met graafwerken
Hoe bepalen:	1. Veldbepaling: dikte van de strooisellaag geeft een eerste indicatie. 2. Bepaling in laboratorium <ul style="list-style-type: none"><li>- Bepaling gewichtsverlies (gloeiverlies) bij verbranden</li><li>- Door chemische oxidatie (bvb. Walkley and Black)</li><li>- Spectrofotometrische bepaling (dichromaatt-methode)</li><li>- Infrarood spectrometrie (Elementaire analyse, TOC)</li></ul>
Hoe beschrijven:	Kwantitatieve beschrijving of indicatie dikte van humuslaag

#### 7.2.4.6 Zuurtegraad

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Zuurtegraad - pH</b>
Wat:	Negatief logaritme van de waterstofionenactiviteit
Wanneer:	Bij mogelijke bodemverzuring, mineralisatie, bemesting, wijziging bodemgebruik (landbouw), ...
Hoe bepalen:	Bepaling in laboratorium: <ul style="list-style-type: none"><li>- Elektrometrische bepaling d.m.v. potentiometer of gecombineerde glaselektrode.</li></ul>

- Gebruik van indicatoren  
Hoe beschrijven: Kwantitatieve beschrijving voor gehele studiegebied of per relevant deelgebied.

#### 7.2.4.7 Permeabiliteit

**Bodemkenmerk** **Verzadigde doorlatendheid (permeabiliteit)**  
Wat: Ks, maat voor de doorlatendheid van de bodem (afhankelijk van bodemstructuur en vloeistofeigenschappen)  
Wanneer: Bij bemalingswerken, drainage, infiltratie, risico op verspreiding bodemverontreiniging, wijziging grondwatersituatie  
Hoe: 1. Standaardwaarden uit de literatuur overnemen  
- zand: > 1 m/dag (> 42 mm/h)  
- leem: 0,01 – 1 m/dag (0,42 – 42 mm/h)  
- klei: < 0,001 m/dag (< 0,042 mm/h) (Hartmann)  
2. Bepaling in het veld: bepaling door boorgatenmethode of dubbele ring-infiltrometermethode  
3. Bepaling door laboratoriumproeven: permeabiliteitsmeting op onverstoorde bodemmonsters  
Hoe beschrijven: Vermelding Ks-waarde per voorkomende textuur

#### 7.2.4.8 Vochtgehalte

**Bodemkenmerk** **Vochtgehalte – Vochthoudend vermogen**  
Wat: Aandeel van vocht in de bodem - Mogelijkheid om water in de onverzadigde zone vast te houden en ter beschikking te stellen aan de planten  
Wanneer: • Bij verwachte wijziging in waterhuishouding (bemaling, drainage, waterwinning, wijziging afvoercharacteristieken, overstroming, ...)  
• Bij verwachte verdichting, verslemping, wijziging bodemgeschiktheid voor landbouw...  
Hoe: *Vochthoudend vermogen* afleiden uit vochtretentiekarakteristiek (pF-curve)  
1. Bepaling d.m.v. laboratoriumproeven  
- bepaling met hangende waterkolom  
- overdrukmethode  
- bepaling dampspanningsevenwicht  
2. In-situ bepaling: d.m.v. tensiometer  
*Vochtgehalte:*  
1. gravimetrisch bepalen door uitdrogen bodemmonsters.  
Hoe beschrijven: Opnemen vochtcharacteristiek voor relevante bodemtypes, vermelden vochtgehalte

#### 7.2.4.9 Draagkracht

**Bodemkenmerk** **Draagkracht, betreedbaarheid en bewerkbaarheid**  
Wat: Weerstand van de toplaag tegen vervorming door uitoefening van externe druk  
Wanneer: Bij verwacht risico op structuurwijziging (verdichting, verslemping) door bvb. berijding of constructie van zware infrastructuur  
Hoe: *Draagkracht*  
1. Bepaling op veld: met behulp van penetrometer (bepaling van

profielopbouw: indicatie voorkomen draagkrachtige of slappe grondlagen)

#### *Betreedbaarheid en bewerkbaarheid*

1. Kwalitatieve bepaling op basis van structuur, textuur, vochtgehalte, volumegewicht, organisch stof gehalte, permeabiliteit, helling, stenigheid, drainage, grondwaterstand, ...

Hoe beschrijven: Kwalitatieve beschrijving, kwantitatieve beschrijving indien resultaten penetrometertest beschikbaar.

#### **7.2.4.10 Kationenuitwisselingscapaciteit**

<b>Bodemkenmerk</b>	<b>Kationenuitwisselingscapaciteit (CEC)</b>
Wat:	Verhouding kationen tot totaal aantal ionen
Wanneer:	Bij wijziging bodemkwaliteit, wanneer bodemgebruik (landbouw, bodemvruchtbaarheid) een rol speelt.
Hoe:	Bepaling door laboratoriumproeven (bvb. bariumchloride methode of zilver-thiourea-methode)
Hoe beschrijven:	Kwantitatieve beschrijving voor gehele studiegebied op per relevant deelgebied

#### **7.2.4.11 Infiltratiecapaciteit**

<b>Bodemkenmerk</b>	<b>Infiltratiecapaciteit</b>
Wat:	Snelheid waarmee het water vanaf het maaiveld de bodem indringt (afhankelijk van bodemstructuur, profielopbouw en vochttoestand, tijdsafhankelijk: benadert na verloop van tijd Ks)
Wanneer:	Bij risico op structuurwijziging, wijziging bodemgebruik, ook wanneer waterhuishouding oppervlaktewater wijzigt (overstromingsregime)
Hoe:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Standaardwaarden uit literatuur (Vlario, 1999):<ul style="list-style-type: none"><li>- grof zand: 500 mm/h</li><li>- fijn zand : 20 mm/h</li><li>- leemachtig fijn zand: 11 mm/h</li><li>- lichte zavel: 10 mm/h</li><li>- löss: 6 mm/h</li><li>- veen: 2,2 mm/h</li><li>- leem: 2,1 mm/h</li><li>- lichte klei: 1,5 mm/h</li><li>- matig zware klei: 0,5 mm/h</li><li>- kleiige leem: 0,4 mm/h</li></ul></li><li>2. Veldproeven:<ul style="list-style-type: none"><li>- ring infiltratietest (Maule)</li><li>- dubbele ringinfiltratietest (Maule)</li><li>- dubbele ringinfiltratietest met Mariottebuis (Boivin et al.)</li></ul></li></ol>
Hoe beschrijven:	Kwantitatieve beschrijving voor gehele studiegebied op per relevant deelgebied

#### **7.2.4.12 Geleidbaarheid**

<b>Bodemkenmerk</b>	<b>Geleidbaarheid</b>
Wat:	Het vermogen om elektrische stroom te geleiden. Voor Bodem



geeft dit aan aanwijzing van de hoeveelheid oplosbare zouten.  
 Wanneer: Bij projecten in estuaria, in saliene milieus  
 Hoe: Meting met geleidbaarheidsmeter  
 Hoe beschrijven: Kwantitatieve beschrijving voor gehele studiegebied op per relevant deelgebied

### 7.2.4.13 Corrosiviteit

**Bodemkenmerk**      **Corrosiviteit**  
 Wat: Mate waarin bodem ondergrondse structuren aantast  
 Wanneer: Bij inbrengen van ondergrondse constructies  
 Hoe: 1. Bepaling kengetallen van de corrosiviteitsfactoren<sup>2</sup>  
 2. Bepaling a.d.h.v. geleidbaarheid, redoxpotentiaal en pH

Corrosiviteitsklassen

Klasse	Zuurheid	Elektrische conductiviteit	Permeabiliteit	Textuur	Drainage
Laag	< 8	< 0.2	snel	zand	Goed
Matig	8 – 12	0.2 – 0.4	matig	zandleem	Matig
Sterk	> 12	> 0.4	slecht	lemig	fluctuerend

Hoe beschrijven: Kwalitatieve beschrijving voor gehele studiegebied op per relevant deelgebied

### 7.2.4.14 Uitspoelingsgevoeligheid

**Bodemkenmerk**      **Uitspoelingsgevoeligheid**  
 Wat: Een maat voor het risico op uitspoeling (o.a. bestrijdingsmiddelen, nutriënten, zware metalen, ...)  
 Wanneer: Bij verwachte wijzigingen van de bodemkwaliteit  
 Hoe: Bepaling uitspoelingsgevoeligheid en waarden afhankelijk van bodemtype, drainage, eigenschappen relevante stoffen: er wordt aangewezen hierover gespecialiseerde literatuur te raadplegen.  
 Hoe beschrijven: Kwalitatief-Kwantitatieve beschrijving voor gehele studiegebied of per relevant deelgebied

### 7.2.4.15 Bodemhygiëne

**Bodemkenmerk:**      **Bodemhygiëne**  
 Wat: Gehalten aan mineralen, zware metalen, nutriënten, organische materialen  
 Wanneer: Bij verwachte wijzigingen van de bodemhygiëne  
 Hoe bepalen: 1. resultaten uit eerder onderzoek, bvb. in kader van bodemsaneringsdecreet (opvragen bij OVAM).  
 2. staalname en analyses volgens geldende methodes voor de specifieke stoffen, OVAM-methodiek  
 Hoe beschrijven: Opnemen resultaten analyses, eventueel toetsen aan geldende richtwaarden

<sup>2</sup> (bijlage 5.17.5 Corrosie en corrosiebescherming van het Besluit van de Vl. R. van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne)

#### **7.2.4.16 Bodemgebruik**

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Bodemgebruik</b>
Wat:	Functioneel gebruik van de bodem
Wanneer:	Bij verwachte wijzigingen van het bodemgebruik. Belangrijk is dat alle disciplines met dezelfde gegevens werken (Water, Fauna en Flora, Mens)
Hoe bepalen:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. door middel van terreinonderzoek</li><li>2. analyse van bodemgebruikskarten (OC-GIS Vlaanderen)</li></ol>
Hoe beschrijven:	Kwalitatieve beschrijving, opnemen van tabellen met bodemgebruik en bijhorende oppervlakten

#### **7.2.4.17 Historisch bodemgebruik**

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Historisch bodemgebruik</b>
Wat:	Functioneel gebruik van de bodem en het landschap in historisch perspectief
Wanneer:	Bij verwachte wijzigingen in de profielopbouw van de bodem (vergravingen) en het bodemgebruik; wanneer dit niet apart in de discipline Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie behandeld wordt.
Hoe bepalen:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. onderzoek van historische kaarten</li><li>2. terreinonderzoek</li><li>3. opvragen gegevens uit de Centrale Archeologische Inventaris, opvragen gegevens bij Afdeling Onroerend erfgoed.</li></ol>
Hoe beschrijven:	Kwalitatieve beschrijving, eventueel cartografische weergave

#### **7.2.4.18 Stratigrafie**

<b>Bodemkenmerk:</b>	<b>Stratigrafie diepere ondergrond</b>
Wat:	Opeenvolging geologische lagen
Wanneer:	Bij diepe ontgravingen of waterwinningen
Hoe bepalen:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Informatie uit boringen op terrein</li><li>2. Informatie uit geologische kaarten,</li><li>3. Info uit DOV</li></ol>
Hoe beschrijven:	Kwalitatieve beschrijving, weergave doorsneden

## 8 **Analyse van de geplande situatie**

---

Het uiteindelijke doel van een milieueffectrapport is om aan te geven of er al dan niet effecten op het milieu veroorzaakt worden door de uitvoering van de voorgenomen activiteit. Bij de analyse van de geplande situatie wordt er onderzocht op welke wijze en in welke mate deze effecten zich zullen manifesteren. Na de analyse van de mogelijk voorkomende effecten worden deze ook beoordeeld.

Het doel van dit hoofdstuk is een uiteenzetting en identificatie te geven van de voorhanden zijnde effectvoorspellingsmethoden en effectbeoordelingscriteria per effectgroep.

### 8.1 **Inleiding**

De geplande situatie dient een beschrijving te geven van de wijzigingen in de oorspronkelijke bodemtoestand (beschreven in de analyse van de referentiesituatie) die optreden tijdens de realisatie of exploitatie van de m.e.r.-plichtige activiteit. Voor de discipline Bodem dient op verschillende vragen een antwoord te worden gezocht.

- Welke effecten zijn te verwachten tijdens de verschillende fasen van het project en waar gaan die effecten optreden ?
- Welke bodem- of milieuprocessen spelen een rol in de effecten en welke bodemeigenschappen zijn hierin belangrijk ?
- Welke effectvoorspellingstechnieken zijn beschikbaar om de wijzigingen in de bodemeigenschappen aan te geven ?

In eerste instantie werden de mogelijke effectgroepen reeds bepaald na een analyse van de voorgenomen activiteit. In de analyse van de geplande situatie worden dan de respectievelijke effecten onderzocht. Met name voor industriële projecten (GPBV<sup>3</sup>-bedrijven) is het belangrijk om, alvorens over te gaan tot het effectenonderzoek, te toetsen in hoeverre in de geplande situatie is voldaan aan toepassing van het BBT principe, hetgeen immers een groot verschil kan maken naar eventuele te verwachten effecten.

Indien de aard van de effecten of de onderzochte bodemparameters het mogelijk maken, worden de effecten bij voorkeur gekwantificeerd, zodat de effectbeoordeling aan de hand van duidelijk bepaalde criteria kan gebeuren. Indien een kwantitatieve beschrijving niet mogelijk is kunnen de effecten op een kwalitatieve manier beschreven worden.

Om de hele effectvoorspelling en effectbeoordeling transparant te houden dient steeds weergegeven te worden op welke methode de effectvoorspelling gebaseerd is en met welke gegevens er gewerkt werd. Ook het aangeven van de beoordelingscriteria of het opnemen van een duidelijke verantwoording wanneer de effectbeoordeling gebaseerd werd op een expertenoordeel is een vereiste. Het belang van het significantiekader dient hierbij onderstreept te worden: wanneer wordt een effect als significant aanzien? Bij kwantificering van effecten kan de significantie gebeuren door aan te geven boven welke drempelwaarde een effect significant kan genoemd worden

Het is ook aan te raden om een kaart op te nemen bij de analyse van de geplande situatie. Op deze kaart kan de locatie en de aard van de verschillende mogelijke effecten worden weergegeven (bvb. zones waar het bodemprofiel wordt verstoord). Het handigste is om dit te doen met als achtergrond de topografische kaart.

In de volgende paragrafen wordt per effectgroep en per effect een overzicht gegeven van de gangbare effectvoorspellingsmethodes. Er wordt in het kort uitgelegd welke bodemparameters er onderzocht worden, hoe de voorspelling in zijn werk gaat en waar de nodige informatie gevonden kan worden. Er wordt ook aangegeven hoe de effectbeoordeling kan worden uitgevoerd en waarop men zich hierbij kan baseren.

---

<sup>3</sup> GPBV = Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging

### 8.1.1 Gebruik van modellen

Meer en meer effecten kunnen voorspeld worden door toepassing van modellen, die door een toename van de rekencapaciteit van de nieuwe generatie pc's en GIS-toepassingen, steeds krachtiger maar ook complexer worden. Ook voor de discipline Bodem kunnen verschillende effecten modelmatig onderzocht worden, zoals bvb. het effect verdichting, bodemgeschiktheid, erosie, bodemzetting, wijziging bodemkwaliteit en de wijziging van het bodemvochtregime. Verschillende van deze modellen zijn echter commerciële modellen, zodat deze niet als standaardmethodiek naar voren geschoven kunnen worden.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van een model bij de effectvoorspelling en effectbeoordeling dienen een aantal zaken in het oog gehouden te worden.

- De **meerwaarde van het gebruik van een model** voor het specifieke MER dient aangegeven te worden. Het is niet noodzakelijk om een complex model te gebruiken indien men de effecten ook op een simpele manier kan voorspellen. Anderzijds kan het soms wel noodzakelijk zijn om een model te gebruiken als de andere methoden geen uitsluitsel geven over de verwachte effecten of om de effecten te kwantificeren.
- Er dient allereerst te worden aangegeven welke **inputparameters** er gebruikt werden (zowel voor de calibratie als voor de effectvoorspelling) en op welke wijze deze inputparameters verkregen werden (bronvermelding, bestaande gegevens of specifieke uitgevoerde onderzoeken).
- Het is ook belangrijk om steeds te werken met de meest **recente gegevens**.
- De **basis van het gebruikte model** dient ook te worden weergegeven (zonder al te zeer in te gaan op alle modelmatige technische details) en waar er meer info over het model kan gevonden worden).
- Een belangrijk aandachtspunt is ook dat men zich bewust is van de **leemten** (bvb. onnauwkeurigheid) en de **gebruiksvoorwaarden** (bvb. enkel geldig voor specifieke regio) zodat het model enkel gebruikt wordt waar voor situaties waar de modelresultaten zin hebben.

Inzake het voorschrijven van het gebruik van modellen voor effectvoorspelling reikt de ambitie van voorliggend richtlijnenboek niet zo ver dat er aangegeven wordt in welke gevallen modelmatige effectinschatting genoodzaakt is en in welke gevallen een kwantitatieve inschatting op basis van empirische of analytische formules reeds kan volstaan. Het is immers aan de MER-deskundige om projectspecifiek te oordelen of een model geschikt en/of genoodzaakt is voor het te bereiken doel. De nauwkeurigheid van de beschikbare modellen en datasets ten opzichte van de aard en het schaalniveau van de maatregelen dient hierbij mee in overweging te worden genomen.

#### ***Pedotransferfuncties***

Een speciale soort modellen, specifiek voor Bodem, zijn de pedotransferfuncties. Dit zijn wiskundige relaties tussen bodemparameters met een hoge statistische betrouwbaarheid. Deze relaties worden gebruikt om onbekende bodemparameters af te leiden uit beschikbare bodeminformatie. Pedotransferfuncties gebruiken informatie met betrekking tot korrelgrootteverdeling, volumegewicht en gehalte aan organische stof om bijvoorbeeld de vochtretentiekarakteristiek of de onverzadigde en verzadigde hydraulische geleidbaarheid in te schatten.

Een nadeel van deze pedotransferfuncties is dat deze meestal niet algemeen bruikbaar zijn, maar worden opgesteld voor welbepaalde omstandigheden (bvb. afhankelijk van bodemtype).

Meer informatie hierover kan gevonden worden in gespecialiseerde tijdschriften zoals Soil Science, Soil Science Society of America Journal en Journal of Hydrology

## **8.1.2 Effectbeoordeling**

De effectbeoordeling moet toelaten om uit te maken of de verwachte effecten een al dan niet significante impact hebben op het milieu en of er milderende maatregelen noodzakelijk zijn.

De effectbeoordeling kan op verschillende wijzen gebeuren:

- de meest voorkomende beoordeling - voor de discipline Bodem - is aan de hand van een expertenoordeel. Vanuit zijn opgedane kennis beoordeelt de erkend MER-deskundige de voorspelde effecten. Dit komt vooral voor bij een kwalitatieve beschrijving van de te verwachten effecten. Om dit inzichtelijk te maken voor de lezers van het MER is het belangrijk het expertenoordeel te verantwoorden. Het is belangrijk om duidelijk aan te geven welke de basis is waarop het expertenoordeel werd uitgesproken.
- Indien de effecten gekwantificeerd kunnen worden, bestaat de mogelijkheid om deze te toetsen aan bestaande normen en richtwaarden. Voor de discipline is dit voornamelijk van toepassing in de effectgroep wijziging van de bodemhygiëne.

Het belang van het significantiekader dient hierbij onderstreept te worden: wanneer wordt een effect als significant aanzien? Bij kwantificering van effecten kan de significantie gebeuren door aan te geven boven welke drempelwaarde een effect significant kan genoemd worden.

## **8.2 Structuurwijziging**

### **8.2.1 Verdichting**

Verdichting kan optreden wanneer een externe druk wordt uitgeoefend op de bodem. Het is de bedoeling om te bepalen of er kans is op verdichting, waar deze eventueel zal voorkomen (over het gehele studiegebied of lokaal) en in welke mate dit zal gebeuren. Indien mogelijk dient er een uitspraak te worden gedaan inzake de lagen gevoelig voor verdichting (ploegzool of diepere lagen). De informatie die hieruit naar voren komt is vooral belangrijk voor de discipline fauna en flora en de discipline mens, onderdeel landbouw, aangezien verdichting een impact heeft op de plantengroei.

#### **8.2.1.1 Kwalitatieve effectvoorspelling**

De kans op verdichting kan in eerste instantie worden afgeleid uit de informatie die beschikbaar is uit de bodemkaart. Op basis van de bodemseries en de vochttoestand die in het projectgebied voorkomen kan reeds worden aangegeven waar er een risico op verdichting is. Bij het bepalen van deze risicozones is het wel belangrijk om na te kijken of de informatie op de bodemkaart nog wel actueel is en rekening te houden met de beperkingen van de bodemkaart (bvb. scherpe grenzen tussen bodemtypes, terwijl dit in realiteit niet zo is). Door deze risicozones te vergelijken met de geplande activiteiten (waar wordt er gereden, waar wordt er gebouwd, ...) wordt er dan bepaald waar er effectief verdichting kan optreden. Deze zones kunnen worden beschreven, kunnen op kaart worden aangeduid en kunnen door middel van GIS-analyse ook worden gekwantificeerd (berekening opp. van het studiegebied onderhevig aan verdichting).

Bijkomende parameters die hierbij van belang zijn is de draagkracht van de grond, het gehalte aan organische stof en de bedekking van de bodem.

Tabel 8-1: Kwalitatieve beoordeling kans op verdichting

Relevante parameter	Beoordeling	Kans op verdichting
Draagkracht	groot > 0.6 Mpa	Gering
	matig 0.3-0.6 MPa	Matig
	gering < 0.3 MPa	Hoog
Volumegewicht in functie van de textuur	hoog	gering
	laag	hoog
Vochttoestand (ook afh. van tijdstip project)	droog (a, b, c)	Gering
	nat (d, e, f, h)	Matig
Zodebedekking	Gesloten	Gering
	Open	Groot
Organische stof	hoog+fijn zand/leem/klei	Groot
	Laag	Groot

### 8.2.1.2 Kwantitatieve effectvoorspelling

Naast een kwalitatieve beoordeling van het risico op bodemverdichting kan de eventuele bodemverdichting ook berekend worden. Om deze berekeningen uit te voeren is er echter veel informatie nodig. Deze informatie wordt door de opdrachtgever aangeleverd (bvb. de frequentie van berijding, met welke machines er gereden wordt, welke de bandenspanning en wieldruk is, ...). Hiernaast dienen er ook verschillende bodemeigenschappen gekwantificeerd te worden, zoals de schijnbare dichtheid van de bodem, de draagkracht en de vochttoestand. Aangezien dergelijk kwantitatieve effectvoorspelling dus een onderzoek op zich is, wordt dit enkel toegepast wanneer al deze gegevens reeds beschikbaar zijn, of wanneer een eventuele bodemverdichting een belangrijk gevolg kan hebben op het toekomstige bodemgebruik (bvb. ontginningen die later terug een landbouwfunctie krijgen).

#### 1. Het vastleggen van de relatie tussen betreding en uitgeoefende belasting.

Perdok en Terpstra (1983) stellen een grafische relatie op tussen de grondspanning ( $P_g$ ) en de bandenspanning ( $P_b$ ) en vertaalt dit als  $P_g = 1.2$  of  $1.3 P_b$ . Als de bandenspanning van de gebruikte machines bekend is dan kan er worden nagekeken of deze de maximum grondspanning overschrijden op basis van volgende tabel (Chamen et. al.).

Tabel 8-2: Richtlijnen voor maximum bandenspanning van landbouwwerktuigen

Gevoeligheid voor verdichting	Aanbevolen maximum bandenspanning (kPa)	Gemiddelde grondspanning (kPa)
Extreem gevoelig	40	65
Zeer gevoelig	80	100
Matig gevoelig	120	150
Niet gevoelig	160	200

De gevoeligheid wordt hier bepaald op basis van de bulkdensiteit, de vochttoestand en het voorkomen van eerdere verdichting.

#### 2. Bepaling draagkracht door middel van penetrometer

Ter beoordeling van de draagkracht (of er al dan niet verdichting zal plaatsvinden) kan er een kritische grens gesteld worden voor de indringingsweerstand van de bodem. Is de indringingsweerstand van de bodem hoger dan die kritische grens, dan is de draagkracht goed, is de indringingsweerstand lager, dan is de draagkracht onvoldoende. De meting van de indringingsweerstand gebeurt met een penetrometer (penetrologger, penetrograaf of handsondeerapparaat). Uit de resultaten hiervan kan de verdichtingsgraad worden afgeleid.

### **8.2.1.3 Modelmatige effectvoorspelling**

Tegenwoordig bestaan er verschillende modellen die bodemverdichting simuleren. Deze modelleren in eerste instantie de verdeling van de druk op de bodem uitgeoefend door externe krachten (meestal voertuigen) en dan de gevolgen van de eventuele verdichtingen op de bodemeigenschappen. De bodemcompactiemodellen zijn op te delen in twee groepen, enerzijds de analytische modellen gebaseerd op de vergelijkingen van Boussinesq en anderzijds de modellen die verdichting berekenen aan de hand van de eindige-elementen-methode (Finite Elements Method, FEM). De analytische modellen zijn makkelijker te gebruiken, modellen gebaseerd op FEM zijn complexer (meer inputparameters nodig) maar geven een meer accuraat beeld van de verdichting. De meeste van deze modellen zijn beschikbaar als een Excel-werkblad. Meer informatie hierover kan o.a. gevonden worden in

- Défossez P., Richard G. (2002) Models of soil compaction due to traffic and their evolution. Soil & Tillage Research, 67, 41-64
- Er bestaat ook een Europese Soil Compaction Database (SOCODB, Van den Akker, 2003) met veel informatie over verdichtingsgevoelige bodems.
- Enkele voorbeelden hiervan zijn te vinden op [www.alterra.nl](http://www.alterra.nl) en <http://www.alterra-research.nl/pls/portal30/docs/folder/subsoil/subsoil/index.htm>

Als resultaat van deze modellen bekomt men een berekening van het risico op verdichting, voor het onderzochte bodemtype en belasting, uitgedrukt als een wijziging in de bodemdichtheid.

### **8.2.1.4 Effectbeoordeling**

Uitgaande van de kwalitatieve analyse kan er worden weergegeven of er een kans is op verdichting en kan een uitspraak worden gedaan over de grootte van die kans. Dit is het zogenaamd expertenoordeel.

Indien er berekeningen worden uitgevoerd kan de eventuele verdichting kwantitatief worden uitgedrukt als een wijziging in de volumegewichten. Op basis van een expertenoordeel wordt dan de significantie van deze wijziging bepaald.

De beoordeling van de significantie van het effect verdichting is ook afhankelijk van de oppervlakte onderhevig aan verdichting en het bodemgebruik op die locatie.

## **8.2.2 Verslemping en korstvorming**

Bij verslemping en korstvorming wijzigt de structuur van de toplaag van de bodem. Er wordt onderzocht of er kans is op verslemping en waar dit eventueel zal voorkomen. Deze informatie kan doorgegeven worden aan de discipline fauna en flora en de discipline mens, landbouw aangezien dit ook een impact kan hebben op de aanwezig vegetatie.

### **8.2.2.1 Kwalitatieve effectvoorspelling**

De kans op verslemping en korstvorming kan in eerste instantie worden afgeleid uit de informatie die beschikbaar is uit de bodemkaart. Op basis van de bodemseries en de vochttoestand die in het projectgebied voorkomen kan reeds worden aangegeven waar er een risico op verslemping is. Door deze risicozones te vergelijken met de geplande activiteiten kan er dan bepaald worden waar er effectief verslemping kan optreden. Deze zones kunnen worden beschreven, kunnen op kaart worden aangeduid en kunnen door middel van GIS-analyse ook worden gekwantificeerd (berekening opp. van het studiegebied onderhevig aan verslemping).

Bijkomende parameters die hierbij van belang zijn is de structuur, het eventuele overstromingsregime en de bedekking van de bodem. Dit kan tijdens een terreinobservatie onderzocht worden.

Tabel 8-3: kwalitatieve beoordeling kans op verslemping

Relevante parameter	Beoordeling	Kans op verslemping
vochttoestand	droog	gering
	matig	matig
	verzadigd	hoog
textuur	klei	gering
	zand	gering
	leem	matig
	zandige leem	groot
bodembedekking	dicht	gering
	schaars	groot
gehalte organische stof	groot	gering
	klein	groot
pH	laag	groot
	hoog	gering

De gevoeligheid voor verslemping kan ook worden afgeleid uit een vergelijking tussen de vloeigrens en het vochtgehalte van de bodem. Hoe hoger het vochtgehalte zich boven de vloeigrens bevindt, hoe gevoeliger de bodem voor verslemping is.

### 8.2.2.2 Kwantitatieve methode

Op basis van de parameters vermeld in voorgaande tabel (vochttoestand, textuur, gehalte organische stof en pH) kan er ook een verslempingsindex worden berekend. Hoe hoger deze index, hoe groter de verslemping (Jarry, 1987).

### 8.2.2.3 Effectbeoordeling

Uitgaande van de kwalitatieve analyse kan er worden weergegeven of er een kans is op verslemping en kan een uitspraak worden gedaan over de grootte van die kans. Dit is het zogenaamd expertenoordeel.

Indien er berekeningen worden uitgevoerd kan de eventuele verslemping kwantitatief worden uitgedrukt als een wijziging in de volumegewichten. Op basis van een expertenoordeel wordt dan de significantie van deze wijziging bepaald.

De beoordeling van de significantie van het effect verslemping is ook afhankelijk van de oppervlakte onderhevig aan verslemping en het bodemgebruik op die locatie.

## 8.3 Profielvernietiging

### 8.3.1 Aantasting aanwezig profiel

Door de uitvoering van het project kan het aanwezig profiel worden gewijzigd (voornamelijk door vergraving). Het is de bedoeling om aan te geven waar dit gebeurt en welke profielen hierbij aangetast zullen worden.

#### 8.3.1.1 Kwalitatieve effectvoorspelling

Profielvernietiging wordt onderzocht door na te kijken waar het aanwezige profiel door de werken wordt aangetast. De bepaling van het aanwezige profiel gebeurt in eerste instantie op basis van de informatie (bodemserie) die geleverd wordt door de bodemkaart. Wanneer er echter vermoed wordt dat de huidige situatie niet meer overeenkomt met de aanduiding op de bodemkaart dient dit te worden nagegaan. Dit kan gebeuren door op te zoeken of er reeds andere studies gemaakt werden met het studiegebied als onderwerp of door



aannames te doen op basis van eerdere uitgevoerde werken. Er kan ook informatie worden verzameld door de uitvoering van veldwerk (boringen, maken van profielputten). Het is aan te raden om reeds in de kennisgeving aan te geven of er bijkomend onderzoek noodzakelijk is.

Een specifieke verstoring van het profiel is de verstoring van de toplaag van de bodem, de teelaarde. De bodemstructuur, lucht- en waterhuishouding en het voorkomen van nutriënten, de aanwezige zaadvoorraad en de bodemfauna is voor een belangrijk deel bepalend voor de aanwezige vegetatie. Ingrepen die een impact hebben op deze teelaarde laag dienen dan ook met zorg bepaald te worden.

Na het vaststellen van de bodems met een waardevol profiel (historisch waardevol, landbouwkundig waardevol, ...) worden de geplande werken geanalyseerd, zodat men kan bepalen waar er welke profielen in welke mate aangetast worden. Deze zones kunnen worden beschreven, kunnen op kaart worden aangeduid en kunnen door middel van GIS-analyse ook worden gekwantificeerd (berekening opp. van het studiegebied onderhevig aan profielvernietiging).

### **8.3.2 Verstoring van historisch/wetenschappelijk waardevolle bodems**

De waarde van het profiel kan ook worden nagekeken door een toetsing van de bodem aan de criteria ter identificatie van waardevolle bodems en de inventarisatie van de waardevolle bodems in Vlaanderen (meer info op [www.lne.be/themas/bodem/bodemkundig-erfgoed](http://www.lne.be/themas/bodem/bodemkundig-erfgoed); [dov.vlaanderen.be](http://dov.vlaanderen.be)).

### **8.3.3 Aantasting van het archeologisch bodemarchief**

Aangezien het soms voorkomt dat bij projecten met een aanzienlijke bodemimpact de discipline Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie niet als sleuteldiscipline wordt meegenomen en het archeologisch bodemarchief intrinsiek verweven is met de bodem, kan in dergelijke gevallen bij de bespreking van profielverstoring de link gelegd worden met de archeologie. Dit geldt niet enkel voor grotere graafwerken, ook door het verwijderen van de teelaarde kunnen potentieel archeologische sites reeds aangetast worden.

#### **8.3.3.1 Kwalitatieve effectvoorspelling**

Eerst worden de gekende archeologische vindplaatsen geïnventariseerd, onder meer door het opvragen van data uit de Centraal Archeologische Inventaris of door contact op te nemen met de Afdeling Onroerend erfgoed. Deze gegevens worden in hun landschappelijke en landschapshistorische context geplaatst. Hierbij worden eveneens de leemten in de kennis aangegeven, dit betekent dat wordt geschetst voor welke gebieden geen of onvoldoende archeologische informatie voorhanden is. De effectbeoordeling bestaat er dan uit om de geplande ingrepen die een bedreiging vormen voor het archeologisch erfgoed, op te lijsten en na te kijken waar en welke wijze deze een impact hebben of kunnen hebben op het archeologisch bodemarchief (tijdelijk-permanent, indirect-direct). In geval van een potentieel grote impact is een duidelijke link met de discipline Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie noodzakelijk.

#### **8.3.3.2 Effectbeoordeling**

Uitgaande van de kwalitatieve analyse kan er worden weergegeven of er een kans is op profielvernietiging en kan een uitspraak worden gedaan over de grootte van die kans. Dit is het zogenaamd expertenoordeel.

De beoordeling van de significantie van de profielwijziging is afhankelijk van de oppervlakte onderhevig aan de verstoring, het bodemgebruik op die locatie, de zeldzaamheid van de verstoorde profielen en mate van herstel van het profiel.

Bij bodems die werden opgenomen in de inventaris van waardevolle bodems kan de gradatie die hieraan werd toegekend (waardevol, zeer waardevol, uitzonderlijk waardevol, ...) eveneens een maat zijn om het effect te beoordelen.

## 8.4 Erosie

### 8.4.1 Watererosie

Bij het onderzoeken van het effect erosie dient er bepaald te worden welke locaties er gevoelig zijn voor erosie, of er erosie kan optreden als gevolg van de projectwerken, hoe groot deze erosie zal zijn en wat er gebeurt met het geërodeerde bodemmateriaal. Dit staat in relatie met de discipline mens: erosie van landbouwgrond en hinder door modderoverlast.

#### 8.4.1.1 Kwalitatieve effectvoorspellingsmethoden

Het risico op bodmerosie kan kwalitatief worden ingeschat door de analyse van verschillende parameters, zoals het bodemtype (structuur en textuur), de bedekking, hellingsgraad en neerslag (zie Tabel 8-4). Deze analyse werd reeds uitgevoerd door LNE – ALBON en is terug te vinden op de bodmerosiekaart-Land en de bodemkundige erosiegevoeligheidskaart. Deze kunnen aangevraagd worden bij LNE – ALBON. Van deze basiskaarten kan men ook informatie afleiden inzake erosiefasen, erosiegevoelige substraten en varianten.

Bij projecten in erosiegevoelige gebieden waarbij het landgebruik wijzigt (bvb. rooien van begroeide delen, aanleggen van verhardingen), bij reliëfwijziging en ook bij wijziging van het afvoerregime, kan op basis van deze kaarten een inschatting worden gemaakt of het project een impact zal hebben op de erosie. Dit kan worden beschreven in het MER en kan op kaart worden weergegeven door het studiegebied te projecteren op de erosiekaarten. Met behulp van GIS-analyses kunnen de oppervlaktes gevoelig voor of onderhevig aan erosie worden berekend.

Indien er voor de betrokken gemeenten een erosiebestrijdingsplan werd opgesteld, dan kan hierin veel informatie gevonden worden over de erosiegevoeligheid van het studiegebied.

Tabel 8-4: Parameters om risico op watererosie te bepalen

Parameter	Beoordeling	Kans op watererosie
Textuur	Zand	Gering
	Leem, fijn zand	Groot
	Zware klei	Matig
Volumegewicht	Hoog	Groot
	Laag	Gering
Vochttoestand	Te hoog	Groot
	Te laag	Groot
Stabiliteit	Voldoende	Gering
	Onvoldoende	Groot
Organische stof	Hoog	Klein
	Laag	Groot
Helling	< 5 %	Klein

Parameter	Beoordeling	Kans op watererosie
	> 5 %	Groot
Structuur	Goed	Klein
	Slecht	Groot
Bodembedekking	Goede – volledige bedekking	Klein
	Slechte – geen bedekking	Groot
	Aanwezigheid verharding	Groot
Grootte afstroomgebied / hellingslengte	Groot	Groot
	Klein	Klein
Toename runoff	Groot	Groot
	Klein	Klein

#### 8.4.1.2 Kwantitatieve effectvoorspellingsmethoden

De erosiehoeveelheden kunnen berekend worden door middel van enkele eenvoudige formules. De meest gebruikte is RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). De erosiekaarten vermeld in vorige paragraaf werden gebaseerd op deze formule. Deze erosiekaarten zijn echter een veralgemening van de situatie. Door verschillende parameters hierin aan te passen (zoals de bodembewerking, teeltrotatie, effectieve neerslag, ...) kan de erosiehoeveelheid nauwkeuriger begroot worden. Meer informatie hierover kan gevonden worden in de begeleidende teksten bij de bodemerosiekaart-Land (LNE – ALBON).

Bij het voorspellen van eventuele erosie is het ook belangrijk om te weten wat er met het afgespoelde sediment gebeurt, door welke waterlopen dit wordt opgevangen en afgevoerd en waar en in welke mate dit eventueel terug wordt afgezet. Hiervoor is een grondige kennis van de topografie en de afvoerdynamiek van het studiegebied vereist. Door te vertrekken van gekende sedimentatiegegevens van eerder bestudeerde stroomgebieden en deze te corrigeren aan de hand van de specifieke eigenschappen van het studiegebied (oppervlakte, overstromingskarakteristieken, erosie-intensiteit) kan een inschatting gemaakt worden van de hoeveelheden sediment die zullen worden afgezet. Een correcte berekening hiervan vereist een nauwe samenwerking met de discipline Water.

#### 8.4.1.3 Modelmatige effectvoorspellingsmethoden

Er bestaan verschillende modellen om erosie te modelleren. Bij gebruik van deze modellen wordt de hoeveelheid run-off berekend. Deze modellen zijn meestal erg complex en vragen een waaier aan inputparameters, waarbij de resultaten dan ook nog slechts bruikbaar zijn voor een beperkt gebied. Meer informatie hieromtrent kan men vinden op: <http://soilerosion.net>.

#### 8.4.1.4 Effectbeoordeling

Door de deskundige wordt de kans op het voorkomen van erosie beoordeeld. Bij een kwantitatieve analyse kan ook de erosiehoeveelheid beoordeeld worden en vergeleken worden met de indeling volgens de erosiekaarten.

Bij de beoordeling van de effectgroep erosie dient er ook rekening gehouden te worden met de landbouwwaarde van de bodem die afspoelt, de oppervlakte van het studiegebied onderhevig aan erosie, met de menselijke aanwezigheid die hinder kan ondervinden van de afspoelende bodemdeeltjes en met het bergingsvermogen van de ontvangende waterlopen. De significantie van de erosie-effecten worden bepaald door middel van een expertenoordeel.

## **8.4.2 Winderosie**

Er dient te worden nagegaan of winderosie een potentieel effect is, waar dit eventueel kan voorkomen en in desbetreffende gevallen een inschatting gemaakt te worden van de grootte van de winderosie.

Dit kan voorkomen bij projecten waarbij begroeide terreinen worden vrijgemaakt, of waarbij de aanleg van storthopen (bvb. opslag zand, cokes, ...) worden voorzien. Winderosie kan ook voorkomen bij het samenvoegen van kleine landbouwpercelen tot grote open percelen.

### **8.4.2.1 Kwalitatieve analyse**

Voor het bepalen, beschrijven en begroten van de factoren die de eolische processen beïnvloeden en het begroten van het daarmee gepaard gaande deeltjestransport is kennis nodig van windsnelheden en windsnelheidsprofielen aan of boven het bodemoppervlak, samen met eigenschappen van dit bodemoppervlak zoals de korrelgrootteverdeling, het vochtgehalte, de oppervlakteruwheid en de vegetatie of bodembedekking.

### **8.4.2.2 Kwantitatieve analyse**

Om de hoeveelheid op landbouwareaal te begroten kan men gebruik maken van de "wind erosion equation" (WEQ). Dit is een functie die afhankelijk is van de bodemerodibiliteit, de bodemruwheid, het klimaat, de onbedekte oppervlakte van de bodem en de vegetatie. Hiermee kan het potentiële jaarlijkse bodemverlies bepaald worden. Dit is de meest gebruikte formule, maar deze heeft ook enkele grote zwakheden, zoals het empirische karakter van de formule en vereenvoudigde aannames om het winderosieproces te begroten.

Meer info: <http://www.weru.ksu.edu/weps.html>

### **8.4.2.3 Modelmatige analyse**

Om de zwakheden van de WEQ op te vangen werd er een model opgesteld om winderosie te begroten, het zogenaamde Wins Erosion Prediction System (WEPS). Het is een model gebaseerd op de winderosieprocessen dat klimaat-, veld- en erosiefactoren simuleert in een continu model. Een nadeel is dat het is opgesteld voor de V.S. en dient aangepast te worden aan de lokale omstandigheden. Het model bestaat uit verschillende submodellen (hydrologie, weer, bodem, vegetatie) die elk verschillende inputparameters nodig hebben.

Meer info: <http://www.weru.ksu.edu/weps.html>

### **8.4.2.4 Effectbeoordeling**

Door de deskundige wordt de kans op het voorkomen van erosie beoordeeld. Bij een kwantitatieve analyse kan ook de erosiehoeveelheid beoordeeld worden.

Bij de beoordeling van de effectgroep erosie dient er ook rekening gehouden te worden met de landbouwwaarde van de bodem die wegwaait, de oppervlakte van het studiegebied onderhevig aan erosie en met de menselijke aanwezigheid die hinder kan ondervinden van de neerdalende deeltjes. De significantie van de erosie-effecten worden bepaald door middel van een expertenoordeel.

## **8.5 Grondverschuivingen**

Bij deze analyse dient de MER-deskundige aan te geven of er een kans op een grondverschuiving bestaat en waar en onder welke omstandigheden dit zich eventueel zal voordoen. De effecten kunnen zich ook voordoen na verloop van tijd. Ook hieraan dient aandacht besteed te worden.

## 8.5.1 Type I

### 8.5.1.1 Kwalitatieve analyse

Binnen de Vlaamse Ardennen kan de kans op het voorkomen van grondverschuivingen in eerste instantie ingeschat worden op basis van

- de geklasseerde gevoeligheidskaart voor grondverschuivingen in de Vlaamse Ardennen, en
- de gekarteerde grondverschuivingen in de Vlaamse Ardennen.

Dit kaartmateriaal is het resultaat van de studie “Opstellen van een gevoeligheidskaart met betrekking tot massabewegingen (massatransport) voor de Vlaamse Ardennen” (augustus 2007), en de “Verkennde studie met betrekking tot massabewegingen (massatransport) in de Vlaamse Ardennen” (juli 2006). Beide studies werden uitgevoerd in opdracht van de afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen (ALBON) van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie. De kaarten hebben betrekking op een studiegebied van 17 gemeenten (Brakel, Gavere, Geraardsbergen, Herzele, Horebeke, Kluisbergen, Kruishoutem, Lierde, Maarkedal, Oosterzele, Oudenaarde, Ronse, Sint-Lievens-Houtem, Wortegem-Petegem, Zingem, Zottegem en Zwalm). De kaarten zijn raadpleegbaar op de website van DOV (<http://dov.vlaanderen.be>), of digitaal te verkrijgen bij ALBON. Via DOV kan men de kaart visualiseren in overlay met een topografische kaart op schaal 1/10.000 waarop percelen en gebouwen terug te vinden zijn.

De geklasseerde gevoeligheidskaart voor grondverschuivingen kan men beschouwen als een eerste maar belangrijke indicatie van de gevoeligheid voor grondverschuivingen op zeer lokaal niveau (perceelsniveau). De toepassing of interpretatie op perceelsniveau moet met de nodige deskundigheid en voorzichtigheid gebeuren. De gevoeligheidskaart voor grondverschuivingen is het resultaat van een computermodellering en kan dus niet alle specifieke kenmerken van elke betrokken site mee in overweging nemen. Het model is gebaseerd op logistische regressie voor zeldzame gebeurtenissen. Deze procedure legt het statistisch verband tussen de ligging van de op het terrein geïnventariseerde (gekarteerde) grondverschuivingen en de mogelijke controlerende en uitlokkende factoren. Het model werd toegepast in een GIS omgeving voor rasters van 10 m op 10 m en voorspelt de kans op het voorkomen van een grondverschuiving op basis van de hellingsgradiënt, de oriëntatie van de helling (NW, W, ZW en Z), en de aanwezigheid van bepaalde lithostratigrafische formaties (de formatie van Gent, lid van Vierzele en lid van Merelbeke, de formatie van Tielt, en de formatie van Kortrijk, lid van Aalbeke). Initieel werd aan elk raster een kans op het voorkomen van grondverschuivingen toegekend. Deze kanswaarden (tussen nul en een) werden in 4 klassen onderverdeeld, resulterend in pixels met lage, matige, hoge en zeer hoge gevoeligheid. Het werken met klassegrenzen op zich impliceert dat twee dicht bij elkaar gelegen waarden in een verschillende klasse kunnen worden ingedeeld.

Naast de indicaties op basis van de gevoeligheidskaart, is de aanwezigheid van gekarteerde grondverschuivingen in de nabije omgeving een belangrijke aanwijzing voor een verhoogd risico op een nieuwe grondverschuiving.

Het is belangrijk dat deze informatie gecombineerd wordt met andere relevante gegevens m.b.t. de ondergrond, zoals de tertiaire geologische kaart, rapporten van boringen en sonderingen,... raadpleegbaar op DOV. Als uit een overlay met de tertiaire geologische kaart blijkt dat de door het model geselecteerde lithologiën in het MER studiegebied voorkomen in combinatie met steile (natuurlijke) hellingen, bevestigt dat de hypothese dat het om een gevoelige zone gaat. Wanneer echter de helling gevormd wordt door een opgehoogde berm, is de gemodelleerde gevoeligheid ‘artificieel’, en wordt de mogelijke instabiliteit van het talud onderzocht onder de effectgroep ‘bodemstabiliteit’, meer bepaald ‘taludinstabiliteit’. In veel gevallen zal een verificatie op het terrein onontbeerlijk zijn.

Voor de interpretatie van de geklasseerde gevoeligheidskaart is het belangrijk om weten dat het logistisch regressiemodel werd opgesteld voor de voorspelling van bestaande en toekomstige initiatiezones van diepe grondverschuivingen. Bij de evaluatie van het model is gebleken dat de erosiezones van de gekarteerde diepe grondverschuivingen bijna volledig

(voor 90 %) in zones met een hoge tot zeer hoge gevoeligheid liggen. Binnen de contouren van de volledige grondverschuivingen (inclusief accumulatiezone) bedraagt dit percentage 59%, en heeft een bijkomende 25% van de pixels een matige gevoeligheid. De gekarteerde diepe grondverschuivingen liggen dus voor 84% binnen de zones met matige tot zeer hoge gevoeligheid, terwijl de resterende 16% van de oppervlakte binnen de grondverschuivingen gekenmerkt wordt door een lage gevoeligheid. Dat betekent dat zelfs in een zone met lage gevoeligheid schade door grondverschuiving kan optreden, namelijk in de accumulatiezone aan de 'voet' van een bestaande of toekomstige grondverschuiving die geïnitieerd wordt in een hoger gelegen, steiler gebied. Het risico op schade door grondverschuivingen op een bepaalde site wordt dus niet enkel bepaald door de gevoeligheidsklasse van de pixels binnen het perceel zelf, maar ook, indien het perceel zich onderaan of op een helling bevindt, door de gevoeligheid van de pixels van de hoger gelegen, aanpalende zone.

Sites met een matige gevoeligheid vormen in feite de moeilijkste groep qua interpretatie, aangezien de twijfelachtige zones vooral in deze categorie voorkomen. In deze categorie kan men drie gevallen onderscheiden

- Zones met een matige gevoeligheid (onmiddellijk) hellingafwaarts van hellingsecties met een hoge tot zeer hoge gevoeligheid. Het betreft sites die in de accumulatiezone van een bestaande of toekomstige grondverschuiving liggen. De zones met een hogere gevoeligheid hellingopwaarts zijn immers bestaande of toekomstige erosiezones.
- Relatief kleine geïsoleerde zones met een matige gevoeligheid temidden van sites met een lage gevoeligheid. Deze groep omvat vermoedelijk vooral relatief stabiele sites waar de gevoeligheid zeer lokaal iets hoger is omwille van een lokale helling die iets steiler is in vergelijking met de omgeving.
- Relatief grote aaneengesloten zones met een matige gevoeligheid zonder zones met zeer hoge of hoge gevoeligheid in de onmiddellijke omgeving. De kans op het voorkomen van een grondverschuiving is hier kleiner is dan in het hierboven beschreven eerste geval, maar groter dan in het tweede geval.

In de drie beschreven gevallen zijn terreinwaarnemingen in verband met de microtopografie (vb. hobbelig terrein, lokale steilrand...), de drainagetoestand (vb. aanwezigheid van bronnen, zompige zones) en de aanwezigheid van scheefgestelde bomen of schade aan gebouwen, wegen, enz. onontbeerlijk. Op basis van deze waarnemingen kan uitgemaakt worden of verder geotechnisch onderzoek noodzakelijk is, en de inhoud van het eventuele onderzoek bepaald worden (zie modelmatige analyse).

Op sites met een hoge tot zeer hoge gevoeligheid is het steeds aangewezen om binnen de projectontwikkeling de kans op het optreden van een grondverschuiving als gevolg van de geplande ingreep te onderzoeken via een geotechnisch onderzoek en evt. stabiliteitsberekeningen. De inhoud van het onderzoek dient in functie van de terreinkenmerken bepaald te worden (zie kwantitatieve en modelmatige analyse). Het is aan te raden om reeds in de kennisgeving aan te geven of bijkomend onderzoek noodzakelijk is, en hoe de gegevensoverdracht tussen initiatiefnemer en deskundigen en tussen de deskundigen onderling zal gebeuren (wie zal welke gegevens verzamelen of modelresultaten opstellen en geeft die door aan ...).

### **8.5.1.2 Kwantitatieve analyse**

Op basis van bovenvermelde kwalitatieve analyse kan niet met zekerheid gesteld worden welke neerslaghoeveelheden en/of menselijke ingrepen in welke gebieden tot ernstige schade door grondverschuivingen zullen leiden. Op plaatsen waar een belangrijke aanwijzing voor een verhoogd risico op een nieuwe grondverschuiving wordt vastgesteld, moet d.m.v. een geotechnisch onderzoek de stabiliteit van de ondergrond bepaald worden. Gezien het belang ervan bij de bouwtechnische uitwerking van het project en bij de afweging van alternatieven, vormt het geotechnisch onderzoek een essentieel onderdeel van de projectontwikkeling.

Het betreft, volgens de geklasseerde gevoeligheidskaart voor grondverschuivingen, de sites met een hoge tot zeer hoge gevoeligheid, sites met een lage tot matige gevoeligheid

onderaan een hellingssectie met hoge tot zeer hoge gevoeligheid, en sites met matige gevoeligheid in een groter aaneengesloten gebied met matige gevoeligheid.

De inhoud van het geotechnisch onderzoek kan moeilijk algemeen worden vastgelegd, maar wordt het best bepaald op basis van de bevindingen op het terrein door een geotechnisch expert. Hierbij is het belangrijk dat niet alleen gekeken wordt naar mogelijke schade aan het op te trekken bouwwerk, maar ook naar mogelijke schade in de onmiddellijke omgeving.

Het geotechnisch onderzoek heeft tot doel de grondlagenopbouw op de site te bepalen alsmede de geotechnische karakteristieken van de verschillende voorkomende grondlagen af te leiden. Volgende parameters dienen onderzocht te worden: type grondsoort (onderkenning), volumegewicht, watergehalte, schuifweerstandskarakteristieken en doorlatendheid.

Het onderzoek zal deels op het terrein dienen uitgevoerd te worden (uitvoeren sonderingen, boringen, waterpeilmetingen,...) en deels in het laboratorium (korrelverdeling, plasticiteitsgrenzen, volumemassa en watergehalte, triaxiaalproeven, doorlatendheidsproeven en eventueel samendrukkingsproeven. Verder behoort ook de eerste interpretatie van deze meetgegevens tot het geotechnisch onderzoek. Dit onderzoek moet uitmaken of er een reëel risico op grondverschuiving is en of er een noodzaak is voor verdere modellering.

### **8.5.1.3 Modelmatige analyse**

De resultaten van de kwantitatieve analyse (het geotechnisch onderzoek) dienen als input voor het maken van stabiliteitsberekeningen. Hierbij wordt de stabiliteit van de ondergrond tijdens en na uitvoering van het project gemodelleerd, en kunnen ook alternatieve scenario's onderzocht worden en/of preventieve maatregelen voorgesteld worden. Dergelijke berekeningen maken dus ook deel uit van de projectontwikkeling.

Voor het uitvoeren van de berekeningen dient er gebruik gemaakt te worden van stabiliteitsmodellen. Deze modellen zijn meestal gebaseerd op de methode van Bishop waarbij cirkelvormige glijdvlakken gebruikt worden. In specifieke gevallen kan het noodzakelijk zijn over te gaan naar berekeningen met platte glijdvlakken (Morgenstern) of zelfs naar meer complexere eindige elementen berekeningen.

Deze modellen worden uitgegeven door commerciële softwarefirma's en zijn niet vrij beschikbaar.

### **8.5.1.4 Effectbeoordeling**

Uitgaande van de kwalitatieve analyse kan er worden weergegeven of er een kans is op schade door een grondverschuiving type I maar kan geen uitspraak gedaan worden over grootte van die kans. Dit is het zogenaamde expertenoordeel.

In het oordeel dient duidelijk te worden aangegeven of het noodzakelijk is om bij de projectontwikkeling een geotechnisch onderzoek en eventueel stabiliteitsberekeningen uit te voeren en of dat er noodzaak is aan monitoring. Stabiliteitsberekeningen laten toe de kans op het optreden van een grondverschuiving tijdens of na de realisatie van het voorgestelde project kwantitatief uit te drukken, en te bepalen welke preventieve maatregelen bij de uitvoering van het project noodzakelijk zijn of welke alternatieve uitvoeringsmodaliteiten mogelijk zijn. Significante gegevens en conclusies uit bestaande onderzoeken en rapporten dienen vermeld in het MER.

Op basis van het expertenoordeel wordt dan de significantie van de mogelijke schade door grondverschuivingen bepaald.

De beoordeling van de significantie van het effect van grondverschuiving is ook afhankelijk van de oppervlakte die mogelijk onderhevig is aan schade door grondverschuiving en het bodemgebruik op die locatie. Bijkomende argumenten zijn de mogelijke aantasting van een

aantal belangrijke functies van de bodem, zoals het dragen van menselijke constructies en infrastructuur of de productie van voedsel en biomassa.

## 8.5.2 Type II

### 8.5.2.1 Kwalitatieve analyse

Indien het project in een regio met bestaande mergelgroeven is gepland (in Vlaanderen voornamelijk beperkt tot de gemeente Riemst), moet binnen de milieueffectrapportering nagegaan worden of de geplande ingrepen een effect kunnen hebben op de stabiliteit van de bodem boven een mergelgroeve, rechtstreeks als gevolg van bijkomende belasting, of onrechtstreeks als gevolg van waterverzadiging. Daarvoor moeten het uitgegraven gangenstelsel en de eventueel ingestorte delen gelocaliseerd kunnen worden ten opzichte van (de effecten van) het geplande project. In de gemeente Riemst beschikt men over een gedetailleerd digitaal bestand van de mergelgroeven, en is heel wat terreinkennis aanwezig.

Indien blijkt dat de geplande ingrepen zich boven een (ingestorte) groeve bevinden of daar mogelijk effecten veroorzaken, is het steeds aangewezen de kans op het optreden van een instorting verder te onderzoeken op een kwalitatieve en eventueel kwantitatieve manier. Deze onderzoeken vormen een essentieel onderdeel van de projectontwikkeling. Het is aan te raden om reeds in de kennisgeving aan te geven of dergelijke onderzoeken noodzakelijk zijn, en hoe de gegevensoverdracht tussen initiatiefnemer en deskundigen en tussen de deskundigen onderling zal gebeuren (wie zal welke gegevens verzamelen of modelresultaten opstellen en geeft die door aan ...).

Een kwalitatieve analyse van de kans op het voorkomen van grondverschuivingen type II boven toegankelijke groeven gebeurt door een onderzoek op het zicht van de vroegere mergelontginningen. Voor niet toegankelijke groeven is een dergelijk onderzoek niet uitvoerbaar, en zullen meer geavanceerde technieken ingezet moeten worden (zie kwantitatieve analyse). Bij een onderzoek op het zicht worden volgende zaken bekeken:

- Natuurlijke storingen:

Natuurlijke storingen, ofwel diaklazen, waren al voor het ontstaan van het gangenstelsel gevormd ten gevolge van de natuurlijke spanningen in het gesteente. Deze lijken op natuurlijke breuken, maar vertonen geen schuifbeweging. Door de aanleg van het gangenstelsel is de verticale spanning op de pilaren toegenomen en de horizontale spanning langs de pilaarwaarden tot nul gereduceerd. Hierdoor zijn storingen vaak open gaan staan en vooral waar deze parallel aan en op kleine afstand van de pilaarwand verlopen, zijn veelvuldig losse schollen gevormd. Diaklazen kunnen dak en pilaren verzwakken.

- Drukschade aan de pilaren:

Om de drukschade aan pilaren visueel te beoordelen en te kwantificeren, en om de berekende veiligheidsfactoren te kunnen valideren, dient een pilaarclassificatiesysteem ingevoerd te worden zoals bv. beschreven door R. Bekendam (1998, 2000).

In dit systeem zijn pilaren van klasse 0 en 1 respectievelijk niet en nauwelijks door barstvorming aangetast. Het aantal pilaarbarsten, de lengte en breedte daarvan nemen toe van klasse 2 tot en met klasse 7. Bij klasse 4 is sprake van scholvorming in de pilaarwanden van minstens 1 dm dikte, en bij klasse 5 is de scholvorming zodanig dat de pilaarwand grotendeels los staat van de pilaarkern. Bij pilaren van klasse 6 en 7 is scholvorming opgetreden over meer dan de helft van het pilaaroppervlak. Klasse 7 pilaren zijn bovendien "ingestort" (collapsed), wat wil zeggen dat deze in een instortingsgebied liggen en enkele decimeters in elkaar zijn gedrukt.

Binnen dit pilaarclassificatie systeem wordt de hoeveelheid verticale indrukking, en de daarbij gepaard gaande horizontale uiteenzetting, van een pilaar beschreven. Hoe meer indrukking, hoe hoger de pilaarklasse.

- Loszittende pilaarfragmenten:

Loszittende pilaarfragmenten dienen opgezocht en beschreven te worden.



- Dakstabiliteit:

Het mergeldak dient gecontroleerd te worden op open, verticale rekscheuren, die door doorbuiging van onderste laag van het mergeldak kunnen ontstaan. Dergelijke rekscheuren kunnen wijzen op dakinstabiliteit.

Het groevedak dient bovendien afgeklopt te worden teneinde loszittende delen te onderkennen.

- Vorstverwerking:

Waar relevant dient vorstverwerking van de mergel onderzocht te worden. Door vorstverwerking kunnen enkele mm tot 1 cm dikke plakjes gevormd worden die naar beneden kunnen vallen. De vorstverwerking heeft geen consequenties voor de pilaarstabiliteit.

### 8.5.2.2 **Kwantitatieve analyse**

In toegankelijke groeven is eveneens een kwantitatieve analyse mogelijk op basis van pilaarstabiliteitsberekeningen, waarbij de noodzakelijke parameters binnen in de groeve worden opgemeten.

#### Belang van pilaarstabiliteitsberekeningen:

- Druk op pilaren en kruip:

In het verleden hebben blokbrekers ondergronds gangen uitgezaagd en –gekapt. Om zo veel mogelijk mergel te winnen werden deze mergelpilaren zo klein gehouden als men toen als veilig beschouwde. Het spreekt voor zich dat de verticale druk op een pilaar toeneemt als deze wordt verkleind, d.w.z. als zijn oppervlak in een horizontale dwarsdoorsnede afneemt. In de meeste gevallen ontstonden zo pilaren die vlak na de blokbrekers -activiteiten (nog) geen barsten vertoonden en dus sterk genoeg leken te zijn.

Waar de blokbrekers onder andere geen rekening mee hebben gehouden, is het verschijnsel kruip. Dit verschijnsel kan worden omschreven als geleidelijke vervormingen (samendrukking) onder een constante druk. Onder invloed van de min of meer constante druk van de bovengrond kan een mergelpilaar, die eerst intact was, in de loop van de tijd toch langzaam in elkaar worden gedrukt. Wanneer die druk groot genoeg is kan dit bij een bepaalde vervorming leiden tot barstvorming, hetgeen doorgaans op de pilaarhoeken begint. Een pilaar die zo is aangetast door barstvorming verliest een deel van zijn oorspronkelijke draagkracht. Dit verlies wordt gecompenseerd door een verhoging van de druk op de omringende pilaren, die echter op hun beurt ook weer sneller kunnen gaan vervormen met barstvorming als gevolg.

- Grootschalige instortingen:

Door dit domino-effect kan uiteindelijk een heel gangenstelsel of een belangrijk deel daarvan verslechteren. Dit kan -in sommige gevallen- leiden tot een grootschalige instorting, waarbij binnen enkele secondes enkele hectares gangenstelsel worden verwoest. In het verleden is gebleken dat grootschalige instortingen zijn opgetreden tientallen jaren of zelfs meer dan 100 jaar na het beëindigen van de blokbrekers-activiteiten.

#### Methode van de pilaarstabiliteitsberekening:

Bekendam (1998, 2000) ontwikkelde een methode voor de berekening van de pilaarstabiliteit. Deze methode maakt gebruik van moderne geomechanische concepten, die verder zijn ontwikkeld en toepasbaar zijn gemaakt voor ondergrondse mergelgroeves.

De individuele pilaarstabiliteit, de grootschalige pilaarstabiliteit en algemene mijnstabiliteit dient hierbij bekeken te worden.

Bekendam, R.F. (1998) *Pilar stability and large-scale collapse of abandoned room and pillar limestone mines in South-Limburg, The Netherlands*. PhD thesis, 362 pp.

Bekendam R.F. (2000) *Stabiliteitsbepaling van ondergrondse mergelgroeves*, GeoControl rapport, in opdracht van Staatstoezicht op de Mijnen, pp 76.

Voor niet toegankelijke (ingestorte) groeven of groevedelen is, zoals reeds aangegeven, een kwantitatieve analyse op basis van pilaarstabiliteitsberekeningen praktisch niet mogelijk. In zulke gevallen zijn meer geavanceerde, geotechnische onderzoeksmethoden noodzakelijk. De praktijkervaring is echter dermate beperkt, dat het niet mogelijk is om in dit richtlijnenboek bepaalde technieken naar voren te schuiven. Bijkomend wetenschappelijk onderzoek, gepland door LNE-ALBON, is noodzakelijk om concrete richtlijnen te formuleren.

### **8.5.2.3 *Modelmatige analyse: niet van toepassing***

### **8.5.2.4 *Effectbeoordeling***

Uitgaande van locatie van de geplande ingrepen kan er worden weergegeven of er een kans is op schade door een instorting (grondverschuiving type II) maar kan geen uitspraak gedaan worden over grootte van die kans. Dit is het zogenaamde expertenoordeel.

In het oordeel dient duidelijk te worden aangegeven of het noodzakelijk is om bij de projectontwikkeling een kwalitatief onderzoek en eventueel pilaarstabiliteitsberekeningen uit te voeren en of dat er noodzaak is aan monitoring. Stabiliteitsberekeningen laten toe de kans op het optreden van een instorting tijdens of na de realisatie van het voorgestelde project kwantitatief uit te drukken, en te bepalen welke preventieve maatregelen bij de uitvoering van het project noodzakelijk zijn of welke alternatieve uitvoeringsmodaliteiten mogelijk zijn. Significante gegevens en conclusies uit bestaande onderzoeken en rapporten dienen vermeld in het MER.

Op basis van het expertenoordeel wordt de significantie van de mogelijke schade door instorting bepaald.

De beoordeling van de significantie van het effect van een instorting is ook afhankelijk van de oppervlakte die mogelijks onderhevig is aan schade door instorting en het bodemgebruik op die locatie. Bijkomende argumenten zijn de mogelijke aantasting van een aantal belangrijke functies van de bodem, zoals het dragen van menselijke constructies en infrastructuur of de productie van voedsel en biomassa.

## **8.6 *Wijziging bodemgebruik en bodemgeschiktheid***

### **8.6.1 *Wijziging bodemgebruik***

Bij de uitvoering van de meeste m.e.r.-plichtige projecten wordt het bodemgebruik (al dan niet tijdelijk) gewijzigd. In de analyse van de geplande situatie dient te worden nagegaan in welke mate dit bodemgebruik wijzigt, welke bodemgebruiksvormen verdwijnen en welke bodemgebruiksvormen in de plaats komen.

Deze effectgroep hangt nauw samen met de disciplines Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie, Mens en Water (gewijzigd afvoerregime).

#### **8.6.1.1 *Kwalitatieve analyse***

De eenvoudigste manier is het vergelijken van het bodemgebruik in de referentietoestand met het bodemgebruik na uitvoering van het project. Met behulp van GIS-analyse kunnen luchtfoto's, bodemgebruikskarten, bodembestemmingsplannen en andere onderzocht worden en kan er berekend worden welke oppervlakten (absoluut, relatief t.o.v. studiegebied) gewijzigd worden. Speciale aandacht gaat uit naar een afdichting van de bodem. Het is hierbij van belang aan te geven over welke oppervlakte het gaat en welk bodemtype wordt bedekt. De gevolgen hiervan dienen zeker in de effectbespreking te worden opgenomen, met name de wijziging in het waterafvoerregime (interactie met

discipline water), de wijziging van de aanwezige bodemprocessen en het beperken van de mogelijkheid om eventuele waardevolle delfstoffen te ontginnen.

De wijziging in het bodemgebruik kan tekstueel worden weergegeven, er kan een tabel worden opgemaakt met een vergelijk van het bodemgebruik voor en na het project (per deelgebied) en de locaties met een gewijzigd bodemgebruik kunnen worden aangeduid op een kaart.

### **8.6.1.2 Effectbeoordeling**

De beoordeling van de wijziging van het bodemgebruik wordt gebaseerd op een bepaling van de oppervlakten die gewijzigd worden.

Een aftoetsing van de significantie van de wijziging van het bodemgebruik kan gebeuren aan de hand van de oppervlakte van de wijzigingen of de waarde van de bodem onder het vroegere en het gewijzigde gebruik. Hierbij kan er ook gekeken worden naar de geldende normen inzake bodembestemming.

## **8.6.2 Wijziging Bodemgeschiktheid**

Door de potentiële effecten van een project kunnen de bodemeigenschappen in die mate gewijzigd worden dat de mogelijkheid om één of meerdere van de verschillende bodemfuncties uit te oefenen wordt aangetast. Bij de effectbespreking dient aandacht besteed te worden aan de zogenaamde multifunctionaliteit van de bodem.

Voor de analyse van dit effect wordt er veelvuldig gebruik gemaakt van de resultaten van de andere effectgroepen en disciplines

### **8.6.2.1 Kwalitatieve analyse**

Op basis van verschillende parameters kan er bepaald worden of de bodemgeschiktheid wijzigt. Dit kan tekstueel beschreven worden, het bodemgebruik voor en de bodemgeschiktheid na het project kunnen tabelmatig vergeleken worden en de oppervlaktes waar de bodemgeschiktheid wijzigt kunnen worden berekend.

Wanneer de toekomstige bodemgeschiktheid wordt nagegaan, dient voldoende aandacht besteed te worden aan de verschillende functies die een bodem kan vervullen en die door uitvoering van het project mogelijk worden beperkt. In Tabel 8-5 wordt aangegeven welke functies de bodem kan vervullen en welke parameters gebruikt kunnen worden om de wijziging van de bodemgeschiktheid te analyseren.

Naast het bepalen van de functies die al dan niet door de projectwerken in het gedrang komen, kan er meer specifiek worden ingegaan op de geschiktheid van de bodem voor verschillende vormen van bodemgebruik. De keuze van de mogelijke vormen van bodemgebruik zijn afhankelijk van het project, de locatie, en eventuele ontwikkelingsscenario's. Enkele voorbeelden zijn:

- Akkerland
- Weiland
- Tuinbouw
- Bosbouw
- Bebouwing
- Afvalstort
- Recreatie
- Ondergrondse constructies
- Gras- en sportvelden
- Waterwinningen
- Natuurgebieden
- Ontginningszones
- Overstromingsgebied
- Industriezone



Tabel 8-5: Indicatieve parameters voor bepaling van de beperking van de bodemfuncties

	Basis voor productie van voedsel en andere biomassa	Buffer / filter / bergplaats /medium voor processen	Habitat en genenpoel	Fysische en culturomgeving voor de mens	Bron van ruwe grondstoffen	landschapselement	Waardevol historisch / wetenschappelijk element
Structuur	X		X	X		X	X
Textuur	X	X		X	X		X
Profiel	X			X		X	X
Drainagetoestand	X	X	X	X	X		X
Porositeit	X	X		X			
Plasticiteit	X	X		X			
Organische stof	X	X	X	X			
Zuurtegraad	X	X	X	X			X
Permeabiliteit	X	X		X			
Vochtgehalte	X	X	X	X			X
Draagkracht / Bewerkbaarheid	X			X	X		
Kationenuitwisselingscapaciteit	X	X		X			
Infiltratiesnelheid	X	X		X			
Geleidbaarheid	X	X		X			
Corrosiviteit		X		X			X
Uitspoelingsgevoeligheid	X	X		X			
Stratigrafie	X	X		X	X		X
Stenigheid				X	X		
Erosiegevoeligheid	X			X		X	X
Diepte ondoorlatende laag		X		X	X		
Voedingstoestand	X	X	X	X			
Aanwezigheid verontreiniging	X	X	X	X	X		
Reliëf	X			X		X	X

In 2000 werd er digitale versie opgesteld van de legende bij de bodemkaart (digitalisering van de verklarende boekjes bij de bodemkaart) waarin de landbouwwaarde van de voorkomende bodemserie besproken wordt. Dit kan ook gebruikt worden bij de analyse van de bodemgeschiktheid.

Er bestaan ook kaarten die de bodemgeschiktheid weergeven voor verschillende gewassen op basis van verschillende parameters zoals textuur, vochttoestand, bewerkbaarheid, ... . Deze kaarten kunnen geraadpleegd worden via het internetportaal van OC-GIS Vlaanderen. Bij gebruik van deze kaarten dient men wel rekening te houden met het feit dat deze werden opgesteld tussen 1949 en 1970, zodat de huidige situatie ondertussen reeds gewijzigd kan zijn.

### **8.6.2.2 Modelmatige analyse**

Er bestaan modellen die de bodemgeschiktheid voor een bepaalde vegetatie/gewas kunnen bepalen en voorspellen. Deze modellen combineren meestal verschillende submodellen (water, klimaat, vegetatie, ...) om uitsluitel te kunnen geven over het gewenste landgebruik. Deze modellen classificeren de bodems naarmate hun geschiktheid.

Bij toepassing van deze modellen dient zeker te worden nagezien of het model bruikbaar is voor de te onderzoeken situatie (Belgische bodemclassificatie, landbouw, specifieke gewassen, bosbouw, ...).

Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- Bobo: bepaling van bodemgeschiktheid voor bomen (IBW)
- Bodega: Nederlands model, gebaseerd op Nederlandse bodemclassificatie (opletten bij toepassing in Vlaanderen) en WIB-C (voorloper Bodega)
- Wofost: schat de potentiële gewasgroei in bij o.a. specifieke bodemomstandigheden

### **8.6.2.3 Effectbeoordeling**

De beoordeling van een eventuele wijziging van de bodemgeschiktheid gebeurt in eerste instantie op basis van een expertenoordeel. De effectenbeoordeling hangt samen met de beperking van de mogelijke functies van de bodem en het tijdelijk of permanente karakter ervan. Indien de beoordeling uitgaat naar specifieke gebruiksvormen, kan het aangewezen zijn om rekening te houden met specifieke marges van de parameters. (bvb. zuurtegraad bij gebruik als landbouwgrond). In sommige gevallen zal het nuttig zijn om de vergelijking te maken met de wettelijke bodembestemming.

Een aftoetsing van de significantie van de wijziging van de bodemgeschiktheid kan gebeuren aan de hand van de oppervlakte van de wijzigingen of de waarde van de bodem en het geschikte bodemgebruik.

## **8.7 Wijziging Bodemstabiliteit**

### **8.7.1 Bodemzetting en inklinking**

Bij deze analyse dient de MER-deskundige aan te geven of er een kans op bodemzetting bestaat en waar en onder welke omstandigheden deze bodemzetting zich eventueel zal voordoen. De effecten bodemzetting en inklinking kunnen zich ook voordoen na verloop van tijd, ook hieraan dient aandacht besteed te worden.

#### **8.7.1.1 Kwalitatieve analyse**

De kans op bodemzetting kan kwalitatief beschreven worden op basis van verschillende bodemeigenschappen. Deze parameters zijn de profielopbouw, textuur, volumegewicht per

bodemlaag, waterspanning, samendrukbaarheid van de bodemlagen, externe druk, ontwateringsgegevens en de diepte van de grondwatertafel. Deze gegevens worden in de discipline Bodem en Water geïnventariseerd of worden door de initiatiefnemer aangereikt. Op basis van deze gegevens kan een eerste inschatting van het risico op bodemzetting gemaakt worden.

In het MER kan dit tekstueel worden beschreven en kan er op een kaart worden aangeduid waar de projectwerken een eventuele bodemzetting kunnen veroorzaken. De oppervlakte (absoluut en relatief ten opzichte van het studiegebied) kan worden bepaald door GIS-analyse. Er dient te worden aangegeven of het noodzakelijk is gedetailleerde zettingsberekeningen uit te voeren.

### **8.7.1.2 Kwantitatieve analyse**

In de grondmechanica is het proces van bodemzetting door belasting of ontwatering een goed bestudeerd verschijnsel. De wetmatigheden van het zettingsproces zijn beschreven in termen van mathematische formules. De zakkingswetten van Terzaghi (1967) en Koppejan zijn maar enkele voorbeelden (Das, 1990).

De samendrukbaarheid van de grond onder een zware last wordt gemeten met behulp van het zogenaamd triaxiaalapparaat (van den Akker, 1994). In vele gevallen wordt gebruik gemaakt van een veel eenvoudiger proef, de zogenaamde samendrukkingsproef (oedometer). Met behulp van het triaxiaalapparaat kan men de waarde van de elasticiteitsmodulus en de contractiecoëfficiënt van de grond bepalen. Uit de karakteristieke grootheden die de test oplevert, kan de vervorming en de afschuiving van grond onder een toenemende belasting worden afgeleid. De oedometer wordt gebruikt om de last-zakkingskromme voor een grond op te stellen. De vier grootheden die uit de resultaten van deze proef kunnen worden afgeleid zijn: de coëfficiënt van samendrukbaarheid, de compressie-index, de coëfficiënt van volumeverandering en de samendrukkingsconstante. Met de formule van Terzaghi kan vervolgens de totale zinking van een laag ingevolge een toenemende belasting worden berekend. Het samendrukkingsverloop kan worden gereconstrueerd m.b.v. de consolidatievergelijking van Terzaghi.

Verwacht men zetting door ontwatering van natte veen- of kleigronden, dan zijn in principe dezelfde wetmatigheden van toepassing. Daalt het grondwater met 1 cm dan zal de opwaartse druk toenemen met 100 Pa (Cultuurtechnisch Vademecum, 1988), zodat de wetten van Terzaghi van toepassing blijven.

### **8.7.1.3 Modelmatige analyse**

De berekening van bodemzetting wordt gebaseerd op dezelfde formules en methoden die gebruikt worden in de effectgroep bodemverdichting. Om bodemzetting nauwkeurig te berekenen kan er ook gebruik worden gemaakt van modellen. Deze modellen zijn gebaseerd op de formules van Terzaghi.

Deze modellen worden uitgegeven door commerciële softwarefirma's en zijn niet vrij beschikbaar. Eenvoudige berekeningen om bodemzetting te bepalen kunnen ook worden uitgevoerd door zelf ontworpen Excel-werkbladen.

### **8.7.1.4 Effectbeoordeling**

Uitgaande van de kwalitatieve analyse kan er worden weergegeven of er een kans is op zettingen en kan een uitspraak worden gedaan over de grootte van die kans. Dit is het zogenaamd expertenoordeel.

In het oordeel dient duidelijk te worden aangegeven of het noodzakelijk is om gedetailleerde zettingsberekeningen te (laten) uitvoeren voor de realisatie van het project.

Indien er berekeningen worden uitgevoerd kan de eventuele bodemzetting worden uitgedrukt als het aantal cm dat de bodem zal dalen of de wijziging in volumegewicht.

De beoordeling van de significantie van het effect bodemzetting is ook afhankelijk van de oppervlakte onderhevig aan dit verschijnsel en het bodemgebruik op die locatie.

## **8.7.2 Risico op taludinstabiliteit**

Bij deze analyse dient de MER-deskundige aan te geven of er een kans op een taludinstabiliteit bestaat en waar en onder welke omstandigheden dit zich eventueel zal voordoen. Deze effecten kunnen zich ook voordoen na verloop van tijd, ook hieraan dient aandacht besteed te worden.

### **8.7.2.1 Kwalitatieve analyse**

Niet van toepassing.

### **8.7.2.2 Kwantitatieve analyse**

In de grondmechanica is het proces van taludinstabiliteit een goed bestudeerd verschijnsel. Een bepaling van het risico op het voorkomen van een taludinstabiliteit kan het best worden uitgevoerd door middel van een geotechnisch onderzoek en stabiliteitsberekeningen.

De inhoud van het geotechnisch onderzoek kan moeilijk algemeen worden vastgelegd, maar wordt het best bepaald op basis van de bevindingen op het terrein door een geotechnisch expert. Hierbij is het belangrijk dat niet alleen gekeken wordt naar mogelijke schade aan het op te trekken bouwwerk, maar ook naar mogelijke schade in de onmiddellijke omgeving.

Het geotechnisch onderzoek heeft tot doel de grondlagenopbouw op de site te bepalen alsmede de geotechnische karakteristieken van de verschillende voorkomende grondlagen af te leiden. Volgende parameters dienen onderzocht te worden: type grondsoort (onderkenning), volumegewicht, watergehalte, schuifweerstandskarakteristieken en doorlatendheid.

Het onderzoek zal deels op het terrein dienen uitgevoerd te worden (uitvoeren sonderingen, boringen, waterpeilmetingen,...) en deels in het laboratorium (korrelverdeling, plasticiteitsgrenzen, volumemassa en watergehalte, triaxiaalproeven, doorlatendheidsproeven en eventueel samendrukkingsproeven. Verder behoort ook de eerste interpretatie van deze meetgegevens tot het geotechnisch onderzoek. Dit onderzoek moet uitmaken of er een reëel risico op taludinstabiliteit is en of er een noodzaak is voor verdere modellering.

### **8.7.2.3 Modelmatige analyse**

De resultaten van het kwantitatieve onderzoek (het geotechnisch onderzoek) dienen als input voor het maken van stabiliteitsberekeningen.

Voor het uitvoeren van de berekeningen dient er gebruik gemaakt te worden van stabiliteitsmodellen. Deze modellen zijn meestal gebaseerd op de methode van Bishop waarbij cirkelvormige glijdvlakken gebruikt worden. In specifieke gevallen kan het noodzakelijk zijn over te gaan naar berekeningen met platte glijdvlakken (Morgenstern) of zelfs naar meer complexere eindige elementen berekeningen.

Het risico op zettingsvloeiingen kan worden gecontroleerd volgens de SLIQ2D methode (Slope Liquefaction 2 Dimensional) van Grondmechanica Delft.

Deze modellen worden uitgegeven door commerciële softwarefirma's en zijn niet vrij beschikbaar.

### **8.7.2.4 Effectbeoordeling**

Uitgaande van de kwantitatieve analyse kan er worden weergegeven of er een kans is op een taludinstabiliteit. Dit is het zogenaamde expertenoordeel.



In het oordeel dient duidelijk te worden aangegeven of het noodzakelijk is om een modelmatige analyse (stabiliteitsberekeningen) uit te voeren voor de realisatie van het project of dat er noodzaak is aan monitoring.

Indien een modelmatige analyse wordt uitgevoerd kan de kans op het optreden van een taludinstabiliteit tijdens of na de realisatie van het project kwantitatief worden uitgedrukt. In voorkomend geval, kan eveneens aangegeven worden welke preventieve maatregelen bij de uitvoering van het project noodzakelijk zijn.

Op basis van het expertenoordeel wordt dan de significantie van de mogelijke schade door taludinstabiliteit bepaald.

De beoordeling van de significantie van het effect van taludinstabiliteit is ook afhankelijk van de oppervlakte die mogelijks onderhevig is aan schade door grondverschuiving. Bijkomende argumenten zijn de mogelijke aantasting van een aantal belangrijke functies van de bodem, zoals het dragen van menselijke constructies en infrastructuur.

## **8.8 Aantasting bodemhygiëne**

Er zijn veel activiteiten die de bodemhygiëne kunnen wijzigen. Bij deze analyse is het doel om uit te maken welke aspecten van de bodemhygiëne aan verandering onderhevig kunnen zijn, waar en in welke mate deze wijziging kan gebeuren en wat hiervan de gevolgen zijn, met de nadruk op de gevolgen voor ecologie (incl. bodemleven) en de mens.

### **8.8.1.1 Kwalitatieve analyse**

In deze effectgroep worden een heleboel effecten en processen samengenomen die de bodemhygiëne kunnen wijzigen. Dit zijn o.a. vermesting, verzuring, absorptie, fixatie, accumulatie, desorptie, vervluchtiging, afspoeling, gewasopname, uitspoeling, ...

Om uit te zoeken of één of meerdere van deze effecten zich kunnen voordoen is het belangrijk om te weten welke stoffen er zich eventueel kunnen verspreiden (en naar de bodem toe kunnen verplaatsen) bij de uitvoering van de activiteit. Deze informatie dient deel uit te maken van de projectinformatie en wordt in eerste instantie door de initiatiefnemer geleverd. Als men weet over welke stoffen het gaat, kan men hiervan de eigenschappen analyseren en eventueel een uitspraak doen over de hoeveelheid die kan vrijkomen. Dit kan worden samengevat in enkele vragen waarop een antwoord dient te worden geformuleerd.

- Over welk(e) element(en) gaat het en wat zijn de eigenschappen in de bodemmilieu?
- Welke dosis komt op de bodem terecht? (door depositie, overstroming, lozing, lek e.d.)?
- Wat is de relatie tussen de dosis die op de bodem terecht komt en de herverdeling van de stof naar de vaste, vloeibare of gasfase van de bodemcomponent?
- Wat is de relatie tussen de dosis in de bodem of het bodemvocht en de chemische reacties?

Bij een kwalitatieve analyse wordt er beschreven welke elementen van belang zijn en via welke processen deze op of in de bodem terecht kunnen komen en herverdeeld worden. In de literatuur kan hierover meer informatie gevonden worden, met inbegrip van verdelingscoëfficiënten van een heleboel elementen.

De verdeling van de stoffen over de verschillende bodemfasen is afhankelijk van een heleboel parameters die bepalend zijn voor het verloop van de verschillende bodemprocessen. Hoe meer parameters er gekend zijn, hoe accurater er kan worden voorspeld in welke mate deze processen zullen verlopen. Enerzijds zijn de belangrijkste parameters die dit zullen bepalen zijn de eigenschappen van de stof zelf. Anderzijds worden de processen bepaald door verschillende bodemparameters, zoals:

- de zuurtegraad
- gehalte en samenstelling organisch materiaal
- infiltratiecapaciteit
- textuur
- permeabiliteit
- kationenuitwisselingscapaciteit
- aanwezigheid van Al- en Fe- hydroxiden
- gehalte aan kalk
- grondwaterstand
- redoxpotentiaal
- bodemvochtregime

Bijkomende parameters die aan invloed kunnen uitoefenen op de verschillende bodemprocessen zijn de neerslagintensiteit (afspoeling), gewaseigenschappen (gewasopname) en de grondwaterstroming.

In onderstaande tabellen worden parameters weergegeven, specifiek voor de processen absorptie, uitspoeling en fixatie.

*Tabel 8-6: Relevante parameters voor analyse van absorptie van zware metalen*

Relevante parameter	Beoordeling	Kans op absorptie van zware metalen
pH	zuur	gering
	neutraal	matig
	basisch	groot
infiltratiecapaciteit	hoog > 18 mm/uur	gering
	laag < 18 mm/uur	hoog
permeabiliteit	hoog	laag
	laag	hoog
CEC	hoog	hoog
	laag	gering

*Tabel 8-7: Relevante parameters voor analyse van uitspoeling nitraat*

Relevante parameter	Beoordeling	Kans op uitspoeling NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
stromingsrichting	inzigging	zeer groot
	inzigging/doorstroming	groot
	doorstroming	matig
	isolatie	matig
	kwel	gering
textuur	klei, veen	gering
	andere	matig
organische stof	humusarm	groot
	humeus	matig
	venig, veen	gering
grondwaterstand	zeer diep	zeer groot
	diep	matig
	ondiep	gering

Tabel 8-8: Relevante parameters voor analyse van fixatie van fosfaat

Relevante parameter	Beoordeling	Kans op P-fixatie
Gehalte aan Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , klei en kalk	leemarm zand, duin, hoogveen laagveen lemig zand zand, leem kalksteen klei	gering     zeer groot
kalk	Kalkloos kalkrijk	gering groot
organisch materiaal	Veen laag gehalte	gering hoog
zuurstofgehalte	Aëroob anaëroob	hoog laag
grondwaterstand	zeer diep diep ondiep	gering matig hoog

Bij een “standaard”-MERonderzoek worden de meeste van deze parameters niet bepaald. Het is hier dan ook aangewezen om steeds aan te geven waarop de conclusies in verband met de wijziging van de bodemhygiëne gebaseerd zijn. Bij MER's waar er wel een ernstige wijziging van de bodemhygiëne wordt verwacht, of waar de gevolgen van die wijziging (zware verontreiniging, gezondheid) groot zijn, kan er dan dieper op worden ingegaan

### 8.8.1.2 Kwantitatieve analyse

Als er gekend is welke concentraties of hoeveelheden van de stoffen er vrij komen, en welke de verdelingscoëfficiënten zijn dan kunnen de verwachte hoeveelheden exact berekend worden. Voor deze berekeningen is een gedegen kennis nodig van de chemische processen die bij de herverdeling een rol spelen en dienen er vele parameters bepaald te worden.

Specifiek voor deze effectgroep is het aspect monitoring een belangrijk aandachtspunt (zie ook hoofdstuk 13).

### 8.8.1.3 Modelmatige analyse

Inzake de verspreiding van bodem- en grondwaterverontreinigingen wordt er tegenwoordig ook meer en meer gebruik gemaakt van modellen (afgeleiden van hydrogeologische modellen), die het transport van chemische stoffen in bodem en grondwater simuleren. Deze modellen kunnen gebruikt worden voor risico-evaluaties en berekeningen van de evolutie van de bodemhygiëne. De beperkingen van deze modellen zijn de benodigde data, zowel modelparameters als parameters om de berekeningen te toetsen. Enkele voorbeelden hiervan zijn modellen die de uitspoeling van respectievelijk nutriënten en bestrijdingmiddelen simuleren zoals ANIMO en PEARL.

Daarnaast bestaan er ook risico-evaluatiemodellen die een analyse maken van de risico's die een bepaalde verontreiniging met zich meebrengt, zowel naar mens als naar ecologie toe. De berekening van de risico's en blootstelling aan verontreiniging worden o.a. uitgevoerd op basis van de verschillende soorten stoffen en de bodemgebruikstypes. Voor die “human risk assessments” en “ecological risk assessments” bestaan er veel methoden en programma's, die echter moeilijk om te zetten zijn voor gebruik in Vlaanderen, aangezien deze programma's meestal gebaseerd zijn op de lokale bodemclassificatie en toetsingsnormen.

De meeste van deze modellen zijn commerciële toepassingen en dus niet vrij beschikbaar.

#### **8.8.1.4 Effectbeoordeling**

Kwantitatieve berekeningen van de aanrijking van de bodem met welbepaalde stoffen, kunnen getoetst worden aan normen die vaak in functie van het bodemgebruik zijn vastgesteld. Er zijn kritische normen voor de toelaatbare gehalten in de bodem en voor de toediening van slib of compost aan de bodem. Zowel de beoordeling van de actuele gehalten als de mogelijke toename worden ten opzichte van de gekende normen voor Vlaanderen getoetst zoals de milieukwaliteitsnormen (bijlage 2.4.2 van VLAREM II ) of bodemsaneringsnormen (VLAREBO, Besluit v/d VI. R. 05/03/1996, bijlage IV). Bij gebrek aan normen kan men verwijzen naar de criteria uit de Europese richtlijnen of uit de buurlanden of, bij voorkeur, naar een vergelijkbare situatie waar een wijziging van de bodemhygiëne gekend is. De effectbeoordeling kan ook afhankelijk zijn van de gevolgen van de aantasting van de bodemhygiëne op de andere disciplines. Dit is bijvoorbeeld het geval met een duidelijk gevolg op naar de biodiversiteit toe, waarbij de bevindingen van fauna en flora worden meegenomen in het waarde-oordeel.

Indien er geen kwantificering van de gewijzigde toestand mogelijk was zal de kans op een wijziging van de bodemhygiëne worden beoordeeld op basis van een expertenoordeel. Hierbij spelen de soort van de stoffen een rol, de mogelijke impacten op mens, dier en plant en de eventuele mogelijkheid om de effecten in te perken.

## **8.9 Wijziging bodemvochtregime**

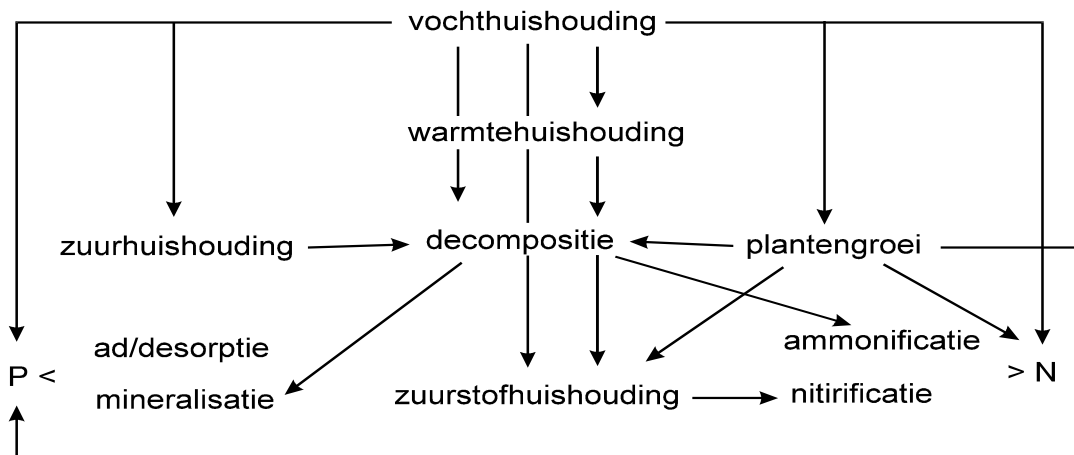
Door verschillende activiteiten kan het bodemvochtregime verstoord worden, waarbij zowel een vernatting als een verdroging kan optreden. Indien dit effect verwacht wordt, is het van belang te bepalen waar en wanneer het zal optreden en in welke mate dit een impact zal hebben op de fauna en flora en de landbouw (gegevensoverdracht naar discipline Fauna en Flora en discipline Mens). De analyse van deze effecten hangt nauw samen met het effectenonderzoek inzake de wijziging van de grondwaterstand. Hiervoor verwijzen we naar het richtlijnenboek Water.

### **8.9.1 Vernatting/verdroging**

#### **8.9.1.1 Kwalitatieve analyse**

Het bodemvochtregime is van vele processen en parameters afhankelijk, waardoor een gedetailleerde analyse een uitgebreide studie noodzaakt.

Figuur 8-1 geeft de samenhang van de verschillende relevante processen in de bodem met de vochthuishouding. De effecten van ingrepen in de waterhuishouding van een terrein hebben veelal te maken met een (tijdelijke) vernatting of een verdroging van de bodems. Het kan ook gaan om kwaliteitsveranderingen door overstromingen of verandering van de grondwaterkwaliteit. Veel hangt daarbij af van de kenmerken van de oorspronkelijke bodemtoestand.



Figuur 8-1: Samenhang van de verschillende relevante processen in de bodem met de vochthuishouding (SWBNL, 1989)

Op basis van enkele makkelijk te bepalen eigenschappen kan al wel een inschatting gemaakt worden van de kans op vernatting of verdroging en de omgeving waar het eventueel kan voorkomen. Rekening houdend met het bodemtype (textuur en doorlatendheid), de hoeveelheid aanwezig bodemvocht en de projecteigenschappen kan er dan een uitspraak worden gedaan over de eventuele effecten.

### 8.9.1.2 Modelmatige analyse

Voortbouwend op de modellen beschreven in de vorige richtlijnenboeken zijn er nieuwe ontwikkeld die het transport van water en warmte doorheen de bodem, zowel de onverzadigde als de verzadigde zone simuleren. Deze modellen kunnen gebruikt worden om de geplande situatie na te bootsen en antwoorden te vinden op vragen inzake waterbeheer, plantengroei en verspreiding van milieugevaarlijke stoffen. Voorbeelden van dergelijke modellen zijn SWAP ([www.swap.alterra.nl](http://www.swap.alterra.nl)) en SWAT (Soil and Water Assessment Tool, [www.brc.tamus.edu/swat](http://www.brc.tamus.edu/swat)).

Als gebruik wordt gemaakt van dergelijke modellen dient dit duidelijk in het MER beschreven te worden (bronvermelding, inputgegevens, resultaten, onnauwkeurigheden, ...).

### 8.9.1.3 Effectbeoordeling

Er wordt aangegeven in welke mate het bodemvochtregime zal wijzigen. De beoordeling van de impact van dit effect is eigenlijk een afweging die in de discipline fauna en flora zal gebeuren aangezien hier de belangrijkste impact voorkomt.

## 8.10 Wijziging diepere ondergrond

### 8.10.1 Uitputting natuurlijke rijkdom

Bij ontginningen, maar ook bij diepe ontgravingen, wordt een deel van de natuurlijke rijkdommen verwijderd uit de bodem.

Bij de bespreking hiervan wordt nagegaan welke materialen er worden ontgonnen, over welke hoeveelheden het gaat en wat hiervan de impact is op de totale voorraad. Meer informatie hieromtrent kan gevonden worden in de algemene en bijzondere oppervlakedelfstoffenplannen.

### **8.10.2 Wijziging geologische toestand**

Bij ontginningen, diepe grondwaterwinningen en diepe ontgravingen kan de geologische toestand worden gewijzigd of volledig vernietigd worden. Er dient te worden nagegaan waar dit gebeurt, over welke geologische lagen het gaat en in welke mate de geologische toestand wordt beïnvloed. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is om aan te geven in welke mate de wijziging van de geologische toestand een invloed heeft op de mogelijke functies die de bodem in de toekomst nog kan vervullen.

Hierbij wordt gedacht aan een beschrijving van de lithostratigrafie en de mate waarin deze lagen verstoord worden, met betrekking tot hun opvolging, doorlatendheid en de aanwezigheid van discontinuïteiten (bvb. kleilenzen). De effectbespreking wordt hier meestal beperkt tot een kwalitatieve beschrijving, eventueel uitgebreid met een aanduiding van de relevante locaties op de tertiair geologische kaart en opname van een geologische doorsnede.

## 9 **Gegevensoverdracht**

---

De resultaten uit de analyse van de geplande situatie worden gebruikt om de milieueffecten voor de discipline Bodem te voorspellen en te beoordelen. De resultaten die hieruit naar voren komen, worden echter ook als input gebruikt voor de effectbeoordeling in de andere disciplines.

De discipline Bodem is een zogenaamde technische discipline, waarbij de aantasting van de bodemkwaliteit een impact heeft op de omgeving (ecologie, mens, water en landschappen, bouwkundig erfgoed en archeologie). Vanuit de andere disciplines kan dan ook de vraag gesteld worden om bepaalde effectgroepen te onderzoeken en de gegevens nodig voor een verdere effectenanalyse over te dragen aan de respectievelijke MER-deskundigen. In volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van mogelijke gegevensoverdracht tussen de discipline Bodem en de overige disciplines. Het is raadzaam om dit aspect reeds in de kennisgeving te behandelen.

### 9.1 **Discipline Water**

In een MER kunnen er zowel gegevens van als naar de discipline water worden overgedragen.

#### **Water → Bodem**

- Voor een analyse van de effectgroep “wijziging van het bodemvochtregime” kan er informatie worden gevraagd inzake het grondwaterregime.
- Om een inschatting te maken van de wijziging van de bodemkwaliteit kan informatie inzake de waterkwaliteit, grondwaterkwaliteit en eventueel het overstromingsregime worden opgevraagd.
- Om verslemping te voorspellen kan ook informatie omtrent een eventueel overstromingsregime worden overgedragen.
- Om het risico op inklinking te bepalen wordt er informatie gevraagd over het aspect grondwater.

#### **Bodem → Water**

- Een wijziging in het bodemgebruik (afdekking) kan worden doorgegeven naar Water om een mogelijk effect op het afvoerregime te bepalen.
- Informatie inzake erosie en erosiehoeveelheden kan worden doorgegeven omwille van de impact op de waterbodemkwaliteit, waterkwaliteit, en bergingsvermogen van de waterlopen.
- Wijziging van de bodemkwaliteit kan een impact hebben op de grondwaterkwaliteit
- Om de bemalingsberekeningen uit te voeren is er informatie nodig over de hydraulische conductiviteit van de bodem
- ...

### 9.2 **Discipline Fauna en Flora**

Verschillende effecten die de bodemeigenschappen van het studiegebied wijzigen, kunnen een impact hebben op de voorkomende vegetatie en de daarmee samenhangende fauna.

#### **Bodem → Fauna en Flora**

- Bij een eventuele wijziging van de structuur (verdichting, verslemping) worden de locaties doorgegeven aan Fauna en Flora aangezien dit de groei van de planten kan beïnvloeden.

- Ook informatie inzake een eventuele wijziging van de bodemgeschiktheid wordt aan Fauna en Flora doorgegeven.
- Een wijziging in het bodemvochtregime beïnvloedt eveneens de plantengroei
- Ook de kans op een wijziging van de bodemhygiëne kan een impact hebben naar Fauna en Flora toe.
- ...

#### **Fauna en Flora → Bodem**

- Voorkomen van vegetatie die wijst op eerdere bodemverdichting
- ...

### **9.3 *Discipline Mens***

Zowel vanuit de discipline Mens als naar de discipline mens kan er informatie worden uitgewisseld.

#### **Bodem → Mens**

- Informatie over de bodemgeschiktheid kan worden overgedragen naar de discipline Mens om de toekomstige gebruiksfuncties te beoordelen.
- Belangrijk is de overdracht van informatie om de eventuele impact op de landbouw te onderzoeken en beoordelen
  - Wijziging bodemstructuur
  - Voorkomen van bodemerosie
  - Wijziging bodemhygiëne
  - Wijziging bodemvochtregime
- Ook naar wonen, werken en recreatie toe zijn de effecten inzake erosie (modderoverlast) en wijziging van de bodemhygiëne (gezondheid) een belangrijke informatiebron.

#### **Mens → Bodem**

- Vanuit de discipline Mens kan er informatie geleverd worden over het huidige bodemgebruik of het gewenste bodemgebruik na uitvoering van het project.

### **9.4 *Discipline Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie***

#### **Bodem → Landschappen, Bouwkundig erfgoed en Archeologie**

- Informatie over het bodemgebruik wordt overgedragen om het aspect landschap in het MER te kunnen bespreken.
- In het studiegebied kunnen meerdere gekende en ongekende archeologische sites voorkomen, die onlosmakelijk verbonden zijn met de bodem en met het bodemprofiel. Deze archeologische sporen kunnen zich manifesteren als kleine en vage grondverkleuringen het voorkomen van kleine of grote relicten of de aanwezigheid van een microprofiel.
- Om de impact van de werken op het archeologisch bodemarchief te beoordelen is het ook van belang om correcte informatie inzake de geplande bodemwerkzaamheden (locatie en diepte graafwerken, werkwijzen graafwerken, bemalingswerken) te leveren .



## **9.5**      ***Discipline lucht***

### **Lucht → Bodem**

- Gegevens inzake de emissie en depositie van verontreinigende stoffen kunnen worden overgedragen om de wijziging in de bodemhygiëne te bespreken.

## **10 Eindbeoordeling van de geplande situatie**

---

### **10.1 Wat is een eindoordeel Bodem ?**

Na het uitdrukken en beoordelen van de verschillende effectgroepen, wordt hiervan een synthese gemaakt. De beschreven effectgroepen worden in dit hoofdstuk gegroepeerd en als geheel beoordeeld. Deze synthese kan complex zijn, wanneer bvb. meerdere effectgroepen optreden. Specifiek voor de discipline Bodem wordt er op gewezen te worden dat in vele gevallen het oordeel over de bodemeffecten wordt gebruikt om de effectanalyse in andere disciplines (Fauna en Flora; Mens) uit te voeren.

### **10.2 Methodieken ter beoordeling**

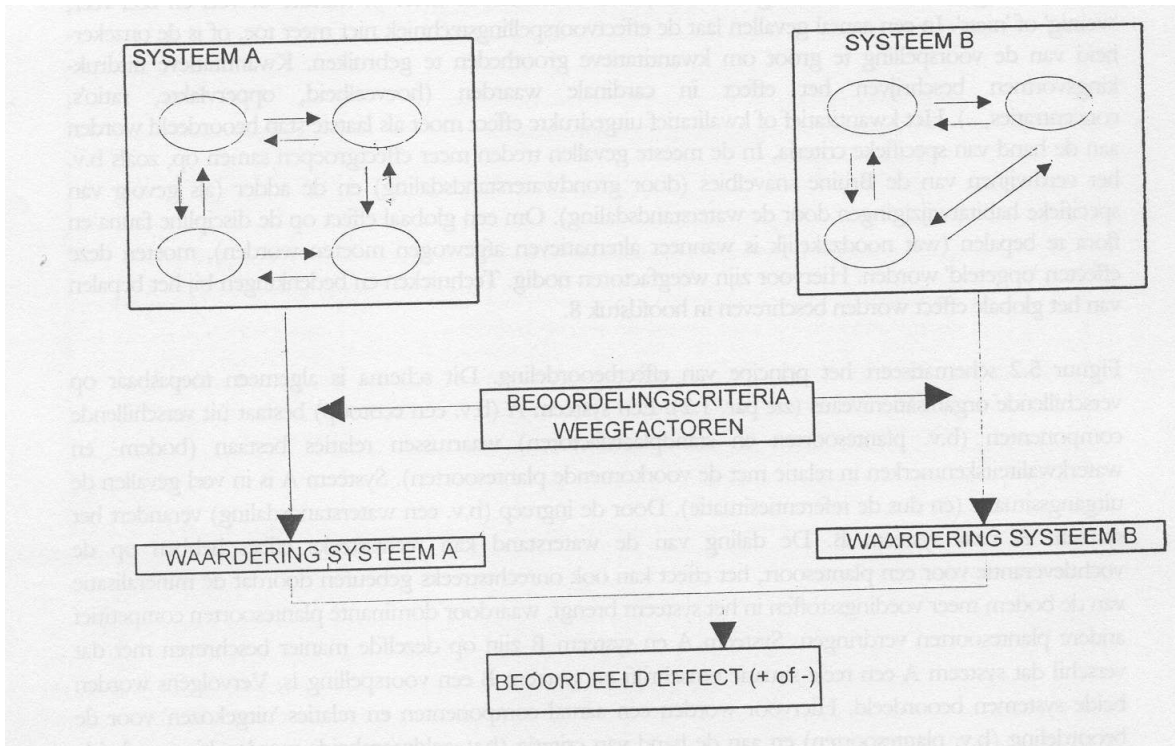
Het beoordelingshoofdstuk is omwille van haar synthese karakter zeer belangrijk en moet op volwaardige wijze de effectenanalyse afsluiten. Wanneer daarbij alternatieven beschreven werden, kan in dit hoofdstuk een integrerende vergelijking gemaakt worden tussen deze alternatieven. Dit kan enkel wanneer alle alternatieven op dezelfde manier (met dezelfde diepgang) beschreven werden, waarbij de voorkomende effectgroepen op dezelfde wijze werden uitgedrukt. Bij de beoordeling kunnen wegingen gebruikt worden en technieken die een optelling mogelijk maken zoals multicriteria-analysen (MCA's). Deze MCA's zijn wel zinvol bij het afwegen van verschillende varianten. Het is wel belangrijk de gehanteerde wegingen expliciet aan te geven en minstens na te gaan wat het gevolg is van het toekennen van andere gewichten aan de voorspelde effecten.

#### **10.2.1 Eindoordeel op basis van expertenoordeel**

Men spreekt van een expertenoordeel wanneer het oordeel gebeurt door een deskundige terzake, en op basis van een gefundeerd en wetenschappelijk verantwoord onderzoek. Het oordeel gebeurt door het bundelen van zo volledig en zo objectief mogelijke informatie, maar ook op basis van gedeeltelijke of voorlopige informatie, zoals:

- aannames
- vermoedens
- indicaties
- kennis afkomstig uit andere regio's of uit andere gelijkaardige systemen
- informatie van andere experts
- informatie uit gelijkaardige projecten
- ...

Het oordeelkundig analyseren en integreren van deze informatie door een deskundige terzake leidt tot een expertenoordeel. In onderstaande figuur wordt een overzicht gegeven van het stramen dat in principe gevolgd wordt bij het expertenoordeel.



Figuur 10-1: Basisstramien expertenoordeel

## 10.2.2 Eindoordeel op basis van multicriteria-analyse

Een multicriteria-analyse (MCA) is een hulpmiddel om tot een rangschikking van (meerdere) alternatieven te komen wanneer deze tegenover elkaar afgewogen moeten worden op basis van een groot aantal afwegingspunten. Kenmerken van MCA-methoden zijn:

- er wordt uitgegaan van verschillende, expliciete beoordelingscriteria;
- elk beoordelingscriterium krijgt een wegingsfactor.

Het effectenonderzoek en -overzicht vormt het uitgangspunt bij de toepassing van een MCA. Deze effecten kunnen daarbij zowel kwantitatief als kwalitatief, en in sterk uiteenlopende eenheden uitgedrukt worden. Er bestaat niet zoiets als de ideale MCA-methode. Belangrijk is te beseffen dat met meerdere methoden dezelfde afweging gemaakt kan worden, maar dat de keuze van de methode invloed heeft op de uiteindelijke uitkomst van de MCA. Er bestaat een zogenaamde methodegevoeligheid. Bij elk proces moet afhankelijk van de situatie en het opzet van de besluitvorming een keuze gemaakt worden over de te hanteren MCA-methodiek.

Er bestaan een groot aantal MCA's, die elk hun eigen voor- en nadelen hebben. Deze benaderingen kunnen worden opgedeeld in:

- methoden waarbij kwantitatieve criteriumscores worden gebruikt;
- methoden waarbij kwalitatieve scores worden gebruikt;
- combinatiemethoden, waarbij zowel kwantitatieve als kwalitatieve scores worden gebruikt.

De basisprincipes van al deze methoden zijn echter veelal gelijk en steunen meestal op één van de volgende twee technieken:

- gewogen somming: gestandaardiseerde criteriumscores worden vermenigvuldigd met de bijbehorende criteriumgewichten en vervolgens per alternatief gesommeerd. Op basis van de hieruit resulterende totaalscores per alternatief kan de rangorde van de alternatieven worden bepaald.
- dominantie: door paarsgewijze vergelijking wordt per criterium nagegaan of alternatieven ja/nee gedomineerd worden door andere alternatieven.

Rangschikking gebeurt op basis van de gestandaardiseerde en gewogen dominantiescores.

In beide technieken kan op basis van de criteriumscores tevens een eliminatie plaatsvinden van bepaalde alternatieven indien wordt getoetst aan bepaalde drempelwaarden. Tabel 10-1 geeft een fictief voorbeeld van een multicriteria-analyse bij wegeaanleg, meer bepaald de rangschikking van verschillende uitvoeringsvarianten na toekennen van verschillende gewichten

Tabel 10-1: Fictief voorbeeld van multicriteria-Analyse

Varianten	Rangorde				
	Gewichten gelijk	Gewichten richtlijnen	Gewichten focus veiligheid	Gewichten focus natuur	Gewichten focus financieel
Basisscenario	3	3	1	1	9
Basisscenario + uitvoeringsalternatief a	6	5	2	2	10
Basisscenario + uitvoeringsalternatief b	10	10	4	5	11
Basisscenario + uitvoeringsalternatief c	11	9	3	8	12
Basisscenario + uitvoeringsalternatief d	2	2	7	4	5
Locatiealternatief 1	1	1	5	3	3
Locatiealternatief 2	12	12	12	12	8
Locatiealternatief 3	9	11	11	11	7
Locatiealternatief 4	7	7	10	7	4
Locatiealternatief 5	5	6	9	6	2
Locatiealternatief 6	8	8	8	10	6
Locatiealternatief 7	4	4	6	9	1

### 10.2.3 Andere beoordelingsmogelijkheden

In sommige gevallen kan de vergelijking van alternatieven bij het begin van het m.e.r.-proces beschrijvend plaatsvinden. Er vindt dan geen kwantitatieve onderbouwing van de vergelijking plaats. Alternatieven worden op basis van een heldere redenering aangewezen (en meegenomen in het verdere m.e.r.-proces) of 'weggeschreven'. Dergelijke beoordelingen zijn mogelijk als er reeds vrij snel in het m.e.r.-proces een duidelijk patroon en duidelijke voorkeuren te ontdekken vallen. Meestal worden slechts een beperkt aantal criteria voor deze beoordeling gebruikt. De benadering wordt soms gehanteerd bij de voorselectie van alternatieven, bijvoorbeeld in de kennisgeving. Vanwege de eis van transparantie van de afweging en de relatief grote kans op subjectiviteit, is de methode slechts in een beperkt aantal gevallen bruikbaar.

# 11 **Beschrijving van de milderende maatregelen**

---

Milderende maatregelen worden voorgesteld om de belangrijke negatieve milieueffecten te vermijden, te beperken, te herstellen of te compenseren. Aangezien de milieueffecten verschillen van project tot project kunnen we hier enkel algemene aanbevelingen weergeven voor het voorstellen van de milderende maatregelen.

Het komt veel voor dat de initiatiefnemer reeds aangeeft dat er verschillende maatregelen zullen worden toegepast bij de uitvoering van het project. Als deze in de projectomschrijving worden opgenomen, dient hiermee reeds in de effectbespreking en effectbeoordeling rekening gehouden te worden.

Belangrijk is om het statuut van de milderende maatregelen in het MER aan te geven. Er kunnen maatregelen worden voorgesteld die adviserend of vrijblijvend zijn (het zou beter zijn dat ....., maar het is niet noodzakelijk), maar er kunnen ook maatregelen worden voorgesteld die als noodzakelijk worden geacht bij de uitvoering van het project. Dit maakt het ook mogelijk voor de vergunningverlenende overheid om hier een onderscheid in te maken en mee rekening te houden bij het opstellen van de bijzondere vergunningsvoorwaarden.

Er kan ook gesteld worden dat de milderende maatregelen zo gedetailleerd mogelijk worden beschreven. In plaats van bijvoorbeeld te melden dat bij een uitgraving de bodemlagen gescheiden dienen te worden opgeslagen, is het aan te raden om te melden voor welke locaties dit geldt, voor welke lagen dit geldt (met eventueel een indicatie van de dikte van elke laag) en waar en hoe deze kunnen worden opgeslagen.

Ook de effecten van de milderende maatregelen dienen besproken en beoordeeld te worden, zodat duidelijk wordt gemaakt waarom de milderende maatregelen worden toegepast en hoe deze de impact van het project kan verminderen. Ingeval de effecten berekend zijn aan de hand van mathematische modellen is het meestal mogelijk om via dezelfde modellen de milderende ingreep te simuleren en het effect hiervan te berekenen en/of voor te stellen via een figuur of kaart.

Inspiratie voor het voorstellen van milderende maatregelen kan gezocht worden in reeds bestaande milieueffectrapporten of kunnen worden uitgewerkt aan de hand van de best beschikbare technieken. Een door het BBT kenniscentrum ontwikkelde databank (<http://www.emis.vito.be/DBBT/index.asp>) geeft een overzicht van alle BBT en andere milieutechnieken die in de Vito BBT-studies en de Europese BBT-studies (BREFs) vermeld staan. Men kan zowel zoeken op bedrijfstak als milieuaspect. Het resultaat is een lijstje van technieken. Doorklikken op elke techniek geeft meer informatie en leidt uiteindelijk naar de volledige tekst van de BBT-studie. Voor bedrijven die in de Vlarem I indelingslijst als GPBV-bedrijf zijn aangeduid en waarvoor een Europese BBT-studie is goedgekeurd kunnen er specifieke GPBV-controlelijsten opgeroepen worden (opgesteld in samenwerking met o.a. de afdeling Milieuvergunningen van Aminal).

Eén van de voorgestelde maatregelen kan bestaan uit het opstarten van een postevaluatieprogramma. Hierop wordt dieper ingegaan in volgend hoofdstuk. Anderzijds kunnen er op basis van de resultaten van een postmonitoring ook extra maatregelen worden voorgesteld of geactiveerd.

## 11.1 **Voorbeelden voor de discipline Bodem**

Enkele voorbeelden van milderende maatregelen die kunnen worden voorgesteld in een MER met betrekking tot de discipline bodem worden hieronder opgesteld. Deze opsomming is zeker niet limitatief.

- gebruik van rijplaten, schottenbalken, zandbed, ... in de rijstrook om verdichting door berijding met zwaar materiaal tegen te gaan.
- het beperken en strikt afbakenen van de werkstrook
- aanleggen van tijdelijke bezinkingsbekkens
- herstel van bodemstructuur
- profielen gelaagd afgraven, stockeren en terugplaatsen
- het voorstellen van erosiebestrijdingsmaatregelen
- voorstellen van halfdoorlatende verhardingen bij afdekken bodem
- voorstellen van industriële processen met minder emissies
- ontwijken van verdichtingsgevoelige, verdrogingsgevoelige, verzuringsgevoelige, wetenschappelijk/historisch waardevolle zones of zones gevoelig voor grondverschuiving
- tijdstip van realisatie van het project aanpassen
- afdekken van dijken, bermen, ... met erosiewerende materialen, vegetatie.
- aanpassen van constructies (funderingen, oppervlakten, ...)
- ontginning van mogelijk aanwezige waardevolle delfstoffen alvorens de bodem wordt afgedekt door bijvoorbeeld een gebouw of weg
- wijzen op de noodzaak van een voorafgaandelijke archeologische opgraving
- aanbrengen van zandpalen, verticale drains, drainerende nagels,...
- ...

## 12 Leemten in de kennis

---

Om het MER-hoofdstuk 'Bodem' op zijn kwaliteit te kunnen toetsen en om een beeld te krijgen van de betrouwbaarheid van de voorspellingen in dit hoofdstuk, is een nauwkeurige weergave van de leemten in de kennis noodzakelijk. Juist inzicht in de gevolgen van de leemten in de kennis is zeer belangrijk voor de vergunningsverlenende overheid voor het al dan niet toekennen van een vergunning of het opleggen van een monitoringprogramma.

De beschrijving van de leemten in de kennis bij de discipline 'Bodem' dient volgende aspecten toe te lichten:

- o met welke categorie van onzekerheid hebben we te maken (bvb. onzekerheid in toekomstprognose en in voorspelling(smodel), in basisgegevens, ...);
- o welke effectgroep betreft de onzekerheid (bvb. profielvernietiging, wijziging bodemvochtregime);
- o wat zijn de gevolgen van de onzekerheid voor de verdere besluitvorming (bijkomend onderzoek vereist, vergunning wordt niet afgeleverd, ...). De deskundige geeft hier een oordeel vanuit zijn milieuoogpunt;

Het is belangrijk de verwachte kennisleemten reeds aan te geven in de kennisgeving, waarop het MER (wellicht) geen antwoord zal geven.

Leemten in de kennis kunnen van diverse aard zijn. We onderscheiden met betrekking tot de discipline 'Bodem':

- o ontbreken basisgegevens betreffende het project
- o ontbreken methodologische aspecten

### 12.1 **Ontbreken basisgegevens betreffende het project**

Deze categorie van kennisleemten kan worden opgedeeld in twee deelcategorieën:

Ten eerste kan het project nog onvoldoende uitgewerkt zijn om concrete voorspellingen te kunnen doen. Het is bvb. wel al geweten dat er een bedrijventerrein komt met  $x$  m<sup>2</sup> gebouwen, maar hoe diep de fundering van die gebouwen zal zijn is niet bekend, terwijl dit toch een impact kan hebben in de effectgroepen profielvernietiging, stabiliteit, ... . Door een korte kwetsbaarheidsbenadering kan dit effect op zijn kwaliteit worden begroot, maar kwantificeren is moeilijk (en is dus een leemte in de kennis)

Ten tweede kan deze leemte in de kennis bestaan uit het niet kunnen leveren van voor 'Bodem' essentiële basisgegevens door een bepaalde discipline, aan de discipline 'Bodem', omwille van:

- o het gebrek aan effectvoorspellingsmodellen
- o het langdurig en gespecialiseerd onderzoek dat nodig is voor het leveren van de gegevens
- o het niet kunnen leveren van de gegevens in de gevraagde vorm.

Indien de voorspelling van milieueffecten in discipline 'Bodem' afhankelijk is van de inputgegevens van een andere discipline, en indien de gevraagde gegevens niet geleverd kunnen worden (onder de gevraagde vorm), en indien dit consequenties zal hebben voor het voorspellen van de milieueffecten dan dient dit vermeld in de leemten in de kennis.

### 12.2 **Ontbreken methodologische aspecten**

Deze categorie betreft ten eerste leemten in de kennis ten gevolge van de huidige stand van het wetenschappelijk onderzoek. Soms ontbreken er basisstudies die een referentiekader moeten leveren in functie van de milieueffectvoorspelling of van de beoordeling van milieueffecten. Het gaat om studies die vaak langdurig en gespecialiseerd onderzoek vergen en die niet in het kader van een MER kunnen uitgevoerd worden.

Deze categorie van leemten in de kennis bevat ten tweede ook technisch moeilijk te voorspellen fenomenen. In dit geval is de theoretische kennis wel aanwezig, maar dienen er

te veel variabelen betrokken te worden in de effectvoorspelling. Bestaande modellen zijn hier niet bruikbaar omdat er te veel aannames en vereenvoudigingen moeten gebeuren. In andere gevallen zijn er een aantal variabelen die een erg grote onzekerheid inhouden, waardoor geen absolute effectvoorspellingen kunnen gebeuren, en hooguit een aantal mogelijkheden kunnen geopperd worden.

Ten derde kunnen ook leemten in de kennis die inherent zijn aan de gebruikte voorspellingsmethoden, tot deze categorie van kennisleemten gerekend worden. Hoe vaker een voorspellingsmethode getoetst is op de juistheid van de daarmee voorspelde effecten, hoe betrouwbaarder deze is en hoe geringer de bijdrage tot de leemten in de kennis. Heel wat voorspellingsmethoden zijn echter vrij recent ontwikkeld en weinig tot niet getest op hun accuraatheid.



## 13 Postevaluatie

---

Er kan beslist worden om een postevaluatieprogramma op te starten ofwel na uitvoering van het project ofwel reeds tijdens de uitvoering van het project, om zodoende meer informatie te verzamelen over de effecten van het project of de effectiviteit van de milderende maatregelen. In de internationale literatuur omvat postmonitoring niet alleen meten en beoordelen, maar vooral ook actief (bij)sturen met beheersmaatregelen en communiceren.

In dit hoofdstuk wordt er kort aangegeven welke mogelijkheden er zijn en hoe met de resultaten van die postmonitoring kan worden omgegaan. Aangezien een monitoringprogramma echter projectspecifiek is kan hier niet tot in detail op worden ingegaan.

### 13.1 *Waarom monitoring ?*

Er zijn verschillende redenen waarom er kan worden besloten om met een postevaluatieprogramma te starten.

- Om de uitvoering van een project **tijdig te kunnen bijsturen** kan er reeds tijdens het project een monitoring naar het voorkomen en de grootte van de effecten gebeuren.
- **Verbeteren van kennis inzake de milieueffecten:** De effecten zoals ze werden beschreven in het MER kunnen worden vergeleken met de werkelijke situatie. Dit maakt het mogelijk om de effectvoorspelling- en beoordeling en het voorstellen van milderende maatregelen in komende, gelijkaardige MER's nog beter aan het specifieke project aan te passen.
- Ook kan door middel van monitoring de **effectiviteit van de milderende maatregelen** worden onderzocht, zodat hiermee in een volgend MER rekening kan worden gehouden.
- **Controle vergunningsvoorwaarden:** Door middel van monitoring kan ook worden gecontroleerd of er voldaan wordt aan de voorwaarden die eventueel in de vergunning van het project werden opgenomen.
- **Informer en draagvlak verwerven:** het aspect communicatie binnen een monitoring is van groot belang. Hierbij is openheid naar derden vereist; op zijn minst moeten omwonenden en andere belanghebbenden geïnformeerd worden over de resultaten en maatregelen. Het is zelfs zinvol hen te betrekken bij de postmonitoring zelf. Dit in verband met specifieke kennis en kunde van de lokale bevolking en vanwege draagvlak en een zorgvuldige besluitvorming over extra maatregelen.

Belangrijk is om ook in het MER aandacht te schenken aan de consequenties die de resultaten van de monitoring met zich meebrengen. Op basis van de resultaten kan het project worden bijgestuurd of kan het noodzakelijk zijn dat er bijkomende milderende maatregelen worden genomen.

In de kern komt monitoring neer op het zorgvuldig beheersen van onzekerheden en leren van de praktijk om zo de 'implementatiekloof' te overbruggen tussen het MER en de uitvoering van een project.

### 13.2 *Mogelijke monitoringswijzen*

Met betrekking tot de discipline Bodem zijn er verschillende mogelijkheden om een postevaluatieprogramma op te starten.

- Monitoring bodemhygiëne: door middel van regelmatige staalnames en analyses kan de evolutie van de bodemkwaliteit worden opgevolgd.
- Monitoring erosie: door het installeren van een proefveld, of het uitvoeren van sedimentmetingen kan de hoeveelheid erosie worden begroot.
- Monitoring bodemvochtregime: voor de plantengroei in het studiegebied kan het belangrijk zijn om de evolutie van het bodemvochtregime op te volgen.
- Monitoring beweging ondergrond: door het installeren van zettingsbakens en inclinometers kan men respectievelijk de evolutie van de verticale en horizontale beweging van de ondergrond opvolgen.

Als er in het MER een postevaluatieprogramma wordt voorgesteld, dient dit in voldoende detail beschreven te worden: welke parameters er worden gemonitord, op welke wijze dit kan gebeuren (inhoudelijke kwaliteitseisen van de monitoring), wanneer dit moet gebeuren (termijnen vastleggen) en hoe er met de resultaten moet worden omgegaan. Ook moeten de rollen en verantwoordelijkheden van de diverse partijen (initiatiefnemer, bevoegd gezag, vergunningverlener,...) op een heldere manier vastliggen.

Postmonitoring kan ook gekoppeld worden aan bestaande instrumenten zoals bedrijfsinterne milieuzorg, milieujaarrapportering, monitoring en handhaving van vergunningseisen,... Voor kleinere, eenvoudige projecten zijn deze bestaande instrumenten wellicht voldoende.

### **13.3 Wanneer is monitoring aangeraden ?**

Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven van projecten en situaties waarbij een monitoring een aangewezen manier is om informatie te vergaren over de milieueffecten van het project

- Bij projecten waar er een aanrijking van de bodem met bodemvreemde stoffen te verwachten valt, kan de bodemkwaliteit opgevolgd worden. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij de constructie, ingebruikname, of hervergunning van industriële installaties waarbij afvalwater geloosd wordt (interactie water-grondwater-bodem) of waar er emissie in de lucht (en depositie op de bodem) te verwachten is.
- Indien er bij het project graafwerken worden uitgevoerd ter hoogte of in de buurt van (potentieel) verontreinigde gronden: monitoring bodemhygiëne
- Indien er bemaald wordt en er een risico bestaat op het verplaatsen/aantrekken van een nabije verontreiniging: monitoring bodemhygiëne.
- Bij inrichting van overstromingsgebieden: monitoring bodemhygiëne na overstroming.
- Bij graafwerken, stockage en terugplaatsen van bodemlagen kan nadien het effect op het bodemvochtregime onderzocht worden.
- Na werken in landbouwgebied of verdichtingsgevoelige zones kan er onderzocht worden of er effectief een wijziging in de bodemstructuur (verdichte lagen) heeft plaatsgevonden.
- Bij een wijziging van het bodemgebruik (kappingen, ingebruikname landbouwgronden, aanleggen verhardingen) kan er worden gemeten welke hiervan de invloed is op erosie (proefvelden, meten/tellen van erosiegeulen, sedimentmetingen in waterlopen).
- Meten van het vermestingseffect bij projecten waarbij het landgebruik in landbouwgebied wijzigt: monitoring bodemhygiëne
- Na de heringebruikname van groeven kan de evolutie van de bodemkwaliteit opgevolgd worden.
- Bij graafwerken, ophogingen dient de horizontale beweging van de ondergrond opgevolgd te worden teneinde het risico op grondverschuivingen en taludinstabiliteiten te kunnen inschatten
- Bij graafwerken met bemalingen dient de verticale beweging van ondergrond gemonitord te worden teneinde bodemzetting en inklinking op te volgen

## 14 **Begrippenlijst + afkortingen**

---

### *absorptie*

Dit is een proces van opname of oplossen van meestal gasvormige stoffen in vloeibare- of vaste stoffen. De geabsorbeerde stof verspreidt zich door de substantie. Vaste stoffen die vloeistoffen of gassen absorberen hebben meestal een poreuze structuur.

### *adsorptie*

Het vasthouden op het oppervlak van vaste stof, vloeistof of gas door een vaste stof of vloeistof. Dit kan gebeuren door moleculekrachten of door chemische reacties of verbindingen.

### *archeologische site*

alle overblijfselen en voorwerpen of enig ander spoor van menselijk bestaan die getuigenis afleggen van tijdperken en beschavingen en waarvoor opgravingen of vondsten een betekenisvolle bron van informatie zijn.

### *BBT*

Best Beschikbare Techniek

### *betreedbaarheid*

gevoeligheid van de bodem voor betreding, waarbij bodemverdichting optreedt met gevolgen voor de bewortelbaarheid, doorluchting en de waterhuishouding van de grond

### *bewerkbaarheid*

de mogelijkheid om een (landbouw)bodem te bewerken voor de gewassenteelt als functie van grondwaterstand, de drainage, de permeabiliteit, de textuur, de stenigheid, de diepte van het profiel, de helling, de bodemstructuur en het kalkgehalte

### *bodemgeschiktheid*

evaluatie van de bodem volgens hun geschiktheid voor diverse functies zoals de productie van voedsel en biomassa, als bron van ruwe grondstoffen, als medium voor verschillende processen, als habitat- en genenpoel, als fysische en culturomgeving van de mens, ... en andere vormen van ruimtegebruik

### *bodemkaart*

geeft de verspreiding aan van bodemseries, die elk gekenmerkt wordt door hun grondsoort, natuurlijke draineringsklasse en horizonopvolging. Ze geeft ook de blijvende landbouwwaarde van de verschillende bodems aan

### *bodemkenmerk*

individuele toestandsvariabelen van de bodem die direct of vrij direct gemeten kunnen worden, zoals textuur, zuurtegraad, volumegewicht, vochtgehalte, temperatuur, gehalte organische stof, gehalte zware metalen, microbiële samenstelling en profielopbouw

### *bodemproces*

chemisch, fysisch, fysico-chemisch of biologisch proces dat in de bodem plaatsgrijpt en er veranderingen van de bodemkenmerken teweegbrengt.

### *bodemvochtregime*

hoeveelheid, samenstelling en fluctuatie van het bodemvocht in de poriën van de onverzadigde zone van het bodemprofiel

### *bodemzetting*

grondmechanisch proces waarmee de zakking van het oorspronkelijk maaiveld wordt aangeduid

### *BREF*

BBT-referentiedocument

*consistentie*

weerstand van kleimaterialen tegen compressie, vervorming en afschuiven

*draagkracht*

maat voor de weerstand die de toplaag biedt tegen het berijden met zware machines zonder vervorming te ondergaan

*drainageklasse*

ontwateringstoestand van het bodemprofiel uitgedrukt volgens het Belgisch bodemclassificatiesysteem

*erosie*

proces waarbij bodemmateriaal door de inwerking van wind of water verplaatst wordt

*GPBV*

Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging

*humus*

restproduct van organisch materiaal, voortkomend van planten- en dierenresten, omgezet door humificatie

*infiltratiesnelheid*

snelheid waarmee het water vanaf het maaiveld in de bodem dringt

*korstvorming*

ontwikkeling van een harde korst aan het bodemoppervlak na het sterk uitdrogen van de bodem. De korst hindert de plantengroei en waterinfiltratie

*OVAM*

Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaams Gewest

*percolatie*

doorsijpelen van water met inbegrip van de stoffen die bij het doorsijpelen meegevoerd worden

*permeabiliteit*

aanduiding van de snelheid van de waterbeweging in een verzadigde bodem

*pH*

(zuurtegraad van de grond)  $[H^+]$  gemeten in een vloeistof die gedurende bepaalde tijd in contact is gebleven met de bodem

*porositeit*

(poriënvolume) is het % bodemvolume dat niet ingenomen wordt door vaste bodemdeeltjes en wordt bepaald als de verhouding van het volume poriën tot het totale volume bodemstaal

*profiel*

geheel van verschillende bodemlagen in een put tot 1-2 m diepte, die men langs een recht afgestoken wand kan bestuderen

*profielwijziging*

verwijderen van de strooisellaag, toplaag en/of de diepere bodemlagen tijdens diepe/ondiepe uitgravingen of versterking van de oorspronkelijke gelaagdheid van het profiel door werkzaamheden

### *structuur*

wijze waarop de bodemdeeltjes (zand, leem, klei) bij elkaar liggen, afzonderlijk of aan elkaar klevend tot aggregaten

### *structuurwijziging*

structuurverval of structuurverbetering ten gevolge van frequente betreding van een onverharde bodem, berijden met zware machines, wateroverlast met inspoeling van fijne bodemdeeltjes of een bodembewerking

### *textuur*

verhouding van de verschillende korrelgroottefracties : zand (50-2000 $\mu$ m), leem (2-50 $\mu$ m) en klei (<2 $\mu$ m)

### *uitspoelingsgevoeligheid*

de capaciteit van de bodem om contaminanten (bvb. bestrijdingsmiddelen, nutriënten, oplosbare organische verbindingen) vast te houden

### *uitwisselingsvermogen*

afgifte aan het bodemvocht van aan de bodem vastgelegde elementen, wordt uitgedrukt door de CEC-waarde, die de verhouding kationen tot totaal ionen (kationen + anionen) gebonden aan de bodem weergeeft

### *vastleggingsvermogen*

eigenschap van de bodem om elementen te binden

### *verdichting*

verhoging van de bulkdensiteit (volumegewicht) van de bodem ten gevolge van drukuitoefening

### *verslemping*

uiteenvallen van bodemaggregaten onder invloed van druppelimpact

### *VITO*

Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

### *VLAREA*

Vlaams Reglement voor Afvalvoorkoming en -beheer

### *VLAREBO*

Vlaams Reglement Bodemsanering

### *VLAREM*

Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning

### *vochthoudend vermogen*

de mogelijkheid om water in de onverzadigde zone vast te houden tegen de zwaartekracht en dit ter beschikking te stellen van de planten

### *vochtleverend vermogen*

beschikbaarheid aan water in het bodemprofiel

### *volumegewicht*

(schijnbaar soortelijk gewicht of bulkdensiteit) verhouding van het gewicht van een ovendroog grondstaal tot het volume ervan

### *waterbodem*

de bodem van waterlopen of stilstaande waterlopen die altijd of een groot deel van het jaar onder water staat.

# 15 Referentielijst

---

## 15.1 Literatuur

- Ameryckx W., Verheye W., Vermeire R., 1995, Bodemkunde, 346p.
- AMINAL, Afdeling Algemeen Milieu- en natuurbeleid, cel Mer, 1997, Richtlijnenboek voor het opstellen van milieueffectrapporten, deel 11: Algemene methodologie Monumenten, landschappen en materiële goederen in het algemeen
- AMINAL, Afdeling Algemeen Milieu- en natuurbeleid, cel Mer, 1997, Richtlijnenboek voor het opstellen van milieueffectrapporten, deel 2: Algemene methodologische aspecten
- AMINAL, Afdeling Algemeen Milieu- en natuurbeleid, cel Mer, 1997, Richtlijnenboek voor het opstellen van milieueffectrapporten, deel 6: Algemene methodologie Bodem
- AMINAL, Afdeling Algemeen Milieu- en natuurbeleid, cel Mer, 1997, Richtlijnenboek voor het opstellen van milieueffectrapporten, deel 7: Algemene methodologie Water
- AMINAL, 1992, Vlarem II, Besluit van de Vlaamse Executieve houdende vaststelling van het Vlaams Reglement inzake milieuvorwaarden voor hinderlijke inrichtingen, AMINAL, Brussel
- Chamen W.C.T., Alakukku L., Pires S., Sommer C., Spoor G. Tijink F. en Weisskopf P., 2001, Qualitative strategies as guidelines for avoiding subsoil compaction in farming systems, Prevention Strategies for field traffic-induced subsoil compaction. Part 1, Machine/soil interactions, Soil and Tillage Research
- Dane and Topp, 2002, Methods of Soil analysis, part 4, Physical Methods, NO. 5, Soil Sci AMER. Book Series, SSSA, Madison, WI, 1692 p.
- Dumortier M., De Bruyn L., Hens M., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Van Reeth W., Weyemberh G. & Kuijken E., 2005, Natuurrapport 2005, Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid, Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 24, Brussel
- Giltrap D.J. & Hewitt A.E., 2003, Pedotransferfunctions for soil moisture, porosity and bulk density, in Manuals for national soils database, Wilde, R.H., Landcare Research New Zealand
- Hartmann R. Bodemfysica, basisprincipes. UGent, FLTWB, vakgroep Bodembeheer en hygiëne, Afdeling Bodemfysica
- Hillel D., 2004, Introduction to environmental soil physics, Elsevier/Acad. Press, San Diego, CA, 494 p.
- Klute A. (ed.), 1986, Methods of Soil Analysis, Part I. 2<sup>nd</sup> ed., Agronomy 9, AM. Soc. Of Agronomy, Madison, WI, 1188 p.
- Lal R. and Shukla M.K., 2004, Principles of soil physics, Marcel Dekker, New York, 716 p.
- Librecht I. en Van Orshoven J., 2003, Aandachtszones voor erosiebestrijding, SADL/KULeuven Research & development

- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Vlaams Milieubeleidsplan 2003-2007
- Ministerie van de Vlaamse Regering, Gecoördineerd besluit van de Vlaamse Regering dd. 5 maart 1996 houdende Vlaams reglement betreffende de bodemsanering, gecoördineerde versie Vlarebo tris, 13 februari 2004
- Neitsch S.L., Arnold J.G., Kiniry J.R., Williams J.R. and King K.W., 2002, Soil and Water Assessment Tool, Theoretical documentation, version 2000, TWRI Report TR-191, Texas Water Resources Insitute, College Station, Texas, 506 p.
- Perdok H.D. en Terpstra J., 1983, Berijdbaarheid van landbouwgrond. Bandspanning en grondverdichting, Landbouwmechanisatie 34 in Cultuurtechnisch vademecum, Cultuurtechnische vereniging, Utrecht
- Smedema L.K. Drainage Performance and Soil Management. Soil Technology vol 6, p. 183-189.
- SWNBL, 1989, Studieresultaten 1983-1987 van de studiecommissie Waterbeheer, Natuur, Bos en Landschap, Water boven Water
- Thematic Strategy for Soil Protection, European Parliament resolution on the Commission communication 'Towards a Thematic Strategy for Soil Protection' (COM(2002) 179 - C5-0328/2002 - 2002/2172(COS))
- Vaes G., Bouteligier R., Berlamont J. Het ontwerp van infiltratievoorzieningen. K.U. Leuven, Laboratorium voor Hydraulica, 13p.
- Van Ranst E. en Sys C., 2000, Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (schaal 1:20.000), Laboratorium voor Bodemkunde
- Van Rompaey A. et al., Bodemerosie op landbouwpercelen in Vlaanderen, Labo voor experimentele Geomorfologie, KULEuven,
- Verruijt A., 2005, Grondmechanica, herzien door S. Baars, VSSD, 2005
- VITO, VLM, Bemonsterings- en analysemethodes voor mest, bodem en veevoeder in het kader van het mestdecreet, 2004
- VITO, Compendium voor monsterneming en analyse (CMA) in uitvoering van het afvalstoffendecreet en het bodemsaneringsdecreet (Ontwerp CMA voor ministeriële goedkeuring in september 2005)
- Verstraeten G., 2000, Modderoverlast, sedimentatie in wachtbekkens en begroting van de sedimentexport naar waterlopen in Midden-België. Doctoraatsverhandeling, K.U.Leuven, faculteit Wetenschappen

## 15.2 **Internet**

<a href="http://dov.vlaanderen.be">http://dov.vlaanderen.be</a>	Databank Ondergrond Vlaanderen: informatie over bodem en grondwater
<a href="http://soilerosion.net">http://soilerosion.net</a>	Informatie over bodemerosie: links naar verschillende modellen
<a href="http://www.weru.ksu.edu/new_weru">http://www.weru.ksu.edu/new_weru</a>	Wind erosion research unit (USDA): informatie, links en modellen
<a href="http://www.alterra.nl">www.alterra.nl</a>	Kenniscentrum inzake leefomgeving, deel van Wageningen Universiteit en Researchcentrum, veel modellen ter beschikking
<a href="http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/welcome.pl">www.ejustice.just.fgov.be/cgi/welcome.pl</a>	Belgisch Staatsblad.
<a href="http://www.emis.vito.be/navigator">www.emis.vito.be/navigator</a>	webstek van het Vlaams Instituut voor Technologische Ontwikkeling, Vlaamse Milieuwetgeving
<a href="http://www.gisvlaanderen.be">www.gisvlaanderen.be</a>	Ondersteunend Centrum GIS Vlaanderen: geografische informatie, digitaal kaartmateriaal
<a href="http://www.mervlaanderen">www.mervlaanderen</a>	webstek van de cel Mer
<a href="http://www.milieubeleidsplan.be">www.milieubeleidsplan.be</a>	het Vlaams milieubeleidsplan 2003-2007
<a href="http://www.milieuinfo.be">www.milieuinfo.be</a>	webstek van de Vlaamse Overheid die alle informatie in verband met milieu bundelt
<a href="http://www.milieulink.be">www.milieulink.be</a>	milieuwebstek
<a href="http://www.mina.be">www.mina.be</a>	webstek van de administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer
<a href="http://www.mina.be/erosie.html">www.mina.be/erosie.html</a>	AMINAL, afd. Land: informatie inzake erosie(bestrijding)
<a href="http://www.monument.vlaanderen.be">www.monument.vlaanderen.be</a>	Monumenten en Landschappen Vlaanderen
<a href="http://www.ovam.be">www.ovam.be</a>	webstek van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
<a href="http://www.ruimtelijkeordering.be">www.ruimtelijkeordering.be</a>	webstek met informatie over ruimtelijke plannen
<a href="http://www.vlaanderen.be/natuurlijkerijkdommen">www.vlaanderen.be/natuurlijkerijkdommen</a>	webstek van Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie
<a href="http://www.vlm.be">www.vlm.be</a>	webstek van de Vlaamse Landmaatschappij
<a href="http://www.vmm.be">www.vmm.be</a>	webstek van de Vlaamse Milieumaatschappij
<a href="http://www.vmm.be/mira">www.vmm.be/mira</a>	Milieu en Natuurrapport