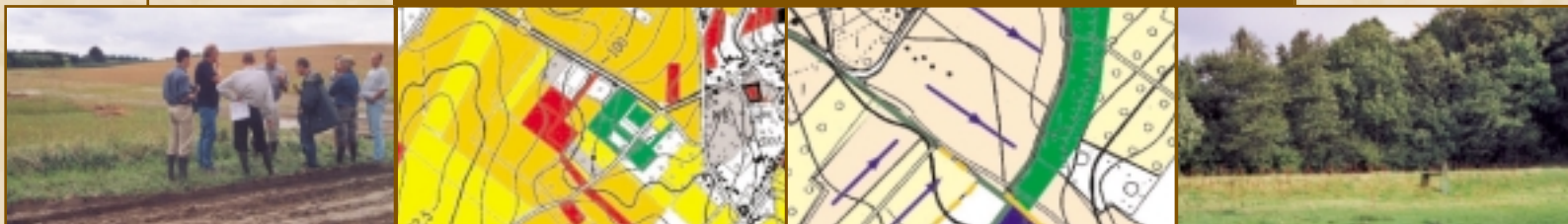


**CODE VAN GOEDE PRAKTIJK  
VOOR HET OPMAKEN VAN  
EEN GEMEENTELIJK  
EROSIEBESTRIJDINGSPLAN**



A F D E L I N G   L A N D



Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap

**CODE VAN GOEDE PRAKTIJK**

**VOOR HET OPMAKEN VAN**

**EEN GEMEENTELIJK**

**EROSIEBESTRIJDINGSPLAN**

**A F D E L I N G   L A N D**



Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap

1	Voorwoord	5
2	Inleiding	7
3	Afbakening van het plangebied	9
4	Analyse van de randvoorwaarden	12
4.1	Historische analyse	14
4.2	Omgevingsanalyse	16
4.2.1	Administratieve en ruimtelijke gegevens van de gemeente	16
4.2.2	Bodem	17
4.2.3	Landgebruik	25
4.2.4	Reliëf / Hydrografie / Topografie	29
4.2.5	Digitale modellering	34
4.2.6	Voltooide acties	35
5	Knelpuntanalyse	36
6	Visie	39
7	Maatregelen	40
8	Planning	42
	Bijlagen	
	Bijlage 1 Technische bepalingen bij de bodemerosiekaart-Land	45
	Bijlage 2 Enquêteformulier	47
	Bijlage 3 Landgebruikscategorieën voor de inventarisatie van de land- en tuinbouweconomische gegevens per (deel)gemeente voor 2001	51
	Bijlage 4 Technische bepalingen bij de bodemkundige erosiegevoeligheidskaart-Land	53
	Bijlage 5 De gewasfactor of C-factor van de R.U.S.L.E.	69
	Bijlage 6 Berekeningsformules, afvoercoëfficiënten en CN-waarden	71
	Gebruikte afkortingen	79
	Referenties	80
	Nog vragen?	81
	Nuttige adressen	81
	Andere nuttige adressen	82
	Colofon	83



Op 7 december 2001 heeft de Vlaamse regering het subsidiëringsbesluit voor het uitvoeren van kleinschalige erosiebestrijdingsmaatregelen door gemeenten goedgekeurd (erosiebesluit). Gemeenten kunnen subsidies ontvangen voor het uitvoeren van kleinschalige erosiebestrijdingsmaatregelen, d.w.z. het opmaken van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan en het uitvoeren van erosiebestrijdingswerken. Vanaf 1 januari 2005 kan het uitvoeren van erosiebestrijdingswerken enkel nog gesubsidieerd worden indien de werken kaderen in een door de administratie goedgekeurd erosiebestrijdingsplan.

## Definities<sup>1</sup>

*De **kleinschalige erosiebestrijdingsmaatregelen**: maatregelen met het oog op een broningerichte aanpak van de beheersing van bodemerosie en de eventueel daarmee gepaard gaande modderoverlast. De maatregelen zijn gericht op het afremmen of opvangen van het oppervlakkig afstromend water op de percelen of zo snel mogelijk na het verlaten van de percelen, zodat bodemerosie voorkomen wordt en de sedimentlast van het afstromende water beperkt wordt;*

*Het **gemeentelijk erosiebestrijdingsplan**: een plan voor het hele grondgebied van de gemeente, of voor een deel ervan, waarin de probleemstelling van de bodemerosie en de eventueel daarmee gepaard gaande modderoverlast, de prioritaire knelpunten en de broningerichte aanpak ervan, worden beschreven. Het plan bestaat uit een tekstgedeelte en bijbehorende kaarten;*

*De **erosiebestrijdingswerken**: inrichtingswerken, verspreid over het hele grondgebied van de gemeente, of over een deel ervan, met het oog op een broningerichte aanpak van de beheersing van bodemerosie en de eventueel daarmee gepaard gaande modderoverlast. Vanaf 1 januari 2005 gebeuren de werken ter uitvoering van een door de administratie goedgekeurd gemeentelijk erosiebestrijdingsplan.*

De voorliggende code van goede praktijk biedt een toetsingskader voor allen die bij de opmaak van erosiebestrijdingsplannen betrokken zijn:

- ▲ de gemeenten, als opdrachtgevers en eventuele uitvoerders;
- ▲ de studiebureaus, als eventuele dienstverleners;
- ▲ de administratie, bij het beoordelen van erosiebestrijdingsplannen en bij het opstellen van het investeringsprogramma.

De ‘code van goede praktijk erosiebestrijdingsplan’ is een leidraad voor het opstellen van een integraal plan voor een broningerichte aanpak van bodemerosie en eventueel daarmee gepaard gaande modderoverlast. Daarbij wordt ook aandacht besteed aan de afstemming op aanverwante beleidsdomeinen met eventueel bijhorende plannen, op de eerste plaats op gebied van waterbeheersing, maar ook i.v.m. ruimtelijke ordening, natuur, ... .

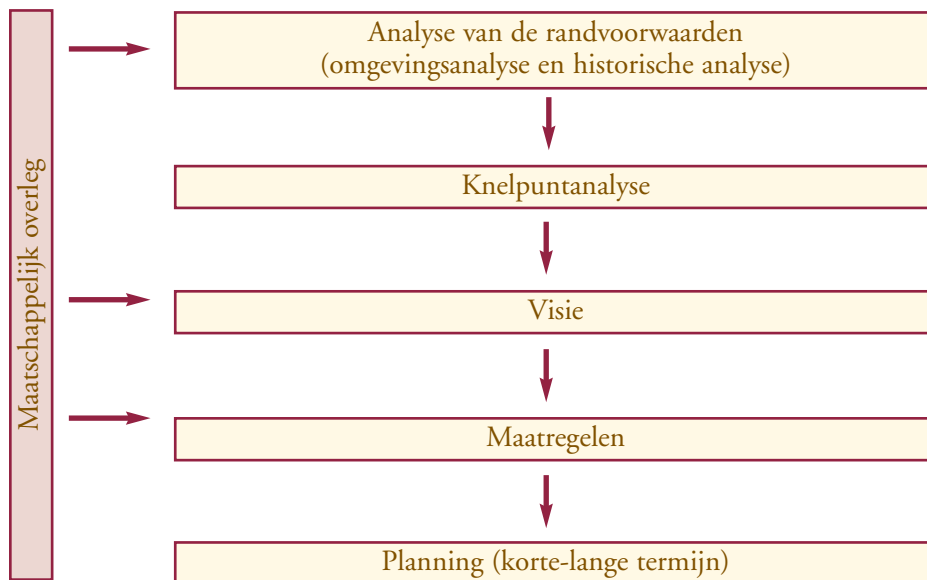
Het hanteren en respecteren van deze code van goede praktijk is een belangrijke stap om te komen tot een integrale erosiebestrijding. Dit veronderstelt raakvlakken met verschillende beleidsdomeinen, o.m. landbouw, bodem, water, ..., rekening houdend met verschillende doelgroepen, o.m. landbouwers, burgers, en lokale besturen.

Aangezien er in het erosiebesluit een forfaitair bedrag per oppervlakte-eenheid wordt voorzien voor het opstellen van een erosiebestrijdingsplan, is het van groot belang dat er duidelijke afspraken worden gemaakt tussen het Vlaamse Gewest en de gemeente, en desgevallend tussen de gemeente en een dienstverlener, over de minimumvereisten voor een dergelijk plan. De code geeft zowel minimumvereisten als aanbevelingen voor de opmaak van een erosiebestrijdingsplan. Bij de principeraanvraag<sup>1</sup> voor de subsidie voor het opmaken van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan dient dan ook een beslissing van het college van burgemeester en schepenen gevoegd te worden, waaruit blijkt dat de code van goede praktijk onderschreven wordt.

<sup>1</sup> Cf. Erosiebesluit Artikel 1; Art. 8 §1 en §2.



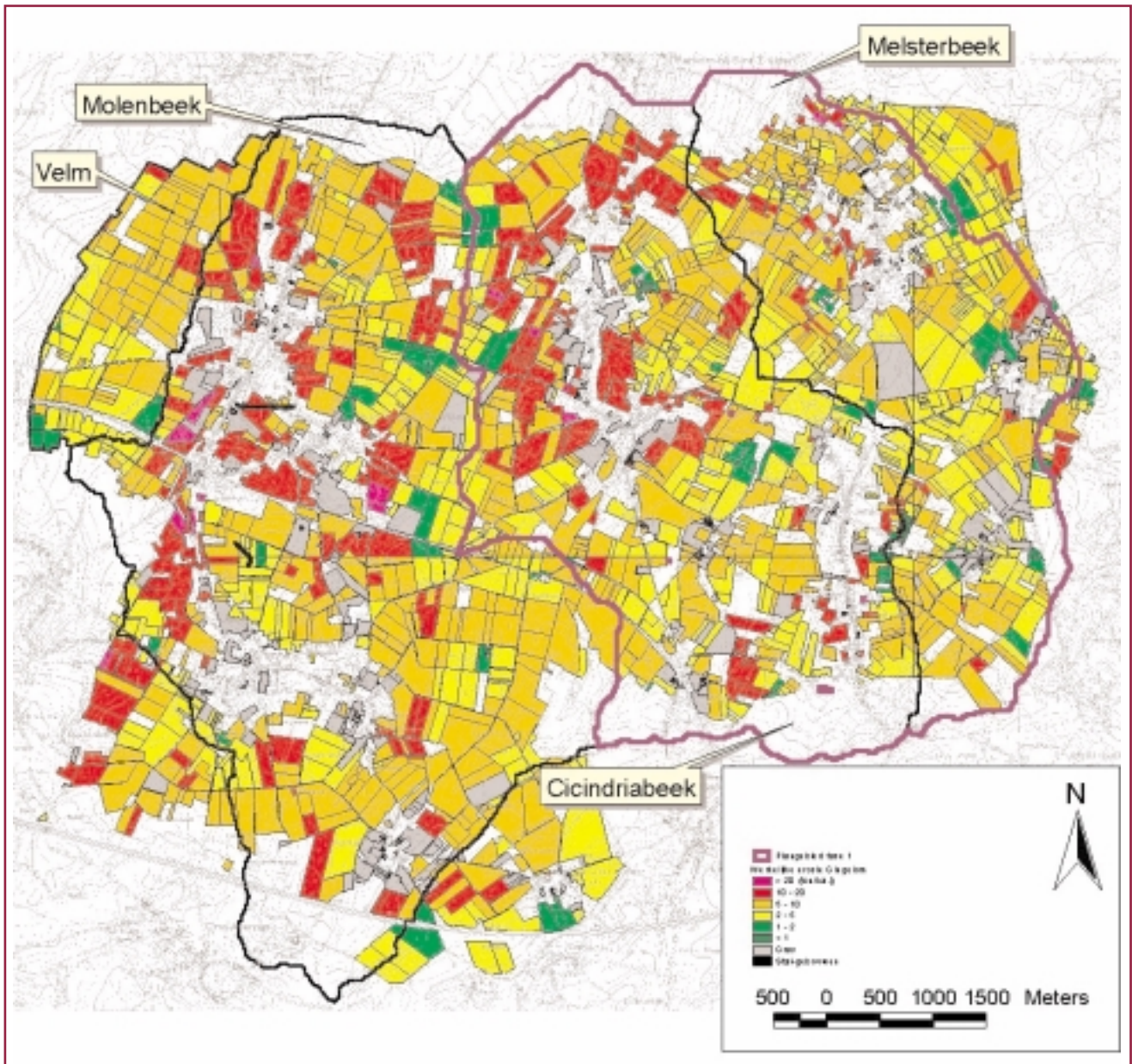
Het opstellen van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan doorloopt een aantal fasen en impliceert de uitvoering van een aantal studies en analyses waarvan de resultaten telkens opgenomen worden in het document. De verschillende fasen worden afgebeeld in Figuur 1.



*Figuur 1. Fasen in de opmaak van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan*

Via een beschrijving en analyse van de uitgangssituatie (Analyse van de randvoorwaarden) worden de knelpunten bodemerosie en eventueel daarmee gepaard gaande modderoverlast geïdentificeerd (Knelpuntanalyse). De gemeente formuleert dan een integrale visie m.b.t. de gewenste toestand in de verschillende probleemgebieden (Visie). In een volgende fase dienen concrete oplossingen te worden voorgesteld, en dient aangegeven te worden welke de mogelijke bijdrage is van de gemeente enerzijds, en van de overige betrokken partijen anderzijds (Maatregelen). Het is dus niet de bedoeling om het plan te beperken tot de meest voor de hand liggende maatregelen of tot de maatregelen die subsidiëerbaar zijn binnen het erosiebesluit. Ook communicatie en sensibilisatie dienen voldoende aan bod te komen. Tenslotte bevat het plan een indicatieve tijdsplanning op korte, middellange en lange termijn, voor de uitvoering van de voorgestelde maatregelen (Planning). Hierbij worden de maatregelen gerangschikt volgens prioriteit, naarmate de ingreep dringend, efficiënt, effectief en haalbaar is, en bovendien ook brongericht en duurzaam.

Maatschappelijk overleg bekleedt een fundamentele rol bij de opmaak van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan. Ten eerste levert het waardevolle achtergrondinformatie bij de analyse van de randvoorwaarden. Ten tweede is het essentieel bij de visievorming, om de verschillende standpunten en doelstellingen van alle betrokken partijen te integreren, en zo een breed maatschappelijk en politiek draagvlak te creëren. Ten derde is het ook van belang om bij het uitwerken van maatregelen rekening te houden met de mogelijkheden en beperkingen die door de betrokken grondgebruikers gesteld worden. Daarom is het aangewezen om de planvorming te ondersteunen met een weldoordachte communicatiestrategie, vb. d.m.v. informatievergaderingen of workshops.



*Hypothetisch voorbeeld van een afbakening van het plangebied voor de gemeente Ginkelom, waarbij in een eerste fase een plan wordt opgemaakt voor de hydrografische bekkens van de Melsterbeek en de Cicindriabeek; in een tweede fase volgt het resterend gedeelte van het grondgebied*



## Omschrijving

Het plangebied is een deel van of heel het grondgebied van de gemeente waarvoor het voorgelegde erosiebestrijdingsplan wordt opgemaakt. De afbakening van het plangebied vormt een onderdeel van de principeaanvraag. De oppervlakte van het plangebied bepaalt het subsidiebedrag, vastgesteld in het investeringsprogramma (12,50 euro per ha). De gemeente bepaalt zelf welk gebied hiervoor in aanmerking komt, rekening houdend met de volgende randvoorwaarden:

- ▲ Het plangebied is in de eerste plaats een probleemgebied, d.w.z. omvat in hoofdzaak plaatsen waar zich problemen van bodemerosie en modderoverlast kunnen voordoen of waar deze problemen hun oorsprong vinden door de productie van overtollig afstromend water. Aaneengesloten gebieden die op geen enkele manier bodemerosie of modderoverlast ondervinden of veroorzaken, worden niet opgenomen in het plangebied.
- ▲ De gemeente is niet verplicht alle probleemgebieden op te nemen in het voorgelegde erosiebestrijdingsplan, maar stelt zelf haar prioriteiten en verantwoordt ze degelijk. Het is ook mogelijk het probleemgebied op te splitsen en voor elk deelgebied een afzonderlijk plan op te stellen in volgorde van prioriteit, zodat de planvorming kan gespreid worden in de tijd. Een dergelijke aanpak dient dan ook kort toegelicht bij de voorgestelde afbakening van het plangebied.
- ▲ Indien niet het volledige grondgebied van de gemeente wordt opgenomen in het plangebied, kan worden gewerkt op het niveau van een afstromingsgebied of een hydrografisch bekken. Een afstromingsgebied is het fysisch-geografisch gebied waarvan al het oppervlakkig afstromend water in een bepaalde waterloop terechtkomt. Het wordt begrensd door de oppervlaktewaterscheiding, die kan worden afgeleid uit topografische kaarten. Het opmaken van een erosiebestrijdingsplan voor een volledig afstromingsgebied bevordert een brongerichte en integrale aanpak van de problematiek. Bovendien kunnen de hydrologische processen die zich op dit niveau afspelen volledig in rekening worden gebracht, zodat ook de erosieprocessen beter gemodelleerd kunnen worden. In heuvelachtige gebieden treft men relatief kleine afstromingsgebieden met een overwegend hellende toestroomoppervlakte. Bijgevolg is quasi het ganse gebied onderhevig aan een potentieel bodemerosierisico. Daarentegen zijn de afstromingsgebieden in vlakkere gebieden groter, en is het mogelijk dat erosie zich enkel concentreert op een geïsoleerde heuvel(kam). In dergelijke gevallen kan een afbakening op basis van de oppervlaktewaterscheiding onlogisch of onvolledig zijn, en dienen andere, meer aangepaste criteria gehanteerd.
- ▲ Bij grensoverschrijdende afstromingsgebieden wordt een intergemeentelijke samenwerking ten stelligste aanbevolen, vermits het beschouwd wordt als een criterium voor de opmaak van het investeringsprogramma<sup>2</sup>. Uiteraard vergt het enige solidariteit van de gemeente die zich stroomopwaarts bevindt en stroomafwaarts problemen veroorzaakt als gevolg van overtollig afstromend water, met de gemeente die zich stroomafwaarts bevindt en daar erosie en modderoverlast ondervindt. Het achterwege laten van een deel van een afstromingsgebied waar weinig problemen optreden maar problemen worden veroorzaakt, zal dan ook als een negatief element worden beoordeeld.

<sup>2</sup> Jaarlijks worden de principeaanvragen voor het opmaken van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan en voor het uitvoeren van erosiebestrijdingswerken, die aan de minimumvereisten van het erosiebesluit voldoen, volgens prioriteit opgenomen in een investeringsprogramma. De criteria die hierbij gehanteerd worden zijn vermeld in het erosiebesluit. Het investeringsprogramma bestaat uit een basisprogramma en een reserveprogramma en wordt opge maakt binnen de grenzen van het dubbel van de kredieten daartoe voorzien in de begroting.

Het lokaliseren van de probleemgebieden gebeurt op basis van een verkennend onderzoek van het grondgebied van de gemeente. Uitgangspunten zijn:

- ▲ gekende knelpunten waar zich de voornaamste problemen van bodemerosie en modderoverlast (regelmatig) voordoen;
- ▲ **de actuele en potentiële bodemerosiekaart-Land**<sup>3</sup> (afdeling Land: ☒), waaruit de belangrijkste probleemgebieden inzake bodemerosie kunnen gedetecteerd worden. Het detailniveau van de bestaande kaart volstaat. Het symbool wordt verklaard in Tabel 1a;
- ▲ topografische kaarten 1/10.000 à 1/100.000 (NGI: analoog, OC GIS-Vlaanderen: rastervorm) voor de afbakening van stroomgebiedsgrenzen.

### De bodemerosiekaart-Land

*Digitaal beschikbaar bij AMINAL, afdeling Land (☒).*

*Uitvoering: Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, KULeuven, in opdracht van AMINAL, afdeling Land.*

*Inhoud: de actuele of potentiële erosiesnelheid per (aangifteplichtig) landbouwperceel voor Vlaanderen, berekend als de som van watererosie en bewerkingserosie.*

*De **actuele** bodemerosiekaart-Land geeft een geschatte erosiesnelheid per perceel op basis van het huidig landgebruik. Hierbij werd de erosie voor grasland 0 verondersteld. Daarnaast bevat het digitale bestand ook de geschatte erosiesnelheden voor de percelen grasland indien deze in akkerland zouden omgezet worden. Door deze waarden te visualiseren, bekomt men de **potentiële** bodemerosiekaart (voor technische details, zie Bijlage 1). Op die manier kunnen ook potentieel erosiegevoelige percelen, waar het bestaande grasland niet zou mogen gescheurd worden, geïdentificeerd worden. Ook deze gebieden komen in aanmerking voor de afbakening van het plangebied, aangezien hier preventieve maatregelen of aanbevelingen m.b.t. landgebruik kunnen geformuleerd worden.*

***Watererosie** werd geschat aan de hand van de universele bodemverliesvergelijking of 'R.U.S.L.E' (Revised Universal Soil Loss Equation., Renard et al., 1991). Het betreft een empirisch model waarmee de gemiddelde jaarlijkse bodemerosiesnelheid per oppervlakte-eenheid als gevolg van intergeul- en geulerosie wordt berekend als een product van 6 factoren:*

$$A = R.K.LS.C.P$$

*met*

- A = de gemiddelde bodemerosiesnelheid (ton/ha.j)*
- R = de regenerativiteitsfactor (MJ.mm/ha.h.j)*
- K = de bodemerosiegevoeligheidsfactor (ton.h/MJ.mm)*
- LS = de topografische factor (dimensieloos)*
- C = de gewasfactor (dimensieloos)*
- P = de erosiebeheersingsfactor (dimensieloos).*

*Dit model voorspelt geen individuele erosie-evenementen, vb. bij uitzonderlijk hevige neerslag, maar geeft een beeld van de erosiegevoeligheid op lange termijn, hetgeen voldoende nauwkeurig is voor het opstellen van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan. Andere, fysisch-gebaseerde erosiemodellen zijn gesofisticeerder en moeilijk toe te passen omdat het vereiste detailniveau van de invoergegevens vaak de beschikbaarheid ervan overschrijdt. Daarom worden zij minder geschikt geacht voor toepassing op het niveau van een gemeente. Op het niveau van Vlaanderen zijn de noodzakelijke parameterwaarden voor de toepassing van het R.U.S.L.E.-model wel beschikbaar. Bovendien laat de relatief eenvoudige structuur van dit model toe om een verantwoorde extrapolatie naar zulke grote gebieden door te voeren zonder een overdreven verlies aan nauwkeurigheid.*

<sup>3</sup> Van Rompaey, A., Govers, G., Van Oost, K., Van Muysen, W. en Poesen, J., 2000. Bodemerosiesnelheden op landbouwpercelen in Vlaanderen. Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven, 18 p.

De regenerosiviteitsfactor (R) werd afgeleid uit een kaart opgesteld voor België door Bollinne (1982). De erosiegevoeligheid van de bodems (K-factor) werd afgeleid uit de textuurklassen van de bodemseries aangegeven door de digitale bodemkaart (OC GIS-Vlaanderen) volgens een procedure van Declercq en Poesen (1992). Voor de berekening van de LS-factor werd gebruik gemaakt van het DTM van het NGI, niveau 2, met een resolutie van 20 m \* 20 m, gebaseerd op de hoogtelijnenkaarten op schaal 1:50.000. Hierbij werden 2-dimensionele modules ontwikkeld die toelaten om effecten van convergentie van afvoer in rekening te brengen (Desmet et al., 1996; Van Oost et al., 1996). De nodige informatie in verband met de grootte en de geometrie van de landbouwpercelen werd afgeleid van de digitale landbouwgebruikspcelenkaart 1998 van het OC GIS-Vlaanderen. De gewasfactor (C) is eveneens gebaseerd op dit bodemgebruiksbestand op perceelsniveau. Voor percelen onder gras is de C-factor 0, aangezien op dergelijke percelen nagenoeg geen bodemerosie door water voorkomt. Voor de overige percelen werd een gemiddelde C-waarde van 0,37 gebruikt. Deze waarde is het resultaat van (i) een schatting van de gemiddelde C-factor voor de Belgische Leemstreek op basis van een rotatiecyclus 'graan-wortelgewas-graan' door Bollinne (1982), en (ii) een <sup>137</sup>CS-calibratie van deze geschatte waarde door Van Oost et al. (2000). De P-factor werd overal in Vlaanderen gelijk aan 1 gesteld, omdat de bedoelde bodembeheersmaatregelen zoals terrassenbouw en strokenbouw nergens worden toegepast.


Voor elk van deze factoren werd een rasterkaart gemaakt met een resolutie van 20 m \* 20 m. Vermenigvuldiging van de pixelwaarden resulteerde in een rasterkaart met gemiddelde jaarlijkse erosiesnelheden per pixel. Voor elk landbouwperceel werd een gemiddelde jaarlijkse erosiesnelheid berekend door het gemiddelde te nemen van alle pixels binnen elk perceel.

**Bewerkingserosie** werd gemodelleerd als een netto hellingafwaartse flux evenredig met de hellinggraad (Govers et al., 1994, Van Muysen et al., 2000).

De berekening van de verschillende modelparameters gaat gepaard met systematische en toevallige fouten. Zo wordt de hellinggraad en de convexiteit, berekend op basis van een grofmazig DTM, systematisch onderschat. Deze fout werd gedeeltelijk gecorrigeerd door de modelresultaten te vergelijken met referentie-modelresultaten op basis van hoge-resolutie-gegevens. De restfout, d.w.z. de resterende systematische fout plus de toevallige fout, kan niet gecorrigeerd worden door 1 factor, maar neemt af naarmate het aggregatieniveau d.w.z. het aantal pixels waarvan het gemiddelde wordt genomen, toeneemt. Dus hoe groter het perceel, hoe kleiner de fout op de gemiddelde erosie. De relatieve fout op de voorspelde erosiewaarde neemt af van 23 % voor een perceel van 1 ha tot 13 % voor een perceel van 5 ha.

De erosiekaart zou verbeterd kunnen worden door een hogere resolutie van het DTM, meer gedetailleerde bodeminformatie en het gebruik van verschillende C-waarden voor verschillende gewassen of rotaties. Op gemeentelijk niveau moet het mogelijk zijn om deze aspecten van naderbij te onderzoeken en de bestaande kaartinformatie aan te vullen of te nuanceren op basis van meer gedetailleerde gegevens. De thema's bodem, landgebruik en reliëf vormen dan ook het onderwerp van de omgevingsanalyse (punt 4.2).

## Voorstellingswijze

Vorm	Naam	Inhoud
	Afbakening plangebied	Grens van het gebied waarvoor een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan wordt opgesteld, afgebakend op een topografische kaart, in overlay met de actuele of potentiële bodemerosiekaart-Land. In geval van intergemeentelijke samenwerking wordt ook het complementair plangebied binnen de aangrenzende gemeente weergegeven.

Het opmaken van het gemeentelijk erosiebestrijdingsplan begint met een beschrijving van de uitgangssituatie. Dit impliceert de inventarisatie en analyse van alle elementen die bepalend en relevant zijn voor het gebied met betrekking tot bodemerosie en de eventueel daarmee gepaard gaande modderoverlast. Alhoewel men daarvoor in sommige gevallen nuttig gebruik zal kunnen maken van bestaande inventarisatie- en analysedocumenten, is het geenszins de bedoeling om de analyse van de randvoorwaarden te herleiden tot het samenvoegen van allerhande informatie over het gebied. De opgenomen gegevens dienen zoveel mogelijk specifiek gericht te zijn op erosie.

De studie omvat twee delen:

- ▲ de **historische analyse**, die een inventarisatie en beschrijving omvat van de belangrijkste problemen van bodemerosie en/of modderoverlast uit het recente verleden;
- ▲ de **omgevingsanalyse**, die enkel deze aspecten van de omgeving omvat die van belang zijn voor het ontstaan van bodemerosie en modderoverlast.



*Modderoverlast (Gingelom, 3 augustus 2001)*

De analyse van de randvoorwaarden vormt de basisinformatie voor het identificeren van de knelpunten, evenals voor het formuleren van een visie, en voor het voorstellen van concrete maatregelen.

Voor ieder te behandelen thema bij het uitvoeren van de analyse van de randvoorwaarden bevat de code van goede praktijk erosiebestrijdingsplan telkens de volgende toelichtingen:

### Omschrijving / beknopte inhoud

geeft een korte inhoudelijke toelichting over het desbetreffende thema.

## Aandachtspunten m.b.t. erosie

tracht weer te geven welke specifieke elementen van het thema invloed hebben op het aspect bodemerosie.

## Beschrijving van te inventariseren elementen

geeft aan welke kenmerken/elementen van het thema, op welke manier gebiedsgericht geïnventariseerd en beschreven moeten worden.

## Informatiebronnen






vermeldt waar de informatie kan ingewonnen worden bij het invullen van het thema; de lijst van informatiebronnen is niet limitatief; daar waar communicatie een essentieel onderdeel van de informatiewinning vormt, wordt een aantal mogelijke methoden van aanpak gesuggereerd, aangeduid met het symbool 😊; informatie die op eenvoudig, schriftelijk verzoek, door de afdeling Land aan de gemeente wordt bezorgd, wordt aangeduid met het symbool ✉ (zie Tabel 1a).

## Voorstellingswijze

- ▲ geeft een opsomming van de af te leveren documenten per thema, en geeft aan op welke manier de informatie dient weergegeven: teksten, kaarten, tabellen of modellering; dit wordt aangeduid met symbolen, verklaard in Tabel 1b; de documenten met de vermelding *‘facultatief’* zijn niet verplicht;
- ▲ onder het kaartsymbool wordt de schaal vermeld waarop de kaarten bij benadering dienen afgedrukt, het exacte schaalniveau wordt immers mede bepaald door de grootte van het plangebied en de technische beperkingen; indien geen schaal vermeld is, mag de schaal van de afgedrukte kaart vrij bepaald worden; daarnaast worden kaarten in GIS-formaat ook digitaal afgeleverd;
- ▲ om het verzamelen van informatie op perceelsniveau mogelijk te maken, worden de meeste thematische kaarten voorgesteld op de zgn. **topografische basiskaart**. Dit is de topografische kaart, schaal 1/10.000, waarop ook perceelsgrenzen zijn afgebeeld door overlay met de landbouwgebruikspercelenkaart (✉).

Tabel 1a. Gebruikte symbolen voor de informatiebronnen

Symbool	Inhoud
😊	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ Communicatie is essentieel</li><li>❑ Een opsomming van de communicatie-initiatieven en verwijzing naar de verkregen informatie is nodig in het plan</li></ul>
✉	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ Informatie die op eenvoudig verzoek door de afdeling Land aan de gemeente wordt bezorgd</li></ul>

Voorstellingswijze	Symbol
Teksten	
Kaarten (GIS)	
Kaarten (niet digitaal)	
Tabellen	
Modellering	

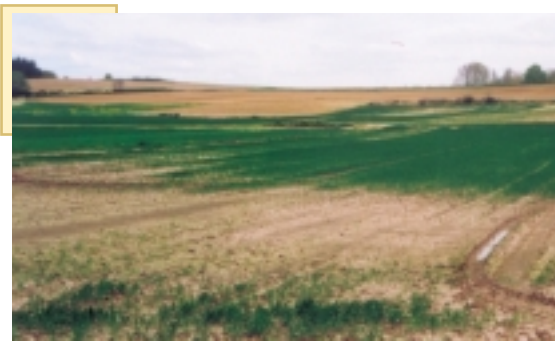
## 4.1 Historische analyse

### Omschrijving

Dit onderdeel omvat een inventarisatie en beschrijving van de belangrijkste problemen van bodemerrosie en modderoverlast die zich in het recente verleden hebben voorgedaan. Problemen van wateroverlast kunnen ook beschreven worden voor zover ze relevant zijn voor het optreden van bodemerrosie en modderoverlast. Deze analyse is voornamelijk gebaseerd op communicatie met bevoorrechte getuigen en betrokken inwoners van de gemeente, met als doel de door hen gekende en gerapporteerde problemen te inventariseren. Het resultaat vormt mede de basis voor de afbakening van actuele knelpunten in een latere fase van de opmaak van het gemeentelijk erosiebestrijdingsplan (zie punt 5).

### Aandachtspunten m.b.t. erosie

De meest gekende problemen zijn wellicht spectaculaire gevallen van modderoverlast met rechtstreekse gevolgen voor de inwoners, zoals modderstromen langs wegen en in woonkernen. In deze analyse is het belangrijk om niet alleen deze problemen aan het licht te brengen, maar tevens de hieraan gekoppelde zones van bodemerrosie te lokaliseren. Daarnaast is het de bedoeling om ook minder opvallende vormen van modderoverlast samen met hun brongebieden van bodemerrosie te inventariseren. Voorbeelden zijn de accumulatie van sediment onderaan hellende percelen (met teeltschade als gevolg), in poelen, vijvers, wachtbekkens, grachten en waterlopen, m.a.w. in het ganse watersysteem (met als gevolg de nood aan ruimen en baggeren).



*Teeltschade (Glabbeek, mei 2001)*



*Ruimen van wegen en riolering brengt aanzienlijke kosten mee voor getroffen gemeenten*

## Beschrijving van te inventariseren elementen

Hierna volgt een lijst van nuttige informatie die kan worden geleverd voor zover de gegevens hierover beschikbaar of te achterhalen zijn.

- ▲ Beschrijving van de belangrijkste problemen van bodemerosie en/of modderoverlast uit het recente verleden per probleemgebied, in de mate van het mogelijke geïllustreerd met concrete (door lokale overheden geregistreeerde) schadegevallen:
  - Aard van de schade: vb. modder op wegen, verstopping van riolen, schade aan woning en inboedel, teeltschade of productieverlies door erosie en sedimentatie op landbouwpercelen, ..., verschillende vormen van bodemerosie.
  - Datum waarop zich de schade (evt. herhaaldelijk) heeft voorgedaan; de hoeveelheid neerslag (P, mm of l) en/of de intensiteit (I, mm/h of l/h) van de betreffende neerslagbui.
  - Omvang van de schade, de kosten voor herstel of de waarde van het verloren of beschadigde goed, zowel bij schade aan individuele burgers (landbouwers of andere inwoners) als bij schade aan gemeenschapsgoederen, zoals wegen en riolen. Mogelijke parameters zijn de oppervlakte van de getroffen teelten, het opbrengstverlies van de getroffen teelten, ruimingskosten, ... .
  - Betaler van de schade: gewest, gemeente, landbouwer of andere burger.
- ▲ Situering van de probleemgebieden en eventueel concrete schadegevallen op de topografische basiskaart (perceelsniveau). Waar mogelijk worden ook de geobserveerde ravijnen<sup>4</sup>, geulen<sup>4</sup>, en eventueel intergeulerosie<sup>4</sup> gesitueerd.
- ▲ De frequentie waarmee in het recente verleden bestaande wachtbekkens en/of waterlopen, grachten, ..., geruimd dienden te worden, evenals de hieraan verbonden kosten.

## Informatiebronnen

- ▲ Bevoorrechte getuigen: brandweer, civiele bescherming, betrokken gemeentelijke diensten (technische dienst, milieudienst, ...), polders en wateringeng, provinciale diensten, landbouw- en milieuorganisaties. De omvang van de schade in concrete gevallen kan o.m. opgemaakt worden uit processen verbaal die beschikbaar zijn op de gemeente, uit schadedossiers van het rampenfonds, ... .
- ▲ Landbouwers en andere betrokken inwoners van de gemeente.

☺ Via een informatievergadering en workshops. Het doel van deze bijeenkomst(en) is:

- (1) via een informatief gedeelte, de betrokken of geïnteresseerde partijen in te lichten over de opmaak van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan; en
- (2) via een workshop, zoveel mogelijk informatie te verzamelen m.b.t. de in het recente verleden opgetreden problemen van modderoverlast en erosie.




De vergadering is vrij voor alle geïnteresseerden en kan worden aangekondigd in de lokale informatiekant op gericht op het grote publiek. De belangrijkste doelgroep wordt gevormd door de landbouwers werkzaam binnen de gemeente. Deze worden best persoonlijk uitgenodigd.

Een enquêteformulier en kaartmateriaal zijn mogelijke hulpmiddelen om de informatie op een efficiënte wijze te verzamelen. De enquête betreft o.m. de schade door modderoverlast en bodemerosie berokkend aan individuele inwoners of landbouwers, en wordt best vóór het begin van de bijeenkomst ingevuld. Een voorbeeld-formulier is toegevoegd als Bijlage 2. Individuele deelnemers kunnen het formulier bijvoorbeeld vinden in de lokale informatiekant. De betrokken landbouwers kunnen gelijktijdig met hun uitnodiging op de informatievergadering/workshop van een enquêteformulier voorzien worden. Tijdens de workshop worden de gerapporteerde probleemgebieden en concrete schadegevallen door de deelnemers aangeduid op de topografische basiskaart. Hiertoe kunnen zij in kleine groepen, vb. per getroffen woonwijk of landbouwzone, verdeeld worden.

- ▲ Persartikels (archief).
- ▲ Topografische basiskaart (✉).

<sup>4</sup> Cf. brochure 'Werk maken van erosiebestrijding' voor de definitie (p. 4-5).

## Voorstellingswijze

Vorm	Naam	Inhoud
	Historische analyse	Algemene beschrijving van gekende problemen van modderoverlast en/of bodemerrosie per probleemgebied
	Historische analyse	Gegevens m.b.t. concrete schadegevallen Frequentie en kosten voor baggeren van bestaande wachtbekkens en/of waterlopen, grachten, ...
 1/10.000	Historische analyse	Situering van de probleemgebieden (zowel zones van modderoverlast als zones van bodemerrosie) op de topografische basiskaart Situering van de concrete schadegevallen op de topografische basiskaart

## 4.2 Omgevingsanalyse

### 4.2.1 Administratieve en ruimtelijke gegevens van de gemeente

#### Omschrijving

In een eerste informatief gedeelte worden algemene gegevens weergegeven m.b.t. de bevolking, het ruimtegebruik, en de land- en tuinbouwactiviteit in de volledige gemeente, en indien relevant en beschikbaar, opgesplitst per deelgemeente.

#### Aandachtspunten m.b.t. erosie

Deze gegevens vormen nuttige achtergrondinformatie en/of randvoorwaarden ten opzichte waarvan de afbakening van het studiegebied, de aangetoonde problemen van bodemerrosie en modderoverlast en de voorgestelde maatregelen gesitueerd en geëvalueerd kunnen worden.

#### Beschrijving van te inventariseren elementen


- ▲ Aantal inwoners.
- ▲ Totale oppervlakte.
- ▲ Oppervlakte van de bestemmingszones volgens de geldende bestemmingsplannen (gewestplan, BPA, ruimtelijk uitvoeringsplan, ...): woongebied, woonuitbreidingsgebied, industriegebied, agrarisch gebied, bosgebied, groengebied, recreatiegebied, ... .
- ▲ Gewenste ruimtelijke structuur volgens het (ontwerp-) gemeentelijk ruimtelijk structuurplan, indien beschikbaar.
- ▲ Land- en tuinbouweconomische gegevens per (deel)gemeente: de totale oppervlakte cultuurgrond, de oppervlakte cultuurgrond per landgebruikscategorie, gespecificeerd in Bijlage 3, en het percentage van de oppervlakte cultuurgrond per landgebruikscategorie t.o.v. de totale oppervlakte cultuurgrond in de (deel)gemeente.
- ▲ De in de (deel)gemeente(n) meest voorkomende teeltrotaties.



## Informatiebronnen

Bevolkingsregister, gewestplan (OC GIS-Vlaanderen), gemeentelijke plannenregister, NIS-Land- en tuinbouwstatistieken op basis van 1 mei-tellingen, mestbankgegevens op gemeentelijk niveau, ...

## Voorstellingswijze

Vorm	Naam	Inhoud
	Bevolking en ruimtegebruik	Aantal inwoners, totale oppervlakte van de gemeente, oppervlakte van de bestemmingszones volgens de geldende bestemmingsplannen
	Land- en tuinbouw	Totale oppervlakte cultuurgrond, oppervlakte en oppervlaktepercentage cultuurgrond per landgebruikscategorie (Bijlage 3)
	Huidig ruimtegebruik	Bestemmingszones volgens de geldende bestemmingsplannen
	Gewenst ruimtegebruik structuurplan (indien beschikbaar)	Zonering volgens het (ontwerp-) gemeentelijk structuurplan
	Gewenst ruimtegebruik structuurplan (indien beschikbaar)	Toelichting i.v.m. het (ontwerp-) gemeentelijk structuurplan

### 4.2.2 Bodem

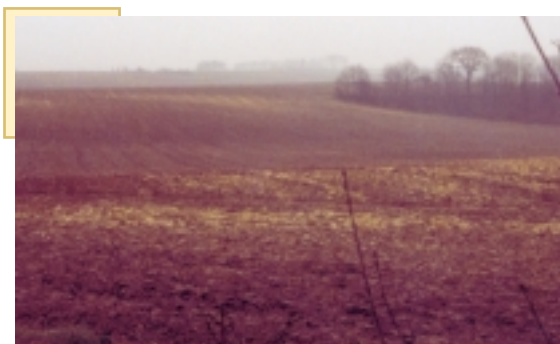
#### Omschrijving

De bodem bestaat uit het bovenste losse gedeelte van de aardkorst, gesitueerd in de contactzone tussen de lithosfeer (gesteente), atmosfeer (klimaat), hydrosfeer (water) en biosfeer (plant/dier). De Belgische bodemclassificatie is gebaseerd op de bodemtextuur, de (natuurlijke) drainagetoestand en de profielontwikkeling, weergegeven in de bodemserie. De meeste bodems in Vlaanderen zijn gevormd in een Kwartaire deklaag van uiteenlopende texturen (van zand tot zware klei), naast een minderheid van bodems die geheel of gedeeltelijk gevormd zijn in Tertiair materiaal. Deze laatste worden op de bodemkaart aangegeven met een 'substraat op matige tot zeer geringe diepte'.

De intrinsieke erosiegevoeligheid van een bodem wordt in hoofdzaak bepaald door de volgende kenmerken:

- ▲ **Textuur:** De korrelgrootteverdeling van het bodemmateriaal beïnvloedt hoe makkelijk individuele bodemdeeltjes worden losgemaakt en getransporteerd door afstromend water. Een hoog leemgehalte is verantwoordelijk voor een hoge bodemerosiegevoeligheid. Bij de opmaak van de bodemerosiekaart-Land werd de bodemerosiegevoeligheid beoordeeld op basis van de textuurhoofdletter van de bodemseries volgens de Belgische bodemclassificatie, d.w.z. op basis van de textuur van de bouwvoor (A horizont). De meest erosiegevoelige texturen zijn 'leem' en 'zandleem', aangegeven door de hoofdletters 'A' en 'L'.
- ▲ **Substraten en weerstandshorizonten (profielontwikkeling):** Na erosie van de bouwvoor kunnen de onderliggende lagen een effect uitoefenen, zowel op de weerstand tegen verdere erosie, als op de bodemvruchtbaarheid en de productiecapaciteit op langere termijn. Zo zal een textuur B horizont (d.w.z. een horizont aangerijkt met klei) in een zandleembodem een grotere weerstand bieden tegen erosie dan de toplaag, en ook een verhoogde vruchtbaarheid met zich meebrengen. Een zandsubstraat in een leembodem zal de weerstand tegen erosie eveneens doen toenemen, maar de vruchtbaarheid doen afnemen. Dergelijke effecten zullen des te sneller tot uiting komen naarmate de weerstandshorizonten of substraten dichter aan het bodemoppervlak worden aangetroffen. Voor de (zand)leemstreek kan men stellen dat de dikte van de Kwartaire deklaag (leem of zandleem) een indicatie vormt voor de bedreiging van de bodemvruchtbaarheid door bodemerosie: hoe dunner het (zand)leempakket, hoe acuter het probleem want hoe kleiner de 'potentiële levensduur' van de vruchtbare bodem.

Zones waar het Tertiair substraat (grint, zand of klei) binnen de profieldiepte (< 120 cm) komt, bevinden zich vaak stroomafwaarts van zones waar het volledige bodemprofiel gevormd is in Tertiair materiaal (texturen G, S, E en U). Het geheel van hoger gelegen bodems met stenige, zandige of kleiige textuur, eventueel omringd of begrensd door substraatbodems, te midden van het overwegend lemig bodemdek, noemt men een 'Tertiaire kop'. Dit is het resultaat van historische erosie waarbij de Kwartaire (zand)leemlaag in de loop van de eeuwen gedeeltelijk tot volledig is afgespoeld en de onderliggende Tertiaire lagen in min of meerdere mate aan de oppervlakte zijn komen te liggen. Dergelijke probleemzones herkent men ook in het veld door de aanwezigheid van opgeploegd zand en rolkeien aan het bodemoppervlak, wat resulteert in verschillen in bodemkleur en in gewasopbrengst. Waar het Kwartaire pakket dikker is dan 120 cm, levert de bodemkaart geen informatie m.b.t. de diepte van de onderliggende Tertiaire laag, zodat lokale verschillen in bedreiging door bodemerosie niet meer onderscheiden kunnen worden.



*Kleurverschillen als duidelijke indicatie van erosie (Otange, winter 2000-2001)*



*Opgeploegde keien, het resultaat van langdurige erosie*

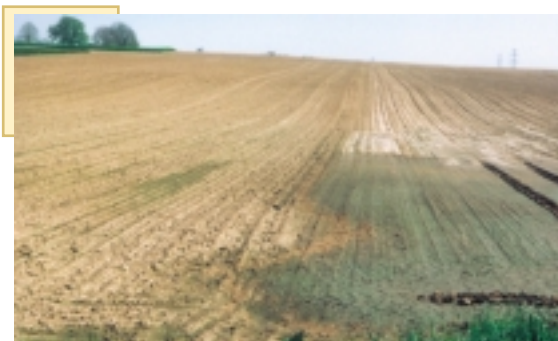
Deze bijkomende informatie, vervat in de Belgische bodemkaart, verdient dus meer aandacht indien men de lange-termijn-effecten van bodemerosie wil inschatten en de nood aan bodemerosiebestrijding wil evalueren. Daarom werd een informatielaag afgeleid met bodemkundige aandachtszones voor erosiebestrijding in Vlaanderen, kortweg **bodemkundige erosiegevoeligheidskaart-Land**<sup>5</sup> genoemd. Deze kaart wordt ter beschikking gesteld aan de gemeenten (☒). Voor meer informatie verwijzen we naar het kaderstuk op p. 20 en Bijlage 4.

<sup>5</sup> Librecht, I. en Van Orshoven, J., 2001. Afbakening en differentiatie van bodemkundige aandachtszones voor erosiebestrijding in Vlaanderen. Ground for Gis K.U.Leuven Research and Development, 28 p.

- ▲ **Varianten van het moedermateriaal:** Een bijmenging van een afwijkende textuur in het moedermateriaal (vb. zandig materiaal in een leembodem) is het product van de erosie, vermenging en afzetting van de oorspronkelijke toplaag (vb. Kwartair) en een diepere bodemlaag (vb. Tertiair). Dit wijst op een gevorderde staat van bodemerosie. Het materiaal van de bijmenging kan afkomstig zijn van naburige bodems met een afwijkende textuur of met een substraat in de ondergrond. Daarom is het verband met de omliggende bodemtypes belangrijk om de in het verleden opgetreden erosieprocessen te verklaren, en de ernst van de toestand in te schatten.
- ▲ **Kalkrijke leem binnen de profieldiepte** (bodemseries AbB2 en AbB3): De aanwezigheid van onverweerd moedermateriaal binnen profieldiepte wijst, net zoals de aanwezigheid van een substraat, op een relatief ver gevorderd stadium van bodemerosie. Bovendien geeft de hogere erodibiliteit van deze laag aanleiding tot een potentiële versnelling van het erosieproces op langere termijn. Daarom verdienen deze zones extra aandacht voor erosiebestrijding.
- ▲ **Erosiefasen:** In sommige delen van Vlaanderen werd bij de kartering van de bodems met profielontwikkeling 'a' en 'c' weergegeven of de bouwvoor of A horizont meer dan 40 cm dik was (d.w.z. een Bt horizont dieper dan 40 cm) d.m.v. 'fase 0', of minder dan 40 cm dik was (d.w.z. Bt horizont op minder dan 40 cm diepte) d.m.v. 'fase 1'. Fase 0 wijst dus op een relatief geringe staat van bodemerosie, terwijl fase 1 wijst op een verder gevorderd stadium van bodemerosie. Waar deze fasen zijn aangegeven dient dit mee opgenomen in de gebiedsdekkende analyse van de bodemkaart.
- ▲ **Structuur:** De manier waarop de bodemdeeltjes aan mekaar hangen is bepalend voor (i) de weerstand tegen verslemping door de inslag van regendruppels en (ii) de weerstand tegen het losmaken van bodemdeeltjes door afstromend water en (iii) de snelheid waarmee water kan infiltreren.

Kenmerken van een goede bodemstructuur zijn o.m. een stabiele kruimelstructuur gevormd door bodemaggregaten, en een grote porositeit. Belangrijke factoren hierbij zijn het organische stofgehalte, de bodem-pH, en het bodemleven (vb. regenwormactiviteit).

De opbouw van een goede bodemstructuur is het resultaat van een langdurig goed bodembeheer, en is dus een dynamisch gegeven dat niet kan geëvalueerd worden op basis van de bodemkaart. Een beoordeling van de bodemstructuur op perceelsniveau vergt de inventarisatie van de meest recente grondanalyseresultaten (organische stofgehalte, bodem-pH) van individuele landbouwbedrijven. Bodemstructuur kan bepalend zijn voor het al dan niet optreden van bodemerosie op percelen met een verhoogd erosierisico wat betreft bodemtextuur, landgebruik en reliëf, en is vaak mede verantwoordelijk voor op het terrein vastgestelde problemen van bodemerosie. Daarom dient de bodemstructuur onderzocht in actuele knelpuntgebieden, op basis van de meest recente perceelsgegevens m.b.t organische stofgehalte en pH. Bijkomende informatie op basis van praktijkervaringen van de landbouwer m.b.t. de bodemkwaliteit en eventuele problemen met bodemstructuur op het terrein is zeer nuttig. Een gebiedsdekkend onderzoek van de bodemstructuur is echter niet nodig voor de opmaak van het erosiebestrijdingsplan.



*Goede structuur, slechte structuur, het verschil voor erosie is duidelijk! (Riemst, augustus 1996)*

*Structuurbederf*

Digitaal beschikbaar bij AMINAL, afdeling Land (✉).

*Uitvoering: Ground for GIS, KULeuven Research and Development, in opdracht van AMINAL, afdeling Land.*

*Inhoud: afbakening en differentiatie van zones waarvan op basis van morfologische bodemkenmerken, opgenomen in de bodemkaartlegende, kan aangenomen worden dat ze meer of minder gevoelig zijn voor erosie van de diepere lagen en voor reductie van de fysische bodemvruchtbaarheid en productiecapaciteit bij een voortgezet erosieproces.*

*De informatielaag werd afgeleid van de digitale bodemkaart voor Vlaanderen. Om de bodemkundige aandachtszones af te bakenen en te differentiëren, werd gebruik gemaakt van 3 indicatoren, gebaseerd op 3 componenten van de bodemkaartlegende:*

- de textuur van de bodemtoplaag
- de aard en de diepte van het substraat
- de profielontwikkeling van de bodem.

*De eerste indicator beschrijft de actuele erodibiliteit van de bodem. Deze wordt vastgesteld op basis van de textuurklasse van de bodemtoplaag.*

*De tweede indicator beschrijft de weerstand tegen erosie van de bodemlagen onder de top laag. Deze wordt vastgesteld op basis van de aard en de diepte van het substraat en de profielontwikkelingsklasse. Deze weerstand wordt relatief uitgedrukt t.o.v. de erodibiliteit van de top laag. In bodems waar deze weerstand in de diepere lagen hoger is dan in de top laag zal de erodibiliteit verlagen en de snelheid van bodemverlies afnemen naarmate de erosie vordert. Bij lagere weerstand in de diepere lagen zal de erodibiliteit verhogen en de snelheid van bodemverlies toenemen.*

*De derde indicator is de potentiële af- of toename van de fysische bodemvruchtbaarheid ten gevolge van bodemverlies. Ook deze indicator wordt relatief beoordeeld t.o.v. de vruchtbaarheid van de top laag op basis van de aard en de diepte van het substraat en de profielontwikkelingsklasse. De vruchtbaarheid wordt onafhankelijk beoordeeld van een specifiek gewas.*

*De methodologie achter de beoordeling van deze drie indicatoren wordt volledig beschreven in Bijlage 4.*

*Deze drie beoordelingen worden gesynthetiseerd in een 3-cijfercode:*

- het eerste cijfer (het honderdtal) slaat op indicator 3
- het tweede cijfer (het tiental) slaat op indicator 1
- het derde cijfer (de eenheid) slaat op indicator 2.

*Deze gecombineerde indicator geeft op een schaal aan of de voortschrijdende erosie de fysische bodemvruchtbaarheid al dan niet negatief zal beïnvloeden, of de actuele bodemerosiegevoeligheid groot of minder groot is, en of de weerstand tegen erosie van de diepere lagen zal toenemen of afnemen.*

*De volgende tabel geeft de betekenis weer van de individuele scores.*

<b>Indicator 3</b> (Bodemvruchtbaarheid bij voortschrijdende erosie)	<b>Indicator 1</b> (Actuele erodibiliteit)	<b>Indicator 2</b> (Erodibiliteit bij voortschrijdende erosie)			
100	uiterst snelle toename	10	laag	1	uiterst snelle afname
200	zeer snelle toename	20	matig	2	zeer snelle afname
300	snelle toename	30	hoog	3	snelle afname
400	matig snelle toename			4	matig snelle afname
500	status quo			5	status quo
600	matig snelle afname			6	matig snelle toename
700	snelle afname			7	snelle toename
800	zeer snelle afname			8	zeer snelle toename
900	uiterst snelle afname			9	uiterst snelle toename

*Combinatie van alle scores leidt theoretische tot  $9 \times 3 \times 9 = 243$  te onderscheiden klassen, waarvan slechts 61 gevallen in de realiteit voorkomen. De voorkomende combinaties worden aangegeven in Tabel 4.9 in Bijlage 4 en geïllustreerd met enkele bodemseries.*

### Gebiedsdekkend:

- ▲ Cartografische weergave van de drie afzonderlijke indicatoren van de bodemkundige erosiegevoeligheidskaart voor het plangebied, in overlay met de topografische basiskaart als achtergrondsituering:
  - Indicator 1: 'Actuele erodibiliteit'.
  - Indicator 2: 'Erodibiliteit bij voortschrijdende erosie'.
  - Indicator 3: 'Bodemvruchtbaarheid bij voortschrijdende erosie'.
  
- ▲ Kwantitatieve analyse van de drie afzonderlijke indicatoren van de bodemkundige erosiegevoeligheidskaart voor het plangebied. Voor elke indicator wordt een tabel aangemaakt die volgende elementen bevat:
  - Indicator 1: de in het plangebied voorkomende klassen 'Actuele erodibiliteit' en hun oppervlaktepercentage\*, samen met de hiertoe behorende textuurklassen en hun oppervlaktepercentage\*, gerangschikt volgens afnemend kwantitatief belang.
  - Indicator 2: de in het plangebied voorkomende klassen 'Erodibiliteit bij voortschrijdende erosie' en hun oppervlaktepercentage\*, samen met de hiertoe behorende bodemseries en hun oppervlaktepercentage\*, gerangschikt volgens afnemend kwantitatief belang. Voor elke bodemserie dient de betekenis van de weerstandsklasse verklaard op basis van de invloed van het substraat en van de profielontwikkeling (respectievelijk indicator 2a\*\* en indicator 2b\*\*). De verschillende mogelijkheden zijn aangegeven in Tabel 4.5 in Bijlage 4.
  - Indicator 3: de in het plangebied voorkomende klassen 'Bodemvruchtbaarheid bij voortschrijdende erosie' en hun oppervlaktepercentage\*, samen met de hiertoe behorende bodemseries en hun oppervlaktepercentage\*, gerangschikt volgens afnemend kwantitatief belang. Voor elke bodemserie dient de betekenis van de vruchtbaarheidsklasse verklaard op basis van de invloed van het substraat en van de profielontwikkeling (respectievelijk indicator 3a\*\* en indicator 3b\*\*). De verschillende mogelijkheden zijn aangegeven in Tabel 4.8 in Bijlage 4.
  
- ▲ Bespreking van de ruimtelijke spreiding, het kwantitatief belang en de implicaties voor erosiebestrijding van de drie bodemkundige erosiegevoeligheidsindicatoren voor het plangebied op basis van de aangemaakte kaarten en tabellen.
  
- ▲ Weergave van de originele bodemkaart voor het plangebied, in overlay met de topografische basiskaart als achtergrondsituering.
  
- ▲ Kwantitatieve analyse van de originele bodemkaart voor het plangebied op basis van een tabel met de in het plangebied voorkomende bodemseries en hun oppervlaktepercentage\*, gerangschikt volgens afnemend kwantitatief belang. Hieruit dienen de volgende deeltabellen afgeleid:
  - Erosiefasen: bevat een selectie van alle bodemseries met erosiefasen 0 en 1, samen met het oppervlaktepercentage\* van elke bodemserie en het totale oppervlaktepercentage\* voor beide groepen van bodemseries.
  - Varianten van het moedermateriaal: bevat een selectie van alle bodemseries met een welbepaalde variante van het moedermateriaal, samen met het oppervlaktepercentage\* van elke bodemserie en het totale oppervlaktepercentage\* van elke groep bodemseries met een welbepaalde variante van het moedermateriaal.
  - Substraten: bevat een selectie van alle bodemseries met een substraat op welbepaalde diepte, samen met het oppervlaktepercentage\* van elke bodemserie en het totale oppervlaktepercentage\* van elke groep bodemseries met een substraat op welbepaalde diepte.
  - Kalkrijke leem: bevat een selectie van de bodemseries met kalkrijke leem op < 40 cm (bodemserie AbB3) en met kalkrijke leem op 40-120 cm (bodemserie AbB2).

- ▲ Cartografische weergave van de groepen geselecteerde bodemseries op basis van de kwantitatieve analyse voor het plangebied, in overlay met de topografische basiskaart als achtergrond-situering.
- ▲ Veldwaarneming van bodemeigenschappen die duidelijk op erosie wijzen zoals het opploegen van stenen, kleurvariaties, ... : cartografische weergave en bespreking (*facultatief*).
- ▲ Bespreking van de ruimtelijke spreiding, het kwantitatief belang en de implicaties voor erosiebestrijding van de voorkomende bodemtypes op basis van de aangemaakte kaarten, tabellen en waarnemingen.

\* d.w.z. de oppervlakte van elke indicatorklasse, textuurklasse of bodemserie t.o.v. de totale oppervlakte van het plangebied.

\*\* de scores voor deze indicatoren zijn weergegeven in het attributenbestand van het GIS.



*Veldwaarnemingen kunnen kaartinformatie aanvullen*

### Bijkomend voor 'actuele en potentiële knelpunten':

Informatie met betrekking tot de bodemstructuur op basis van de meest recente grondanalyseresultaten op perceelsniveau van individuele landbouwbedrijven. Relevante parameters zijn het organische stofgehalte en de pH (evt. met vermelding van een evolutie in de tijd). In de mate van het mogelijke ook informatie op basis van praktijkervaringen van de landbouwer m.b.t. de bodemkwaliteit (stenen, verslemping, korstvorming, opkomst, ...) en eventuele problemen met bodemstructuur op het terrein.

### Informatiebronnen

- ▲ Digitale bodemkaart 1/20.000 (OC GIS-Vlaanderen).
- ▲ Bodemkundige erosiegevoeligheidskaart-Land (✉).
- ▲ Topografische basiskaart (✉).
- ▲ Veldwaarnemingen.
- ▲ Landbouwers in knelpuntgebieden.
- ☺ Het verzamelen van perceelsgegevens m.b.t. organische stofgehalte en pH in knelpuntgebieden vergt persoonlijke contacten met en de medewerking van de betrokken landbouwers. De landbouwer stelt de meest recente grondanalyseresultaten van de percelen binnen het knelpuntgebied ter beschikking. Via gesprekken en terreinbezoek kunnen praktijkervaringen m.b.t. de bodemkwaliteit en eventuele problemen met bodemstructuur gecommuniceerd worden.



*Riemst, 1996*
















*Landbouwers kennen hun percelen*



*Gingelom, mei 2001*



*Gingelom, mei 2001*

Vorm	Naam	Inhoud
	Bodemkundige erosiegevoeligheidskaart: Actuele erodibiliteit	Indicator 1 in overlay met topografische basiskaart
	Bodemkundige erosiegevoeligheidskaart: Erodibiliteit bij voortschrijdende erosie	Indicator 2 in overlay met topografische basiskaart
	Bodemkundige erosiegevoeligheidskaart: Bodemvruchtbaarheid bij voortschrijdende erosie	Indicator 3 in overlay met topografische basiskaart
	Kwantitatieve analyse van de actuele erodibiliteit	zie 'te inventariseren elementen'
	Kwantitatieve analyse van de erodibiliteit bij voortschrijdende erosie	zie 'te inventariseren elementen'
	Kwantitatieve analyse van de bodem-vruchtbaarheid bij voortschrijdende erosie	zie 'te inventariseren elementen'
	Bespreking indicatoren	Bespreking van de ruimtelijke spreiding, het kwantitatief belang en de implicaties voor erosiebestrijding van de drie bodemkundige erosiegevoelighedsindicatoren voor het plangebied
 1/10.000	Bodemkaart	Volledige bodemseries (attribuut 'bodemplus') in overlay met topografische basiskaart
	Erosiefasen	Selectie van de erosiefasen 0 en 1* (attribuut 'fase') in overlay met topografische basiskaart
	Varianten van het moedermateriaal	Selectie van bodemseries met welbepaalde variante van het moedermateriaal (attribuut 'variante') in overlay met topografische basiskaart
	Substraten	Selectie van de substraten (attribuut 'substraat') in overlay met topografische basiskaart
	Kalkrijke leem	Selectie van bodemseries AbB3 en AbB2 in overlay met topografische basiskaart
	Kwantitatieve analyse van de erosiefasen	zie 'te inventariseren elementen'
	Kwantitatieve analyse van de varianten van het moedermateriaal	zie 'te inventariseren elementen'
	Kwantitatieve analyse van de substraten	zie 'te inventariseren elementen'
	Kwantitatieve analyse van de kalkrijke leem	zie 'te inventariseren elementen'
 	Veldwaarnemingen	Bijkomende informatie verkregen uit veldwaarnemingen ( <i>facultatief</i> )
	Bespreking bodemtypes	Bespreking van de ruimtelijke spreiding en het kwantitatief belang van de voorkomende bodemtypes
  	Bodemstructuur en -kwaliteit	Informatie m.b.t. bodemstructuur en bodemkwaliteit ( <i>voor actuele en potentiële knelpunten</i> )

\* opgelet: niet alle fasen 0 en 1 zijn erosiefasen!



## Omschrijving

Het landgebruik is het actuele gebruik van een perceel grond. Niettegenstaande de bestemmingen zijn vastgelegd in een bestemmingsplan, komt het huidige bodemgebruik hier niet steeds mee overeen. Elk bestemmingstype omvat bovendien een waaier aan specifieke gebruiken, zoals bijvoorbeeld akkerbouw, tuinbouw, fruitteelt, en boomkwekerij binnen het agrarisch gebied. De aard van het bodemgebruik, onafhankelijk van de bestemming, heeft een belangrijke impact op bodemerosie, o.m. via de impact op de productie van afstromend water. In deze context vormen infrastructuur- of landschapselementen die het afstromend water afremmen of bufferen een belangrijk onderdeel van het landgebruik.

## Aandachtspunten m.b.t. erosie

- ▲ **Vegetatie** beschermt de bodem tegen de erosieve werking van regendruppels en afstromend water. Dit kan worden toegeschreven aan:
  - (1) de tijdelijke opvang van regenwater door het bladerdek en een geleidelijke afstroming van het water via stengel of takken en stam naar de grond. Hierdoor wordt de kracht van de inslaande regendruppels gebroken en treedt minder verslemping (d.w.z. 'dichtslaan' van de bodem) op zodat het water meer kans krijgt om te infiltreren;
  - (2) een sterkere samenhang van de bodem als gevolg van de doorworteling;
  - (3) een verbetering van de bodemstructuur door de productie van organische stof en het bevorderen van biologisch bodemleven. Dit leidt tot een verhoogde weerstand tegen verslemping en tegen het losmaken van bodemmateriaal door afstromend water. Minder verslemping en een grotere porositeit bevorderen de infiltratie en verminderen dus de hoeveelheid afstromend water;
  - (4) een hogere oppervlakteruwheid, waardoor de snelheid van het afstromend water en dus de erosieve kracht daalt.

Deze effecten worden beïnvloed door het vegetatietype, en meer bepaald door de bedekkingsgraad van de bodem, zowel in tijd als in ruimte. Een permanente en volledige bedekking zoals door bos of weiland zijn het meest efficiënt voor erosiebestrijding, terwijl de bedekking door landbouwgewassen varieert in de loop van het groeiseizoen. Gemiddeld kan men stellen dat, bij een gelijkmatige spreiding van de vegetatie (dus niet bij rijgewassen), een grondbedekking van 30 % de erosie met 80 % reduceert.

De ontwikkeling van het bladerdek of de evolutie van de gewasbedekking in de tijd is van cruciaal belang om het beschermend effect van individuele gewassen en gewasrotaties in te schatten. Daarnaast speelt de zaai- of plantdatum een belangrijke rol, omdat de erosiviteit van de neerslag varieert in de tijd. Zo is de intensiteit en dus de erosieve kracht van een zomeronweer veel groter dan die van een zachte regenbui in de winter. Andere belangrijke factoren zijn de bedekking van het bodemoppervlak door gewasresidu's, gesteentefragmenten, ..., en de ruwheid van de bodem. Beide zijn functie van de aangewende teelt- en bodembewerkingstechnieken.

Rekening houdend met de interactie tussen gewasbedekking, bedekking van het bodemoppervlak door gewasresidu's, bodemruwheid en regenerosiviteit in de loop van het groeiseizoen, kan men de gemiddelde erosiegevoeligheid van een gewas of een gewasrotatie kwantificeren door de gewasfactor of C-factor in de universele bodemverliesvergelijking (R.U.S.L.E) te berekenen. In Bijlage 5 worden de C-factoren voor de belangrijkste gewassen en gewasrotaties in Vlaanderen, berekend voor Vlaamse weersomstandigheden, weergegeven (Tabel 5.1) en besproken (Verstraeten et al., 2001)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Verstraeten, G., Van Oost, K., Van Rompaey, A., Poesen, J. en Govers, G., 2001. Integraal land- en waterbeheer in landelijke gebieden met het oog op het beperken van erosie en modderoverlast (proefproject gemeente Gingelom). Eindrapport. Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven, 64 p.

Bij het opstellen van de bodemerosiekaart-Land werd gebruik gemaakt van eenzelfde C-waarde voor alle akker- en tuinbouwpercelen (incl. fruitteelt) in gans Vlaanderen. Hierdoor wordt geen rekening gehouden met de erosiegevoeligheid van de verschillende gewassen of rotaties die in werkelijkheid voorkomen. Bovendien bevat de aangewende landbouwgebruikspcelenkaart enkel gegevens m.b.t. de in 1998 aangifteplichtige percelen en dus is dit bestand niet volledig gebiedsdekkend. Eventuele veranderingen in landgebruik sinds 1998, zoals het scheuren van weiland of braak leggen van landbouwpercelen, werden ook niet in rekening gebracht bij het opstellen van de bodemerosiekaart-Land. De bestaande bodemerosiekaart-Land kan verfijnd of verbeterd worden door de aangewende C-factor van 0,37 voor ieder perceel te vervangen door een aan het actuele bodemgebruik aangepaste C-waarde. Het volstaat dan om de geschatte erosiewaarde per perceel te delen door 0,37, en te vermenigvuldigen met de actuele C-waarde. De nauwkeurigheid van het resultaat hangt af van het detailniveau waarmee het landgebruik wordt geïnventariseerd, en van de beschikbaarheid van C-waarden voor de geïnventariseerde gewassen of rotaties.

Voor de opmaak van het erosiebestrijdingsplan zijn twee detailniveaus vereist.

- Voor het *volledige plangebied* dient het huidige landgebruik geïnventariseerd op perceelsniveau, maar volstaat het gebruik van veralgemeende bodemgebruiksklassen (vb. weiland, akker- en tuinbouw, en fruitteelt) zoals aangegeven in de *'te inventariseren elementen'*. Op die manier wordt de landbouwgebruikspcelenkaart van 1998 geactualiseerd en aangevuld voor de niet-aangifteplichtige percelen. Deze vereenvoudigde maar gebiedsdekkende informatie dient verder om de 'actuele' bodemerosiekaart-Land te verbeteren volgens de hoger aangegeven werkwijze, gebruik makend van de gemiddelde C-waarde voor akkerbouw, tuinbouw en fruitteelt ( $C = 0,37$ ) en voor weiland ( $C = 0$ ). Op basis van deze 'geactualiseerde bodemerosiekaart-Land' kunnen dan de 'actuele knelpunten' worden geïdentificeerd (zie punt 5).
- Voor de in punt 5 geïdentificeerde *'actuele knelpunten'* is een meer gedetailleerde inventarisatie van de teelten of rotaties nodig om het effect van het huidige landgebruik precies te kunnen inschatten. Voor het verzamelen van deze bedrijfsinformatie zal dus de nodige communicatie met de individuele landbouwer moeten gevoerd worden, eventueel via terreinbezoek.

Het effect van verschillende vegetatietypes en landbouwgewassen op de productie van oppervlakkige afvoer wordt gekwantificeerd in de zgn. 'afvoercoëfficiënten'. Een afvoercoëfficiënt geeft de fractie van de effectieve neerslag die via het oppervlak afstroomt, en wordt gebruikt voor de berekening van piekdebieten. Deze zijn van belang voor de dimensionering van bufferzones gevormd door een dam, of van kleine wachtbekkentjes. De beschikbare waarden en de berekeningsformules zijn weergegeven in Bijlage 6 (Tabellen 6.1 - 6.4).

Daarnaast wordt het afvoerpotentieel van verschillende landgebruikstypes en gewassen, teelttechnieken, bodemtypes en hydrologische toestanden uitgedrukt in de zogenaamde 'Curve Numbers' of CN-waarden. Dit zijn empirische scores die ook gebruikt worden voor de berekening van (piek)debieten. De beschikbare waarden en de berekeningsformules zijn weergegeven in Bijlage 6 (Tabellen 6.3 en 6.5).

- ▲ De bedekking van de bodem door **verhardingen** voor allerlei bestemmingen of gebruiken wijzigt de doorlaatbaarheid van de bodem en heeft een grote invloed op de productie van afstromend water doordat water minder de gelegenheid krijgt om te infiltreren en versneld wordt afgevoerd. Voorbeelden zijn verhardingen in woonzones, industriezones, parken, begraafplaatsen, speelvelden, en wegen. De afvoercoëfficiënten voor verschillende oppervlaktetypes zijn weergegeven in Bijlage 6 (Tabel 6.6).
- ▲ Water afkomstig van afvoerproducerende zones kan bijdragen tot erosie op naburige akkers, indien het niet gebufferd wordt door **civieltechnische infrastructuurelementen** (riolen, grachten of andere opvangsystemen zoals kleine wachtbekkens) of door **lineaire landschapselementen** (verhoogde bermen, houtkanten...). Van groot belang zijn ook de stroken openbaar

domein langs wegen, waarop geen privégebruik is toegestaan, zodat spontane opslag van vegetatie mogelijk is. Zo dient bijvoorbeeld een strook van 1 m vrijgehouden langs ruilverkavelingswegen. Dergelijke (bestaande) maatregelen kunnen in belangrijke mate bijdragen tot het reduceren van sedimenttransport vanuit het veld naar de weg. Meestal worden verharde oppervlakken gebufferd door civieltechnische infrastrukturelementen, en hebben daarom een beperkte invloed op erosie op akkers. In landbouwgebied is de aanwezigheid van bufferelementen echter niet vanzelfsprekend. Zo wordt het verplicht vrijhouden van openbaar domein niet steeds gerespecteerd. In de praktijk wordt vaak geploegd tot op de weg, met alle gevolgen vandien bij eventuele erosie. Daarom is het ook belangrijk om op kritieke plaatsen deze bufferende elementen te inventariseren. Op die manier wordt reeds een basis gelegd voor het verder te onderzoeken afstromingspatroon (zie 4.2.4 Reliëf/Hydrografie/Topografie).



*Lineaire landschapselementen beïnvloeden het erosieproces*

## Beschrijving van te inventariseren elementen

### Gebiedsdekkend:

- ▲ Het huidig landgebruik op perceelsniveau voor het plangebied, in overlay met de topografische basiskaart als achtergrondsituering. Onafhankelijk van de geldende bestemmingsplannen, dienen minstens de volgende categorieën onderscheiden:
  - Verharde oppervlakten (bebouwing, parken en begraafplaatsen, sport- en speelvelden, braakliggend terrein of ‘restgrond’...).
  - Volledig wegennetwerk: spoorwegen; autowegen, landbouw- of ruilverkavelingswegen, fiets- en wandelpaden, enz... .
  - Weiland.
  - Akker- of tuinbouw.
  - Fruitteelt.
  - Boomkwekerij.
  - Hoogstamboomgaard.

- Bos.
  - Natuur.
- ▲ De verbeterde versie van de actuele bodemerosiekaart-Land, op basis van de gebiedsdekkende inventarisatie van het huidige landgebruik.
  - ▲ De verbeterde versie van de potentiële bodemerosiekaart-Land, op basis van de gebiedsdekkende inventarisatie van het huidige landgebruik, veronderstellend dat huidig weiland gebruikt wordt als akkerland (d.w.z. alle percelen onder akker).

### Bijkomend voor 'actuele en potentiële knelpunten':





- ▲ Akker- of tuinbouw: teelten of teeltrotaties per perceel.
- ▲ Bufferende elementen:
  - Civieltechnische infrastrukturelementen (rioolingen, grachten, wachtbekkens, ...).
  - Lineaire landschapselementen (verhoogde bermen, stroken 'openbaar domein' langs wegen, houtkanten, hagen, ...).

### Informatiebronnen

- ▲ Bodemerosiekaart-Land: bevat het bodemgebruik op perceelsniveau in 1998 (✉).
- ▲ GNOP (gemeentelijk natuurontwikkelingsplan), indien beschikbaar.
- ▲ GWAP (gemeentelijk wateractieplan), indien beschikbaar.
- ▲ TRP (gemeentelijk rioleringsplan), indien beschikbaar.
- ▲ Zwart-wit Orthofoto's 1997-2000 (OC GIS-Vlaanderen).
- ▲ Terreinverificatie.
- ▲ Biologische waarderingskaart 1997 (OC GIS-Vlaanderen).
- ▲ Biologische waarderingskaart 2001 (Instituut voor Natuurbehoud).
- ▲ Inventarisatie grachtenstelsel voor de stroomgebieden van de Velpe, de Zwalm, de Molenbeek-Kottembeek (Wetteren), de Molenbeek (Erpe-Mere) en de Grote Laak (afdeling Water).
- ▲ Topografische basiskaart (✉).
- ▲ Landbouwers in knelpuntgebieden.
  - ☺ Voor het verzamelen van gedetailleerde gegevens m.b.t. het actuele landgebruik (teelten of teeltrotaties) op de percelen in knelpuntgebieden is het eventueel noodzakelijk de betrokken landbouwers persoonlijk te contacteren.



*Boomkwekerijen en jonge fruitplantages kunnen voor aanzienlijke modderoverlast zorgen (Gingelom, 3 augustus 2001)*

Vorm	Naam	Inhoud
 1/10.000	Landgebruikskaart	Bodemgebruik op perceelsniveau, aangeduid op de topografische basiskaart ( <i>gebiedsdekkend</i> )
 1/10.000	Verbeterde versie van de actuele bodemerosiekaart-Land	Actuele erosiesnelheid per landbouwperceel in overlay met de topografische basiskaart, op basis van het huidige landgebruik ( <i>gebiedsdekkend</i> )
 1/10.000	Verbeterde versie van de potentiële bodemerosiekaart-Land	Potentiële erosiesnelheid per landbouwperceel in overlay met de topografische basiskaart, op basis van het huidige landgebruik maar veronderstellend dat huidig weiland gebruikt wordt als akkerland ( <i>gebiedsdekkend</i> )
 1/10.000	Gedetailleerde landgebruikskaart	Bodemgebruik op perceelsniveau, incl. teeltrotaties en bufferende elementen, aangeduid op de topografische basiskaart ( <i>voor actuele en potentiële knelpunten</i> )

### 4.2.4 Reliëf / Hydrografie / Topografie

#### Omschrijving

Het reliëf wordt bepaald door de hoogteverschillen in het landschap.

De hydrografie is een beschrijving van het oppervlaktewaterennetwerk. Het omvat zowel lineair verbonden oppervlaktewateren (sloten, grachten, kreken, rivieren, kanalen...) als vlakvormige en/of geïsoleerde elementen (poelen, wachtbekkens...).

De topografie omvat een schematische plaatsbeschrijving van natuurlijke en kunstmatige kenmerken van het landschap, zoals weergegeven op de NGI-topografische kaart.

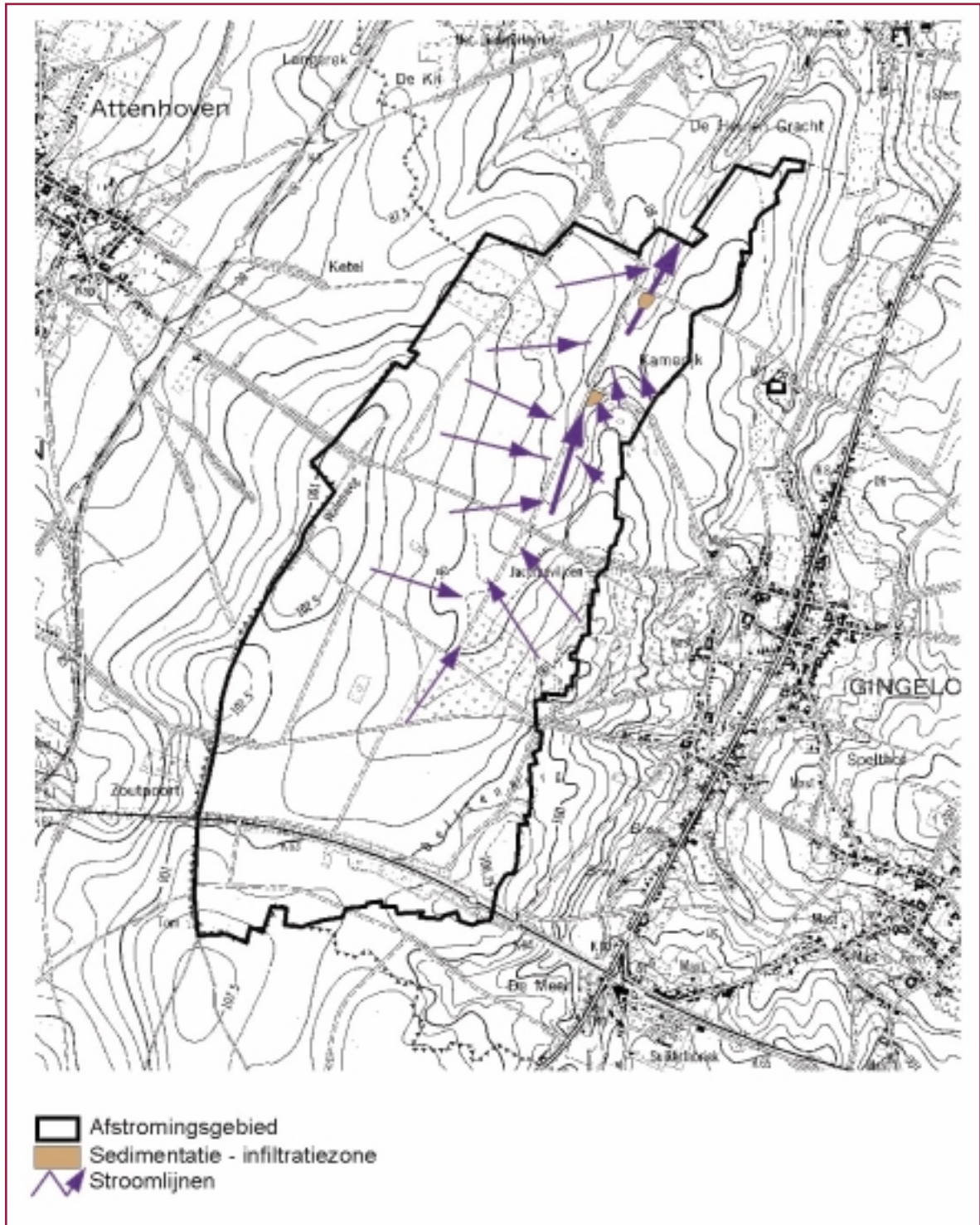
#### Aandachtspunten m.b.t. erosie

Het reliëf, de hydrografie en de topografie bepalen de **richting** van het afstromend water (het afstromingspatroon) en beïnvloeden tevens de **hoeveelheid** en de **kracht** van het afstromend water.

Het bodemerosierisico neemt toe met de steilte en de lengte van de hellingen. Hoe steiler de helling, hoe sneller het regenwater afstroomt, hoe kleiner de kans om te infiltreren dus hoe meer afstromend water geproduceerd wordt en hoe groter de erosieve kracht. Hoe langer de helling waarop het water 'ongehinderd' kan afstromen, hoe meer water zich accumuleert in stroomafwaartse richting en hoe groter de kans op erosie. Waar water zich concentreert in droge valleitjes (natuurlijke drainagelijnen of 'thalwegen') is er een verhoogd risico op ravijnvorming. Daarentegen is het bodemerosierisico door water kleiner op convexe delen van de helling omdat het water daar in verschillende richtingen afstroomt.

De hydrografie geeft aan waar in het landschap afstromend water wordt opgevangen in en eventueel afgevoerd door het oppervlaktewater. Dit heeft een beperkende invloed op de concentratie van afstromend water in het landschap en dus op bodemerosie.

Naast het reliëf en de hydrografie beschrijft de topografie ook de door de mens aangebrachte structuur in het landschap. De inrichting van de open ruimte heeft een belangrijk effect op de productie, de infiltratie en het afstromingspatroon van de oppervlakkige afvoer, namelijk door de manier waarop de verschillende percelen, wegen en bufferelementen ruimtelijk gestructureerd zijn. Zo is het bijvoorbeeld belangrijk te weten hoe het wegennetwerk is ingebed in het landschap en hoe bufferende elementen zijn ingeplant t.o.v. afvoerproducerende oppervlaktes. Ook de grootte en de vorm van de percelen evenals de oriëntatie t.o.v. de helling is van belang, omdat dit de lengte bepaalt waarover de oppervlakkige afvoer 'ongehinderd' de helling af kan stromen.



*Afstromingsgebied "Velm" (Gingelom): aanduiding van stroomlijnen en infiltratiezones*

## Beschrijving van te inventariseren elementen

Voor een analyse van het reliëf, de hydrografie en de topografie wordt uitgegaan van de topografische basiskaart op schaal 1/10.000 die bij alle overige thema's als oriëntatielaag is opgenomen, aangezien deze kaart alle nodige informatie bevat, en op die manier deze analyse snel kan gekoppeld worden aan de andere onderzochte factoren.

Gezien de complexiteit en het hoog detailniveau van de analyse is deze niet vereist voor het volledige plangebied, maar wel voor de 'actuele en potentiële knelpunten'. Hierbij dienen de volgende elementen aangeduid op de topografische basiskaart:

- ▲ De voornaamste stroomlijnen, aan de hand van pijlen die de richting van het afstromend water aangeven, rekening houdend met het lokale reliëf, en de hydrografische en topografische omstandigheden, zoals aangegeven op de kaart. In de praktijk kunnen de op kaart afgeleide stroomlijnen echter afwijken van de reële stroomlijnen. Daarom is het aangewezen de stroomlijnen te verifiëren en te corrigeren door veldwaarnemingen. Indien zich tijdens de opmaak van het plan een zwaar neerslagevenement voordoet, kunnen de gevolgen in het veld duidelijk waargenomen worden en dienen dan ook zo snel mogelijk opgetekend te worden. Het maken van luchtfoto's kan hierbij een hulp zijn. Landbouwers en andere inwoners betrokken bij erosie en modderoverlast kunnen eveneens waardevolle informatie leveren.
  
- ☺ Tijdens de workshop van de eerste informatievergadering wordt reeds door de betrokken inwoners en landbouwers aangeduid op de topografische basiskaart waar zich de gevallen van bodemerosie en modderoverlast in het verleden hebben voorgedaan. Hieraan gekoppeld kan men ook de richting van de water- of modderstromen aanduiden. Eventueel kan een bijkomend terreinbezoek georganiseerd worden waarbij de betrokkenen hun ervaringen in werkelijkheid kunnen tonen. Een andere mogelijkheid is om in een latere fase per knelpunt, een workshop te organiseren voor de landbouwers, waarbij de stroomlijnen gecheckt worden en vb. de voorgestelde maatregelen een eerste keer besproken worden.
  
- ▲ Zones van potentiële infiltratie door een (plotse) afvlakking van het reliëf, vb. aan de voet van een helling, of waar afstromend water in het oppervlaktewater terechtkomt.



*Het toetsen van de theorie  
aan de veldrealiteit  
is onontbeerlijk*



*Gingelom, 3 augustus 2001*



*Sint-Truiden, 6 augustus 2001*

*Na zware neerslag zijn de stroomlijnen  
duidelijk waarneembaar in het veld*






*Stroomlijnen vanuit de lucht (Sint-Truiden, 7 augustus 2001)*

*Infiltratiezone (Glabbeek, april 2001)*



- ▲ Topografische basiskaart (☒).
- ▲ Vlaamse Hydrografische Atlas 1/10.000 (OC GIS-Vlaanderen).
- ▲ Inwoners en landbouwers.
  - ☺ Via workshop (op kaart) of op terrein.

## Voorstellingswijze

Vorm	Naam	Inhoud
 1/10.000	Afstromingspatroon	Stroomlijnen, zones van potentiële infiltratie en zones waar afstromend water in het oppervlaktewater terecht komt (voor actuele en potentiële knelpunten)

### 4.2.5 Digitale modellering

Omwille van de beperkingen van de bodemerosiekaart-Land (zie hoger), kan bijkomende modellering van bodemerosie en eventueel sedimentatie een meerwaarde opleveren voor de opmaak van het gemeentelijk erosiebestrijdingsplan. Mogelijke verbeteringen zijn:

- ▲ het gebruik van een nauwkeuriger digitaal terreinmodel (DTM) (hogere resolutie dan het DTM, niveau 2 van het NGI);
- ▲ het gebruik van een model dat het afstromingspatroon meer waarheidsgetrouw weergeeft, d.w.z. niet enkel op basis van het reliëf, maar ook rekening houdend met elementen van de topografie zoals grachten, taluds, wegbermen, ...;
- ▲ het modelleren van zowel erosie als sedimentatie; op die manier kunnen ook zones die bedreigd worden door modderoverlast beter in kaart worden gebracht;
- ▲ het gebruik van meer gedetailleerde en recente landgebruiksgegevens (zoals reeds vereist in de knelpuntgebieden);
- ▲ modellering op stormbasis i.pl.v. op jaarbasis: aangezien de grootste problemen van bodemerosie en modderoverlast zich voordoen bij (uitzonderlijk) hevige onweders, is dit een betere basis om de knelpunten op een realistische manier in kaart te brengen dan op basis van berekeningen met gemiddelde klimaatsgegevens. Ook het tijdstip in het jaar waarop de storm zich voordoet is van belang, omwille van de evolutie van de C-factor in de tijd (zie ook Bijlage 5). Indien de wisselwerking tussen de intensiteit en het tijdstip van de storm en de overeenkomstige gewasstadia kan gemodelleerd worden, kan men resultaten verwachten die sterk verschillen van de gemiddelde erosiewaarden, maar in feite de reële knelpunten beter benaderen.

Afhankelijk van het gebruikte model en het schaalniveau kunnen erg verschillende resultaten van uiteenlopende nauwkeurigheid bekomen worden. Modelresultaten moeten dus met grote omzichtigheid geïnterpreteerd worden. Daarom is het toepassen van een digitaal erosiemodel niet verplicht voor het opstellen van een gemeentelijk erosiebestrijdingsplan. Bovendien is een bijkomende voorwaarde dat het modelresultaat wordt voorzien van een grondige en objectieve toelichting met betrekking tot de theoretische basis, de mogelijkheden en de beperkingen van het model.

De resultaten van de bijkomende modellering kunnen gebruikt worden voor het afbakenen van de knelpuntgebieden, en afhankelijk van het detailniveau van de bekomen resultaten, ook voor het voorstellen en ontwerpen van mogelijke maatregelen.

## Omschrijving

Welke infrastructurele en/of teelttechnische maatregelen (incl. situering) werden, naar aanleiding van erosieproblemen en modderoverlast uit het recente verleden (zie 4.1 Historische analyse), uitgevoerd (of gepland) om toekomstige problemen te vermijden? Wat was de kostprijs? Door wie werden deze maatregelen uitgevoerd en gefinancierd? Zijn de maatregelen effectief?



*Bufferbekken uitgevoerd in het kader van de ruilkaveling (Hoegaarden)*



## Beschrijving van te inventariseren elementen

- ▲ Technische beschrijving van de maatregelen.
- ▲ Kostprijs van de maatregelen.
- ▲ Uitvoering en Financiering (wie?) van de maatregelen.
- ▲ Datum van het in werking treden van de maatregelen.
- ▲ Effectiviteit van de maatregelen.
- ▲ Locatie van de maatregelen.

## Informatiebronnen

- ▲ Relevante gemeentelijke diensten (technische dienst, milieudienst).
- ▲ Landbouwers.
- ☺ De informatie wordt het best verzameld via een schriftelijke enquête bij alle landbouwers binnen de gemeente, bijvoorbeeld parallel met de rapportering van de schadegevallen (Bijlage 2), ter voorbereiding op de workshop tijdens de eerste informatievergadering. Ook de locatie van de maatregelen dient aangeduid op de topografische basiskaart tijdens deze workshop, of door persoonlijke ondervraging van afwezige landbouwers.

## Voorstellingswijze

Vorm	Naam	Inhoud
	Bestaande maatregelen	Infrastructurele en/of teelttechnische maatregelen: aard; datum; kostprijs; betaler; effectiviteit
 1/10.000	Bestaande maatregelen	Locatie van de infrastructurele en/of teelttechnische maatregelen op de topografische basiskaart

## Omschrijving

### Actuele knelpunten

Een actueel knelpunt is een gebied waarin problemen van bodemerosie en modderoverlast optreden onder het huidige landgebruik. Een knelpuntgebied omvat locaties, vb. woonwijken, wegen, en watersystemen (waterlopen, poelen, wachtbekkens, ...) of vlakke gedeelten van akkers, waar zich aanzienlijke problemen van modderoverlast, eventueel zelfs herhaaldelijk, voordoen. Daarnaast omvat het zones waar bodemerosie een reële bedreiging vormt voor de bodem als kostbare productiefactor, maar ook vanuit het standpunt van bodemconservering. Het betreft het brongebied van de locaties met modderoverlast, d.w.z. het afstromingsgebied of hydrografisch bekken van waaruit het overtollige water en de modder afkomstig zijn. Bijgevolg bevat een actueel knelpunt zowel zones waar zich de 'off site'-effecten voordoen als zones waar zich de 'on site'-effecten (op landbouwpercelen) voordoen.

Een actueel knelpunt wordt afgebakend op basis van:

- ▲ de historische analyse;
- ▲ de omgevingsanalyse:
  - de thematische kaarten m.b.t. 'bodem'; de perceelsgegevens m.b.t. bodemstructuur (zie punt 4.2.2),
  - de verbeterde versie van de actuele bodemerosiekaart-Land op basis van het huidige landgebruik (zie punt 4.2.3),
  - het afstromingspatroon als gevolg van het reliëf, de hydrografie, en de door de mens aangebrachte structuur in het landschap (inrichting van de open ruimte),
  - facultatief: bijkomende modellering van bodemerosie (en sedimentatie).

De bij de historische analyse gelokaliseerde probleemgebieden en concrete schadegevallen geven een eerste indicatie voor de afbakening van de actuele knelpunten. Bovendien worden actuele knelpunten gekenmerkt door

- hoge geschatte erosiesnelheden, vb. paars (> 20 ton/ha.jaar) tot oranje (5-10 ton/ha.jaar) ingekleurde percelen volgens de actuele bodemerosiekaart-Land;
- bodemtypes met een hoge actuele erodibiliteit, een snelle tot uiterst snelle toename van de erodibiliteit en/of een snelle tot uiterst snelle afname van de bodemvruchtbaarheid bij voortschrijdende erosie zoals bepaald in de bodemkundige erosiegevoeligheidskaart-Land; bodems met erosiefase 1; bodems met varianten van het moedermateriaal die wijzen op vermenging van de onderliggende (Tertiaire) laag met de (Kwartaire) toplaag; en/of bodems met een substraat of met kalkrijke leem binnen de profieldiepte;
- percelen met een slechte bodemstructuur of duidelijke tekenen van erosie;
- de concentratie van oppervlakkig afstromend water vanuit hoger gelegen gebieden op steile hellingen of in droge valleien. De aanvoergebieden kunnen zowel landbouwgebied (boomgaarden, boomkwekerijen, akkers, ...) als verharde oppervlakken zijn. Het afstromingspatroon kan het gevolg zijn van het lokale reliëf en/of van de door de mens aangebrachte structuur in het landschap, vb. een landweg. De afwezigheid van bufferende elementen die afstromend water tijdelijk kunnen opvangen versterkt natuurlijk het bodemerosierisico in stroomafwaartse zones.



*Concentratie van afstromend water in droge valleien (Gingelom, juli 2001)*

Op basis van de 'brongerichte' filosofie dienen de knelpuntgebieden afgebakend volgens de grenzen van het afstromingsgebied of hydrografisch bekken vanuit een locatie met modderoverlast. Het gebied wordt dus begrensd door de oppervlaktewaterscheiding die kan afgeleid worden op basis van een hoogtelijnenkaart. Deze lijn verbindt de hoogste punten van het landschap indien men vanuit een welbepaalde (laaggelegen) locatie in stroomopwaartse richting beweegt.

### Potentiële knelpunten

Men spreekt van potentiële knelpunten indien problemen van bodemerrosie of modderoverlast zouden kunnen optreden onder veranderde omgevingsomstandigheden. In de praktijk gaat het om wijzigingen in landgebruik die het erosierisico verhogen. Een potentieel 'on site'-knelpunt is bijvoorbeeld een steile helling onder bos of onder weiland, en een potentieel 'off site'-knelpunt is bijvoorbeeld een woonzone onderaan deze helling. Hier heeft het huidige bodemgebruik een beschermend effect m.b.t. bodemerrosie en modderoverlast, dat echter wegvalt bij ingrepen zoals kaalkap, het scheuren van weiland voor akkerbouw, het wegnemen van lineaire landschapselementen of het bebouwen en de daarmee gepaard gaande verharding van het bodemoppervlak.

In principe worden de potentiële knelpunten geïdentificeerd op basis van dezelfde kenmerken als de actuele knelpunten (zie hoger), met dien verstande dat de geschatte erosiesnelheid niet de actuele maar de potentiële snelheid betreft, zoals aangegeven door de verbeterde versie van de potentiële (i.pl.v. de actuele) bodemerrosiekaart-Land. Verder is de historische analyse hier van geen belang.

In intensieve akkerbouwgebieden waar weinig weiland en bos wordt aangetroffen, zijn potentiële knelpunten vaak beperkt tot enkele percelen, en kunnen daarom een onderdeel vormen van de actuele knelpunten. In minder intensief landbouwgebied kunnen ook '100 % potentiële' knelpuntgebieden worden afgebakend, vb. indien een volledig afstromingsgebied bestaat uit permanent grasland.

### Beschrijving van te inventariseren elementen





- ▲ Summiere beschrijving van de verschillende knelpunten. Bij de 'actuele knelpunten' dient de aard en de intensiteit van de geïnterpreteerde erosiefenomenen kort beschreven, op basis van de bodemerrosiesnelheden zoals aangegeven door de bodemerrosiekaart, aangevuld met veldwaarnemingen en ervaringen. Verder kan worden verwezen naar de historische analyse om de omvang van de problemen te illustreren. Bij de 'potentiële knelpunten' wordt aangegeven welke de verwachte problemen van bodemerrosie (op basis van de potentiële bodemerrosiekaart-Land) en van modderoverlast zijn.

- ▲ Locatie of afbakening van de verschillende knelpunten op de topografische kaart. Ook de locatie van geulen en ravijnen dient zoveel mogelijk aangegeven.
- ▲ Voor elk knelpuntgebied dienen de reeds eerder aangegeven elementen geïnventariseerd m.b.t. bodemstructuur (zie punt 4.2.2) en landgebruik (zie punt 4.2.3), evenals de actuele en potentiële bodemerosiesnelheden per perceel (zie punt 4.2.3), het afstromingspatroon (zie punt 4.2.4) en de eventueel voltooide of geplande acties (zie punt 4.2.6).

## Informatiebronnen

Zie historische analyse en omgevingsanalyse.

## Voorstellingswijze

Vorm	Naam	Inhoud
	Actuele en potentiële knelpunten	Afbakening van actuele en potentiële knelpunten op de topografische basiskaart
	Bodemstructuur	<i>Per knelpuntgebied:</i> meest recente grondanalyseresultaten op perceelsniveau: organische stofgehalte en de pH; bijkomende informatie op basis van praktijkervaringen van de landbouwer m.b.t. bodemkwaliteit en eventuele problemen met bodemstructuur
	zie 4.2.3 t.e.m. 4.2.6	<i>Per knelpuntgebied:</i> gedetailleerd landgebruik, de actuele en potentiële bodemerosiesnelheden per perceel, het afstromingspatroon en de eventueel voltooide of geplande acties (zie 4.2.3 t.e.m. 4.2.6)
	Bespreking	Summiere beschrijving van de verschillende knelpunten

De visie beschrijft op integrale wijze en voor een langere termijn wat de **gewenste toestand** is wat betreft de problematiek van bodemerosie en modderoverlast, zowel voor het landelijk gebied als voor de bebouwde omgeving. Concreet betekent dit dat de gemeente een uitspraak doet over welbepaalde **tolerantiegrenzen** welke in de toekomst niet overschreden zouden mogen worden, d.w.z. welbepaalde **doelstellingen** voorop stelt.

In algemene termen kan men stellen dat de doelstellingen **SMART** moeten zijn, d.w.z.

**S**pecifiek

**M**eetbaar

**A**anvaardbaar

**R**ealiseerbaar

**T**ijdgebonden: rangschikking van prioritair naar minder dringend.

Voor bodemerosie kan dit uitgedrukt worden in termen als ‘geen bodemverlies boven X ton / ha’, ‘geen ravijnerosie meer op percelen X, Y en Z’, ‘geen bermravijnen in holle weg X’, ..., waarbij wordt verwezen naar zowel actuele als potentiële knelpunten.

Voor modderoverlast kunnen uitspraken gedaan worden zoals ‘beperking van de totale gemeentelijke bagger- en ruimingskosten tot X BEF per jaar’, ‘beperkte modderoverlast in zone X bij een bui van meer dan Y mm’, ‘geen modderoverlast in woonwijk X en Y’, ‘beperkte modderoverlast op weg X’, ‘baggeren van waterloop X maximum om de 10 jaar i.pl.v. om de 3 jaar’, ‘geen ruiming van wachtbekken X met het oog op natuurontwikkeling’, ..., eveneens gebaseerd op actuele en potentiële knelpunten.

In een tweede luik dient aangegeven op welke manier deze streefdoelen verenigbaar zijn met de doelstellingen van eventueel andere bestaande of op til zijnde plannen binnen de gemeente, zoals een GNOP, structuurplan, een landinrichtingsproject, of een ruilverkaveling om het **integrale karakter van het erosiebestrijdingsplan** te illustreren.

De visie is niet alleen het resultaat van papieren studiewerk, maar evengoed gebaseerd op overleg tussen de verschillende gemeentelijke diensten en andere betrokken partijen, zoals landbouw- en natuurverenigingen, ruilverkavelingscomités, ontwerpers van ‘andere plannen’, maar ook, en niet in het minst, individuele burgers en landbouwers. De voorgestelde visie is dus een integratie van de verschillende standpunten en doelstellingen van alle betrokken partijen. Naast een **breed maatschappelijk draagvlak**, moet de visie ook een **politiek draagvlak** vinden en onderschreven worden door het dagelijks bestuur van de gemeente.

Om dit te realiseren is **communicatie** weerom noodzakelijk. Dit vergt ook de nodige organisatie om de **actieve inbreng** van de betrokkenen mogelijk te maken, bijvoorbeeld via een openbare vergadering waarop de resultaten van de omgevingsanalyse worden toegelicht, en de verschillende standpunten worden gehoord.

In deze stap worden alle mogelijke maatregelen voorgesteld om de doelstellingen, geformuleerd in de visie, te bereiken, ongeacht de prioriteit.

Per **actueel knelpuntgebied** worden concrete infrastructurele en/of teelttechnische maatregelen aangegeven. Het geniet de voorkeur om verschillende alternatieven ten opzichte van elkaar af te wegen om tot een zo brongericht en geïntegreerd mogelijke kosteneffectieve oplossing te komen die aanvaardbaar is voor al de betrokkenen. De verschillende alternatieven moeten uitgewerkt worden vermits op het ogenblik van de effectieve uitvoering bepaalde factoren zwaarder of minder zwaar kunnen zijn gaan wegen zodat een andere oplossing de voorkeur krijgt. De omschrijving van de maatregelen omvat een opsomming van de volgende informatie:

- ▲ Technische beschrijving van de voorgestelde oplossingsscenario's. Dit kan een combinatie zijn van één of meerdere infrastructurele en/of teelttechnische maatregelen. De beschrijving omvat,
  - voor een infrastructurele maatregel:
    - \* Plan met de inplanting van de structuur in de omgeving op voldoende grote schaal.
    - \* Technische tekening waarop dimensies en gebruikte materialen staan aangegeven.
    - \* Korte beschrijving van de methode en de basisgegevens waarop de dimensionering van de structuur gebaseerd is.
    - \* Situering van de mate van brongerichtheid en kleinschaligheid.
  - voor een teelttechnische maatregel:
    - \* Omschrijving van de maatregel.
    - \* Plan met situering van de maatregel in de omgeving op voldoende grote schaal.
- ▲ Kostenraming voor aanleg en onderhoud (vb. arbeid, zaaizaad, huur of aankoop gespecialiseerde machines), grondinname, vergoeding van de gebruiker (vb. compensatie voor minderopbrengst).
- ▲ Subsidiemogelijkheden.
- ▲ Wie zal (kan) instaan voor de uitvoering en de financiering van de aanleg en het onderhoud van de maatregel? Welke zijn de eventueel noodzakelijke overeenkomsten met de eigenaars, vruchtgebruikers of houders van zakelijke rechten voor de instandhouding en het beheer?
- ▲ Te verwachten effect(en).
- ▲ Wat is de reactie van de betrokken grondgebruiker(s)? Wat is de bedrijfseconomische situatie? Ook hier is **communicatie** van prioritair belang. Zonder samenwerking zijn de voorgestelde maatregelen slechts luchtkastelen! Een mogelijke methode is om per knelpuntgebied de betrokkenen samen te roepen om de plannen te bespreken en na te gaan wie er bereid is om mee te werken.

Voor de **potentiële knelpunten** wordt aangegeven welke de noodzakelijke voorzorgsmaatregelen zijn. Dit kan een aanbeveling zijn i.v.m. landgebruik zoals:

- ▲ het behoud van het huidige landgebruik;
- ▲ de aanleg van bijkomende landschapselementen zoals een houtkant;
- ▲ bepaalde teelten worden afgeraden;
- ▲ verminderen van de begrazingsintensiteit om bodemcompactie te voorkomen;
- ▲ bijkomende verhardingen door bebouwing of wegen wordt afgeraden;
- ▲ ... .



We benadrukken hier nogmaals dat de voorgestelde maatregelen zich niet mogen beperken tot die werken die subsidieerbaar zijn binnen het erosiebesluit, maar, dat ook alle andere effectief geachte maatregelen beschreven dienen te worden. Hierbij wordt in eerste instantie gedacht aan maatregelen die de landbouwers op hun eigen percelen kunnen nemen.

Verder kunnen **andere gemeentelijke initiatieven** voorgesteld worden die effectief worden geacht in het kader van erosiebestrijding. Het betreft niet-subsidieerbare activiteiten zoals sensibiliseringscampagnes, lessenreeksen, de aanleg van demonstratievelden, verscherping van de gemeentelijke controle op de instandhouding en het beheer van de aangelegde structuren, ... .

Hier worden de voorgestelde maatregelen gerangschikt volgens hun prioriteit. Hiermee in overeenstemming wordt dan een realistische planning voor de uitvoering van de werken of activiteiten die uit het plan voortvloeien, opgesteld.

# BIJLAGEN



## Auteurs

Anton Van Rompaey, Gerard Govers, Kristof Van Oost, Wouter Van Muysen & Jean Poesen  
 Labo Voor Experimentele Geomorfologie - KULeuven  
 e-mail : anton.vanrompaey@geo.kuleuven.ac.be  
 tel : 016/326411

## Inhoud shapefile

- Tabel gelinkt aan landbouwpercelen (OC GIS-Vlaanderen, 1998)
- Kolommen

1. REG-ID98 : identificatienummer per perceel (OC GIS-Vlaanderen, 1998)
2. TEELT : teelt in 1998
3. LANDBOUWST : landbouwstreek
4. Water : theoretische of potentiële watererosie, ongeacht het landgebruik (in ton/ha.j)
5. Bewerk : theoretische of potentiële bewerkingserosie, ongeacht het landgebruik (in ton/ha.j)
6. WAT-ERO : werkelijke of actuele watererosie (in ton/ha.j)
  - grasland = -1000 tot 0
  - stal-gebouwen = -2000 tot -1000
7. BEW-ERO : werkelijke of actuele bewerkingserosie (in ton/ha.j)
  - grasland = -1000 tot 0
  - stal-gebouwen = -2000 tot -1000
8. TOT-ERO : totale werkelijke of actuele erosie (in ton/ha.j)
  - grasland = -2000 tot 0
  - stal-gebouwen = -4000 tot -2000

## Interpretatie

De **werkelijke of actuele erosiewaarden** zijn de modelresultaten op basis van het huidige landgebruik, bekomen d.m.v. het watererosiemodel (WAT-ERO) en d.m.v. het bewerkingserosiemodel (BEW-ERO). De som van deze waarden geeft de totale werkelijke of actuele erosie (TOT-ERO). Dit resulteert in positieve waarden voor alle akkerbouwgewassen. De werkelijke of actuele erosie onder gras, stal en gebouwen is in feite nul (geen erosie) maar wordt in de tabel aangegeven als negatieve waarde. Dit is het gevolg van de volgende bewerkingen:

voor gras:

werkelijke watererosie (WAT-ERO) = theoretische watererosie (Water) - 1000  
 werkelijke bewerkingserosie (BEW-ERO) = theoretische bewerkingserosie (Bewerk) - 1000  
 werkelijke totale erosie (TOT-ERO) = theoretische totale erosie (Water + Bewerk) - 2000

voor stal-gebouwen:

werkelijke watererosie (WAT-ERO) = theoretische watererosie (Water) - 2000  
 werkelijke bewerkingserosie (BEW-ERO) = theoretische bewerkingserosie (Bewerk) - 2000  
 werkelijke totale erosie (TOT-ERO) = theoretische totale erosie (Water + Bewerk) - 4000.

De **theoretische of potentiële erosiewaarde** (Water of Bewerk) is het modelresultaat voor het betreffende perceel, berekend voor een akkerbouwteelt. Voor de akkerbouwpercelen is deze theoretische of potentiële erosiewaarde dus gelijk aan de werkelijke of actuele erosiewaarde. Voor percelen onder gras, stallen of gebouwen, geeft de theoretische of potentiële erosiewaarde aan wat de erosie zou zijn indien het betreffende perceel zou omgezet worden naar akkerland.

### Samengevat,

de **actuele bodemerosiekaart** wordt bekomen op basis van de **werkelijke totale erosie** (TOT-ERO);  
de **potentiële erosiekaart** wordt bekomen door een bijkomend veld te creëren waarbij

$$\begin{aligned} \text{potentiële totale erosie} &= \text{Water} + \text{Bewerk} \\ &= \text{TOT-ERO} && \text{voor akkerbouwteelten} \\ &= \text{TOT-ERO} + 2000 && \text{voor gras} \\ &= \text{TOT-ERO} + 4000 && \text{voor stal-gebouwen.} \end{aligned}$$

## Legende

Voor het plotten van de totale erosie per perceel wordt de klasse-indeling volgens Tabel 4.1 aanbevolen.

**Tabel 4.1. Aanbevolen klasse-indeling en kleurindicatie (van laag naar hoog)**

Klasse (ton/ha.jaar)	Kleur
< 1	donkergroen
1 – 2	lichtgroen
2 – 5	geel
5 – 10	oranje
10 – 20	rood
> 20	paars
gras	grijs
stal-gebouwen	zwart

### **Inhoud**

Schade door modderoverlast en bodemerosie

Reeds genomen erosiebestrijdingsmaatregelen

### **Gebruik**

Kan aangevraagd worden door, of bezorgd worden aan individuele inwoners van de gemeente via een aankondiging in de lokale informatiekrant.

Samen met de uitnodiging voor de eerste informatievergadering rond de opmaak van het erosiebestrijdingsplan te versturen naar de landbouwers werkzaam binnen de gemeente of te gebruiken bij een enquête bij de landbouwers.

### **Identiteitsgegevens**

Naam: .....

Adres: .....

.....

Beroep<sup>1</sup>:

land- en tuinbouwer hoofdberoep

land- en tuinbouwer nevenberoep

andere

Indien land- en tuinbouwer<sup>1</sup>:

grondeigenaar

grondgebruiker

---

<sup>1</sup> Aankruisen wat past en waar van toepassing omschrijven

## Beschrijving van de door u geleden schade:

Aard van de schade (omschrijving + locatie) <sup>1</sup>	Omvang (= kosten voor herstel of waarde van het verloren goed)	Betaald door
<input type="checkbox"/> schade door modderoverlast (woning, meubilair, ...)		
<input type="checkbox"/> schade door bodemerosie (teeltschade, productieverlies, ...)		



## Reeds genomen maatregelen (enkel voor landbouwers):

- ▲ Gelieve, aan de hand van de volgende punten, een beschrijving te geven van de door u genomen maatregelen tegen bodemerosie. Het betreft zowel teelttechnische maatregelen (op het perceel, vb. groenbedekkers, ...), als infrastructurele maatregelen of lineaire landschapselementen (vb. grasgang, houtkant, dam, klein wachtbekken, ...).

- Technische beschrijving van de maatregel.
- Kostprijs van de maatregel.
- Financiering (wie?) van de maatregel.
- Datum van de inwerkingtreding van de maatregel.
- Effectiviteit van de maatregel.

- ▲ Bent u bereid de door u genomen maatregelen ten toon te stellen aan geïnteresseerde collega's, in het kader van demonstratieprojecten en sensibiliseringscampagnes die door de gemeente georganiseerd worden<sup>1</sup>?

ja

nee

bedenking/voorwaarde:

# Landgebruikscategorieën voor de inventarisatie van de land- en tuinbouweconomische gegevens per (deel)gemeente voor 2001

Informatiebron: NIS-statistieken op basis van de landbouwtelling op 1 mei 2001

GEWAS	NIS-CODE(S) 2001
<b>1. Granen voor de korrel</b> Wintertarwe, spelt, rogge, wintergerst en triticale Zomertarwe, zomergerst en haver (incl. mengsel van zomergranen) Brouwgerst (winter en zomer) Korrelmaïs Andere graangewassen (boekweit, ...)	001, 003, 004, 006 en 009 002, 007 en 008 005 010 en 011 012
<b>2. Nijverheidsgewassen</b> Suikerbieten Cichorei Vlas Koolzaad Raapzaad Overige nijverheidsgewassen	021 022 en 023 024 en 025 026 027 028 t.e.m. 033
<b>3. Aardappelen</b> Vroege aardappelen Bewaaraardappelen Plantaardappelen	041 042 en 043 044
<b>4. Droog geoogste peulvruchten</b> Totaal	059
<b>5. Voedergewassen in hoofdteelt</b> Voederbieten en andere wortel- en knolgewassen Maïs Andere eenjarige voedergewassen Groenvoerders (klaver, luzerne, ...) Grasland gezaaid na 1 mei 1996	061 en 062 063 en 064 065 066 067 en 068
<b>6. Permanent grasland</b> Grasland gezaaid vóór 1 mei 1996 – Totaal	079
<b>7. Tuinbouwzaden en –planten in openlucht</b> Totaal	089
<b>8. Groenten in openlucht voor industriële verwerking</b> Totaal	109

<b>9. Groenten in openlucht voor vers gebruik</b> Totaal	149
<b>10. Sierteelt in openlucht</b> Totaal	169
<b>11. Andere boomkwekerijen in openlucht</b> Totaal	179
<b>12. Boomgaarden</b> Totaal	199
<b>13. Kleinfruit in openlucht</b> Totaal	219
<b>14. Andere blijvende teelten</b> Wijmenaanplanting	221
<b>15. Teelten in serres</b> Totaal groenten, sierteelt en fruitteelt	259, 279 en 289
<b>16. Braakland</b> Totaal	299
<b>17. Tuinen en boomgaarden voor eigen gebruik</b> Totaal	309
<b>OPPERVLAKTE CULTUURGROND</b> (1 t.e.m. 17)	319
<b>18. Oppervlakte gebouwen en erven</b>	321
<b>19. Kerstbomen</b>	322
<b>20. Andere beboste oppervlakten</b>	323
<b>21. Niet gebruikte oppervlakte cultuurgrond</b>	324
<b>22. Niet-landbouwgrond (siertuinen, ...)</b>	325
<b>TOTALE OPPERVLAKTE</b> (1 t.e.m. 22)	329
<b>23. Nateelten</b> Hakvoedergewassen (rapen, rutabagas, voederkolen, ...)	020
Overige voederteelten (rogge, klaver, ...)	021
Groenbemesters (raaigras, gele mosterd, ...)	022

# Technische bepalingen bij de bodemkundige erosiegevoeligheidskaart-Land

## Auteurs

Ireen Librecht en Jos Van Orshoven  
 Ground for Gis, KULeuven Research and Development  
 Vital Decosterstraat 102 3000 Leuven  
 e-mail : jos.vanorshoven@agr.kuleuven.ac.be  
 tel : 016/329747

## Inhoud shapefile

Area	oppervlakte van de polygoon (m <sup>2</sup> )
Perimeter	omtrek van de polygoon (m)
Bo99oc	intern volgnummer
Bo99ocid	intern volgnummer
Typeid	
Ringsok	
Ringsnok	
Substraat	substraat
Bodemserie	kernserie (textuur - drainageklasse - profielontwikkeling)
Textuur	textuurklasse
Drainage	drainageklasse
Profiel	profielontwikkeling
Variante	variante (van profielontwikkeling of moedermateriaal)
Fase	dieptekarakteristieken van het profiel (betekenis van fasecode is afhankelijk van het moedermateriaal, de textuurklasse en van het stadium van de profielontwikkeling)
Streek	geografische streek
Unicode	unieke polygooncode (zonder betekenis)
Indic1	score voor indicator 1 (10: actuele erodibiliteit laag → 30: actuele erodibiliteit hoog)
Indic2a	score voor indicator 2a (invloed van substraat op weerstand)
Indic2b	score voor indicator 2b (invloed van profiel op weerstand)
Indic2	score voor indicator 2 (= 2a + 2b)
Weerstand	weerstandindicator (1: zeer sterke afname van de erosiegevoeligheid → 5: status quo → 9: zeer sterke toename van de erosiegevoeligheid)
Indic3a	score voor indicator 3a (invloed van substraat op bodemvruchtbaarheid)
Indic3b	score voor indicator 3b (invloed van profiel op bodemvruchtbaarheid)
Indic3	score voor indicator 3 (= 3a + 3b)
Bodemvrhb	bodemvruchtbaarheidsindicator (100: zeer sterke toename → 500: status quo → 900: zeer sterke afname)
Ind123	samenvoeging van Bodemvrhb (honderdtal) - Indic1 (tiental) - Weerstand (eenheid)
Bodemplus	volledige bodemserie (substraat - textuur - drainageklasse - profielontwikkeling - variante - fase)

## 1. Indicator 1: de actuele erodibiliteit

De vaststelling van de *actuele erodibiliteit* is gebaseerd op de K-waarde van het gravitatiepunt van de textuurklasse van de bodemtoplaag (Van Rompaey et al., 2000)<sup>1</sup>, aangevuld met eigen berekeningen en interpretatie); lage K-waarden wijzen op een lage erosiegevoeligheid (lage score); hoge K-waarden wijzen op een hoge erosiegevoeligheid (hoge score).

Tabel 4.1. K-waarden per textuurklasse (waarden tussen haakjes zijn indicatief)

Textuurklasse	K-waarde	Score
Z Zand	0.012	10
S Lemig zand	0.019	10
P Licht zandleem	0.026	20
L Zandleem	0.037	30
A Leem	0.041	30
E Lichte klei of klei	0.029	20
U Zwarte klei	0.025	20
G Stenig leem (>15% stenen)	(0.020)	20
I Zeer stenig materiaal (>75% stenen)	-	10
V Veem (>30% OM)	(0.005)	10

De indicatorscores in Tabel 4.1, uitgedrukt als een tiental, worden behouden in de driecijfercode voor de beoordeling van de bodemkundige erosiegevoeligheid.

## 2. Indicator 2: de weerstandsindicator

De *weerstandsindicator* is gebaseerd op de beoordeling van de invloed van het substraat en van de profielontwikkeling op de erodibiliteit, weergegeven in Tabel 4.3. Een positief cijfer wijst op een te verwachten versnelling van de erosie, een negatief cijfer op een te verwachten vertraging van de erosie vergeleken met de erodibiliteit van de topplaat.

Wat betreft de *invloed van de profielontwikkeling (indicator 2b)*, worden 3 klassen onderscheiden: +1 (versnelling van de erosie), 0 (geen effect) en -1 (vertraging van de erosie). Profielontwikkeling 'p' met variante (c) wordt als een aparte profielontwikkelingsklasse gezien.

Bij de bepaling van de *invloed van het substraat (indicator 2a)* werden de voorkomende substraten ingedeeld in 3 groepen op basis van hun K-waarde:

- ▲ lage K-waarde (weinig erosiegevoelig): zandig / stenig / weinig
- ▲ gemiddelde K-waarde (matig erosiegevoelig): kleiig
- ▲ hoge K-waarde (sterk erosiegevoelig): lemig.

Het resultaat is weergegeven in Tabel 4.2.

<sup>1</sup> Van Rompaey, A., Govers, G., Van Oost, K., Van Muysen, W. en Poesen, J., 2000. Bodemerosiesnelheden op landbouwpercelen in Vlaanderen. Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven, 18 p.

**Tabel 4.2. Indeling van de substraten op basis van hun K-waarde**

Substraataanduiding	Verklaring	Werd geklasseerd als ...-substraat
f	schiefer	zandig / stenig
g	stenig	zandig / stenig
h	argilliet	kleiig
l	(zand)leem	lemig
m	mergel	kleiig
ms	mergel, gedeeltelijk verweerd tot zand	kleiig
n	krijt	kleiig
nu	krijt, gedeeltelijk verweerd tot klei	kleiig
p	psammiet	zandig / stenig
q	zandsteen of kwartsiet	zandig / stenig
qw	zandsteen, gedeeltelijk verweerd tot kleizand	zandig / stenig
r	complex van schiefer en zandsteen	zandig / stenig
s	zand	zandig / stenig
t	grint	zandig / stenig
u	klei	kleiig
v	veen	zandig / stenig
vs	veen-zand	zandig / stenig
vu	veen-klei	zandig / stenig
w	kleizand	zandig / stenig
wl	kleizand met (zand)leem	zandig / stenig
wq	kleizand met zandsteenbanken	zandig / stenig
ws	kleizand met zandsteenlagen	zandig / stenig
wsp	kleizand met zand en psammiet	zandig / stenig
wu	kleizand met kleilagen	zandig / stenig
x	onbepaald	kleiig
z	kalkhoudend zand	zandig / stenig

Het verschil in indicatieve K-waarde tussen substraat (aangegeven in Tabel 4.3) en toplaag (aangegeven in Tabel 4.3) wordt gebruikt als objectief criterium voor de evaluatie van het effect op de erosiegevoeligheid (erodibiliteit) bij voortschrijdende erosie. Indien het verschil zich situeert tussen de grenswaarden +0,010 en -0,010 wordt het substraat verondersteld geen invloed uit te oefenen (0). Is het verschil > +0,010 of < -0,010, dan oefent het substraat een versnellende invloed (+, d.w.z. toename in erodibiliteit) respectievelijk een vertragende invloed (-, d.w.z. afname in erodibiliteit) uit op de voortschrijdende erosie.

Naast de aard (indicatieve K-waarde) van het substraat, wordt ook de diepte van het substraat in rekening gebracht: een substraat dieper dan 80 cm zal minder snel een effect (- of +) uitoefenen dan een substraat op tussen 80 en 40 cm (- - of ++), dat op zijn beurt een minder snel effect heeft dan een substraat op minder dan 40 cm diepte (- - - of +++). Bij afwezigheid van een substraat binnen de bovenste 120 cm, is er vanzelfsprekend geen effect (0).

Een combinatie (som) van de beoordeling van profiel en substraat in functie van de erodibiliteit, resulteert in een score tussen -4 en +4 (9 klassen) (Tabel 4.4).

**Tabel 4.3. Beoordelingsfactoren van de weerstand tegen erosie van de diepere lagen: 0 = gelijke erodibiliteit of weerstand, geen invloed; - = afname van de erodibiliteit of grotere weerstand, vertragende invloed, + = toename van de erodibiliteit of lagere weerstand, versnellende invloed**

<b>Textuurklasse</b> (K-waarde)	<b>Z</b> (0.012)	<b>S</b> (0.019)	<b>P</b> (0.026)	<b>L</b> (0.037)	<b>A</b> (0.041)	<b>E</b> (0.029)	<b>U</b> (0.025)	<b>G</b> (0.020)	<b>V</b> (0.005)
<b>Substraat</b> (K-waarde)									
Zandig <40 cm (0.015)	0.003 0	-0.004 0	-0.011 ---	-0.022 ---	-0.026 ---	-0.014 ---	-0.010 0	-0.005 0	0.010 0
Zandig 40-80cm (0.015)	0.003 0	-0.004 0	-0.011 --	-0.022 --	-0.026 --	-0.014 --	-0.010 0	-0.005 0	0.010 0
Zandig >80 cm (0.015)	0.003 0	-0.004 0	-0.011 -	-0.022 -	-0.026 -	-0.014 -	-0.010 0	-0.005 0	0.010 0
Kleiig <40 cm (0.027)	0.015 +++	0.008 0	0.001 0	-0.010 0	-0.014 ---	-0.002 0	0.002 0	0.007 0	0.022 +++
Kleiig 40-80cm (0.027)	0.015 ++	0.008 0	0.001 0	-0.010 0	-0.014 --	-0.002 0	0.002 0	0.007 0	0.022 ++
Kleiig >80 cm (0.027)	0.015 +	0.008 0	0.001 0	-0.010 0	-0.014 -	-0.002 0	0.002 0	0.007 0	0.022 +
Lemig <40 cm (0.039)	0.027 +++	0.020 +++	0.013 +++	0.002 0	0.002 0	0.010 0	0.014 +++	0.019 +++	0.034 +++
Lemig 40-80 cm (0.039)	0.027 ++	0.020 ++	0.013 ++	0.002 0	-0.002 0	0.010 0	0.014 ++	0.019 ++	0.034 ++
Lemig > 80 cm (0.039)	0.027 +	0.020 +	0.013 +	0.002 0	-0.002 0	0.010 0	0.014 +	0.019 +	0.034 +
<b>Profiel</b>									
a	+	0	0	-	-	-	-	-	+
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	+	0	0	-	-	-	-	-	+
f	0	0	0	-	-	-	-	-	0
g	0	0	0	-	-	-	-	-	0
h	0	0	0	-	-	-	-	-	0
m	-	-	-	-	-	-	-	-	0
p	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p(c)	+	0	0	-	-	-	-	-	+
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	+	0	0	-	-	-	-	-	+

**Tabel 4.4. Integrale beoordeling van de te verwachten evolutie van de erodibiliteit bij voortschrijdende erosie**

Combinatie (+)		Invloed substraat						
Invloed profiel		zeer snelle afname van de erodibiliteit	snelle afname van de erodibiliteit	matig snelle afname van de erodibiliteit	0	matig snelle toename van de erodibiliteit	snelle toename van de erodibiliteit	zeer snelle toename van de erodibiliteit
		---	--	-	0	+	++	+++
afname van de erodibiliteit	-	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2
	0	-3	2	-1	0	+1	+2	+3
	toename van de erodibiliteit	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
	+							

De indicatorscores in Tabel 4.4 worden omgezet in een positieve eenheid (code) in de driecijfercode voor de beoordeling van de bodemkundige erosiegevoeligheid, zoals weergegeven in Tabel 4.5. Daarbij weerspiegelt de laagste eenheid (1) de bodems waarvan de erodibiliteit het snelst afneemt bij voortschrijdende erosie (score -4); de hoogste eenheid (9) wordt toegekend aan de bodems met de snelste toename van de erodibiliteit (score +4). Tabel 4.5 geeft tevens de betekenis van de codes als resultaat van de combinaties van de scores voor de beoordeling van substraat en profiel in functie van de erodibiliteit, zoals weergegeven in Tabel 4.4.



**Tabel 4.5. Weerstandsindicator: invloed van voortschrijdende erosie op de erodibiliteit van het bodemprofiel**

Code	Score	Betekenis	Samengevat
1	-4	zeer snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op < 40 cm (- - -), versterkt door de profielontwikkeling (-)	uiterst snelle afname
2	-3	a) snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op 40 - 80 cm (- -), versterkt door de profielontwikkeling (-) b) zeer snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op < 40 cm (- - -), zonder invloed van profielontwikkeling (0)	zeer snelle afname
3	-2	a) matig snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op > 80 cm (-), versterkt door de profielontwikkeling (-) b) snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op 40 - 80 cm (- -), zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) zeer snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op < 40 cm (- - -), verminderd door de profielontwikkeling (+)	snelle afname
4	-1	a) afname van de erodibiliteit door de profielontwikkeling (-), zonder invloed van substraat (0) b) matig snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op > 80 cm (-), zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op 40 - 80 cm (- -), verminderd door de profielontwikkeling (+)	matig snelle afname
5	0	a) matig snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op > 80 cm (+), verminderd door de profielontwikkeling (-) b) geen invloed van substraat (0) noch van profielontwikkeling (0) c) matig snelle afname van de erodibiliteit omwille van substraat op > 80 cm (-), verminderd door de profielontwikkeling (+)	status quo
6	+1	a) snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op 40 - 80 cm (++) , verminderd door de profielontwikkeling (-) b) matig snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op > 80 cm (+), zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) toename van de erodibiliteit door de profielontwikkeling (+), zonder invloed van substraat (0)	matig snelle toename
7	+2	a) zeer snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op < 40 cm (+++), verminderd door de profielontwikkeling (-) b) snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op 40 - 80 cm (++) , zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) matig snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op > 80 cm (+), versterkt door de profielontwikkeling (+)	snelle toename
8	+3	a) zeer snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op < 40 cm (+++), zonder invloed van profielontwikkeling (0) b) snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op 40 - 80 cm (++) , versterkt door de profielontwikkeling (+)	zeer snelle toename
9	+4	zeer snelle toename van de erodibiliteit omwille van substraat op < 40 cm (+++), versterkt door de profielontwikkeling (+)	uiterst snelle toename

### 3. Indicator 3: de bodemvruchtbaarheidsindicator

De *bodemvruchtbaarheidsindicator* wordt eveneens vastgesteld op basis van de aard en diepte van het substraat en de profielontwikkeling. Bij afwezigheid van een kwantitatieve maat is de beoordeling gebaseerd op bodemgeschiktheidsexpertise (Tabel 4.6).

**Tabel 4.6. Beoordelingsfactoren van de mate van bodemvruchtbaarheidsverlies t.g.v. erosie: 0 geen of verwaarloosbaar verlies/toename, - significant verlies en + significante toename**

Textuurklasse Substraat	Z	S	P	L	A	E	U	G	V
Zandig < 40 m	-	--	---	---	---	---	-	---	---
Zandig >40 en <80 cm	0	-	--	--	--	--	0	--	--
Zandig > 80 cm	0	0	-	-	-	-	+	-	-
Kleiig < 40 cm	--	--	---	---	---	-	-	--	--
Kleiig >40 en <80 cm	-	-	--	--	--	0	0	-	-
Kleiig > 80 cm	0	0	-	-	-	0	0	0	0
Lemig < 40 cm	+++	+++	++	+	0	++	++	++	+++
Lemig >40 en <80 cm	++	++	+	0	0	+	+	+	++
Lemig > 80 cm	+	+	0	0	0	0	0	0	+
Profiel									
a	+	+	+	+	0	0	-	+	+
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	+	+	+	+	0	0	-	+	+
f	+	+	+	0	-	-	0	0	0
g	+	+	+	0	-	-	0	0	0
h	+	+	+	0	-	-	0	0	0
m	+	+	+	+	+	+	+	+	0
p	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p(c)	+	+	+	+	0	0	-	+	+
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	+	+	+	+	0	0	0	+	+

Een combinatie (som) van de beoordeling van profiel en substraat in functie van de fysieke bodemvruchtbaarheid, resulteert weerom in een score tussen -4 en +4 (9 klassen) (Tabel 4.7).

**Tabel 4.7. Integrale beoordeling van het bodemvruchtbaarheidsverlies t.g.v. erosie**

Combinatie (+)		Invloed substraat						
Invloed profiel	Combinatie (+)	zeer snelle afname van de vruchtbhd.	snelle afname van de vruchtbhd.	matig snelle afname van de vruchtbhd.	0	matig snelle toename van de vruchtbhd.	snelle toename van de vruchtbhd.	zeer snelle toename van de vruchtbhd.
		---	--	-	0	+	++	+++
Invloed profiel	afname van de vruchtbhd.	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2
	0	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
	toename van de vruchtbhd.	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
	+							

De indicatorscores in Tabel 4.7 worden omgezet in een honderdtal (code) in de driecijfercode voor de beoordeling van de bodemkundige erosiegevoeligheid, zoals weergegeven in Tabel 4.8. Daarbij weerspiegelt de laagste eenheid (100) de bodems waarvan de bodemvruchtbaarheid het snelst toeneemt bij voortschrijdende erosie (score 4); de hoogste eenheid (900) wordt toegekend aan de bodems met de snelste afname van de bodemvruchtbaarheid (score -4). Tabel 4.8 geeft tevens de betekenis van de codes als resultaat van de combinaties van de scores voor de beoordeling van substraat en profiel in functie van de bodemvruchtbaarheid, zoals weergegeven in Tabel 4.7.

**Tabel 4.8. Bodemvruchtbaarheidsindicator: invloed van voortschrijdende erosie op de fysieke bodemvruchtbaarheid**

Code	Score	Betekenis	Samengevat
100	+4	zeer snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (+++), versterkt door de profielontwikkeling (+)	uiterst snelle toename
200	+3	a) zeer snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (+++), zonder invloed van profielontwikkeling (0) b) snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (++), versterkt door de profielontwikkeling (+)	zeer snelle toename
300	+2	a) zeer snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (+++), verminderd door de profielontwikkeling (-) b) snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (++), zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) matig snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (+), versterkt door de profielontwikkeling (+)	snelle toename
400	+1	a) snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (++), verminderd door de profielontwikkeling (-) b) matig snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (+), zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) toename van de bodemvruchtbaarheid door de profielontwikkeling (+), zonder invloed van substraat (0)	matig snelle toename
500	0	a) matig snelle toename van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (+), verminderd door de profielontwikkeling (-) b) geen invloed van substraat (0) noch van profielontwikkeling (0) c) matig snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (-), verminderd door de profielontwikkeling (+)	status quo
600	-1	a) afname van de bodemvruchtbaarheid door de profielontwikkeling (-), zonder invloed van substraat (0) b) matig snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (-), zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (- -), verminderd door de profielontwikkeling (+)	matig snelle afname
700	-2	a) matig snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (-), versterkt door de profielontwikkeling (-) b) snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (- -), zonder invloed van profielontwikkeling (0) c) zeer snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (- - -), verminderd door de profielontwikkeling (+)	snelle afname
800	-3	a) snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (- -), versterkt door de profielontwikkeling (-) b) zeer snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (- - -), zonder invloed van profielontwikkeling (0)	zeer snelle afname
900	-4	zeer snelle afname van de bodemvruchtbaarheid omwille van substraat (- - -), versterkt door de profielontwikkeling (-)	uiterst snelle afname

#### 4. Combinatie van alle scores

Combinatie van alle scores, leidt theoretisch in totaal tot  $9 \cdot 3 \cdot 9 = 243$  te onderscheiden klassen, waarvan echter een groot aantal in de realiteit niet voorkomt.

- ▲ De hoogste (hypothetische) waarde 939 staat voor een bodem of zone die ten gevolge van erosie een zeer sterke daling van de bodemvruchtbaarheid kan ondergaan, die actueel een hoog bodemverlies kent en waarvan het bodemverlies na verdwijnen van de toplaag nog zal toenemen. In realiteit komt dergelijke bodem echter niet voor, want bij de meest erosiegevoelige bodems (texturen A en L), kan bij voortschrijdende erosie geen nog sterker erosiegevoelige laag aangesneden worden.
- ▲ De laagste (hypothetische) waarde 111 staat voor een bodem of zone die ten gevolge van erosie een zeer sterke verbetering van de fysische bodemvruchtbaarheid zal kennen, waarvan het actuele bodemverlies laag is en waarvan het bodemverlies na verdwijnen van de toplaag nog zeer sterk zal afnemen. In realiteit komt ook deze bodem niet voor; een bodem die zeer weinig erosiegevoelig is, kan niet nog minder erosiegevoelig worden.
- ▲ De waarde 139 staat voor een bodem of zone die ten gevolge van erosie een sterke verbetering van de fysische bodemvruchtbaarheid zal kennen, waarvan het actuele bodemverlies hoog is en waarvan het bodemverlies na verdwijnen van de toplaag nog sterk zal toenemen. Het gaat m.a.w. om een (hypothetische) bodem waar erosie snel baten zal opleveren voor de landbouwproductiviteit.
- ▲ De waarde 911 staat voor een bodem of zone die ten gevolge van erosie een zeer sterke daling van de bodemvruchtbaarheid kan ondergaan, maar waarvan het actuele bodemverlies laag is en waarvan het bodemverlies na verdwijnen van de toplaag nog verder sterk zal afnemen.
- ▲ In realiteit komen 61 mogelijke combinaties voor van de verschillende indicatoren. De voorkomende combinaties worden aangegeven in Tabel 4.9; elke combinatie wordt geïllustreerd met enkele bodemseries.

**Tabel 4.9. Illustratie van enkele bodemseries voor de 61 voorkomende combinaties van de drie indicatoren (100-tal: bodemvruchtbaarheid; 10-tal: actuele erodibiliteit; eenheid: weerstandsindicator)**

Ind123	Enkele voorbeelden van bodemseries
117	l-Sbm, l-Zam, l-Zem, ...
118	lSAf, l-Scg, l-She, l-Zbf, l-Zgg, ...
119	lSba, l-Sdc, lZec, ...
218	lScp, l-Sep, lZfp, ...
227	lPcm, l-Pdm
228	lPAf, lPcf, l-Pdf, lPdh, ...
229	l-Pba, l-Pca, l-Phc, ...
316	(l)Sdh
317	(l)Scc, (l)Sdc 325 l-Edb, l-Edp, l-Edx, l-Eep, l-Ehx, ...
328	lPbp, l-Pep, l-Ugp, l-Udp, ... 414 Sbm, t-Scm, (w)Sem, Sem, Zem, ...
415	Saf, (u)Sch, (w)Sdh, ...
416	(w)Scc, t-Sdc, Sec, Zbc, (w)Zcc, ...
424	Gba, nGbB, PDM, ...
425	Paf, Pcf, Pdh, (v)Ugp, ...
426	Pba, Pdc, Phc, ...
427	(l)Pca, (l)Pcc
434	Lba, sLca, Lda, Ldm, gLhc, ...
435	lLdb, lLdP, lLep, l-Lhp 505 V 514 Scm, u-Sdm, t-Zam, wZdm, ...
515	S-U, (w)Sbb, Sbg, Sch, Zlp, ... 516 uSdc, qZbB, wZcc, t-Zec, ...
524	Ehc, Ehp, (w)Pdh
525	Ebb, Edx, Afp, Gbb, Pbb, (w)Pbc, u-Plp, Ulp, ...
526	(u)Pcc, (u)Pdc, (x)Pdc
533	(s)Lba, (s)Lcc, (w)Ldc, ...
534	Aba, sAba, (x)Ldc, (u)Lhc, Llf, ...
535	sAax, wAbp, Alp, Ldb, Lep, w-Lsp, ...
614	t-Sam, sScm, Zdm, ...
615	uSAf, t-Sbf, gSdg, v-Zfp, w-ZhP
616	gSbc, u-Scc, Zdc, ...
617	u-Zam, u-ZbG, uZdm
618	uZcg, u-Zdg, u-Zeg, ...
619	uZcc, uZdc
623	(s)Edp, (v)Efp
624	uGba, (w)Pcp, (w)Pdx, ...
625	nEbb, mEfp, (u)Pdp, vUdp, v-Ufp, v-Ugp, ...
626	Pcc
633	(w)Aba, (u)Aca, (x)ADa, (x)Ahc, ...
634	(x)Abp, (s)Adp, (s)Aep, ...
635	(u)Lep, (u)Lhp, (u)Lhx
715	uSAx, wSbp, qScp, v-Sfp, Zdp, ...
718	uZap, mZdb, u-Zdp, ...
721	s-Pcm, w-Pbm, t-Pdm, sPcm, ...
722	sPAf, gPcf, w-Pdf, vPfg, ...
723	s-Pbc, w-PcB, w-Phc, ...
724	sGba, u-Pdm
725	Eep, EGp, nuGbb, Peg, Pfp, ...
726	u-Pdc, Pec, u-Phc, ...
731	gLba, wLba, w-LbB, sLfc, w-Lic, ...
732	uAba, wAca, ...
734	uLba, u-Ldc, u-Lfc, u-Lic, ...
822	sEdb, wEdx, wspEDx, t-Eep, sPbx, t-Pep,
825	Eep, Efp, uPcP, mPdp, uPhx, ...
831	gAba, w-Ada, v-Lgg, wLlf, ...
832	sAAx, wAdp, uAep, vLFp, w-Lhp, ...
834	uLaf, uLlf 835 uLlx, uLfp, uLdp, uLbx, ...
835	uLlx, uLfp, uLdp, uLbx, ...

## 5. Interpretatie van de bodemkaartinformatie

Bij de afbakening van aandachtszones voor erosiebestrijding, werd gebruik gemaakt van de momenteel meest recente beschikbare digitale bodemkaart (OC GIS-Vlaanderen, 1999). Het toekennen van scores voor de verschillende indicatoren, gebeurde in hoofdzaak rekening houdend met de informatie vermeld in de attributen 'substraat', 'textuur' en 'profiel'. De interpretatie van de bodemkaartlegende wordt aangegeven in onderstaande kader.

### Bodemkaart van België

#### Legende

##### Symbolen

- Eerste hoofdletter : textuur
- Eerste letter na de textuurhoofdletter : drainageklasse
- Tweede letter na de textuurhoofdletter : profielontwikkeling
- Derde letter na de textuurhoofdletter :
  - variëte van het moedermateriaal of
  - in geval van stenige leemgronden (G) de aard van het bijmengingsmateriaal
- Derde letter tussen haken na de textuurhoofdletter : variëte van de profielontwikkeling
- Letter voor de textuurhoofdletter (eventueel tussen haakjes) : substraat
- Fasen worden meestal weergegeven als een nummer na de lettersymbolen.

##### Substraten

s	: zandsubstraat (voor textuurklassen Z, S, en eventueel P)
l	: leemsubstraat (voor textuurklassen A, L, en eventueel P)
u	: kleisubstraat (voor textuurklassen E en U)
w	: klei-zandsubstraat (voor heterogene afwisselende ondergrond)
g	: stenig substraat of grint (textuurklassen I en G)
v	: veensubstraat
n	: krijtsubstraat
k	: kalksubstraat
f	: schiefersubstraat
r	: schiefer-zandsteensubstraat
q	: zandsteensubstraat
j	: kalkzandsteen
m	: macigno (mergel)
h	: argiliten
z	: kalkhoudend zand

##### Textuurklassen

Z	: zand
S	: lemig of kleiig zand
P	: licht zandleem
L	: zandleem
A	: leem
E	: lichte klei of klei
U	: zware klei
G	: stenig leem
I	: zeer stenig materiaal
V	: veen

##### Textuurcomplexen

Naast elkaar schrijven van de textuurhoofdletters met een streepje ertussen.

### **Drainageklassen**

- a : excessief gedraineerd
- b : goed gedraineerd
- c : matig goed gedraineerd
- d : onvoldoende gedraineerd
- e-h : slecht gedraineerd (h : stuwwater)
- f-i : zeer slecht gedraineerd (i : stuwwater)
- g : uiterst slecht gedraineerd

### **Draineringscomplexen**

- B : a of b
- D : c of d
- A : a, b, c of d
- I : h of i
- F : e of f
- G : h, i, e, f of g

### **Profielontwikkelingsgroepen**

- a : textuur B horizont
- b : structuur B horizont
- c : sterk gevlekte textuur B horizont
- d : geel-rode textuur B horizont (fossiele verweringsgronden)
- e : zwartachtige humus A horizont
- f : zwakke humus en/of ijzer B horizont
- g : duidelijke humus en/of ijzer B horizont
- h : verbrokkelde humus en/of ijzer B horizont
- m : diep antropogene humus A horizont
- p : zonder profielontwikkeling
- x : niet bepaalde profielontwikkeling

### **Profielontwikkelingscomplexen**

- B : a of b
- C : c of f
- F : f of g
- G : g of post podzol
- P : ontwikkelde of niet ontwikkelde bodems

### **Varianten van de profielontwikkeling**

- (b) : gevlekte textuur B
- (c) : begraven textuur B horizont op geringe diepte (voor p-gronden)
- (o) : sterk antropogene invloed
- (v) : venige bovengrond
- (z) : zeer humusarme bovengrond
- (r) : zwakke ijzer B horizont
- (m) : verdichte horizont (fragipan)
- (h) : met ijzerconcreties, bij c-gronden

### **Variante van het moedermateriaal**

- a : grof zand
- b : middelmatig zand c
- c : grint, steenrijk zand
- d : fijn of kleirijk zand (geelachtig of groenachtig) van tertiaire of secundaire ouderdom
- e : stenig geelachtig of groenachtig zand (glauconiet)
- m : ijzerconcreties
- y : materiaal naar onder toe verzwarend
- z : materiaal naar onder toe verlichtend



## De aard van de bijmenging van G-gronden

i	: leisteen
f	: schiefer
k	: kalksteen
p	: psammiet
q	: zandsteen
r	: schieferzandsteen
t	: grint
x	: sixeliet
n	: krijt

(samengestelde bijmengingen)

K	: kalksteenverweringsklei
fi	: schiefer - leisteen
fp	: schiefer - psammiet ...

## Fasen

1) erosiefasen:

0	: dikke A horizont (> 40 cm)
1	: dunne A horizont (< 40 cm)

2) dieptefasen : (begraven textuur B, substraat)

3	: oppervlakkige fase (< 40 cm)
2	: ondiepe fase (40-80 cm)
1	: matige diepe fase (80-120 cm)
0	: diepe fase (> 120 cm)

3) reliëffasen

(1)	: valleifase
(2)	: fase met relatief hoge ligging

4) dikte van de humeuze bovenlaag

1	: dunne humeuze bovengrond (< 20 cm)
2	: matige dikke humeuze bovengrond (20-40 cm)
3	: dikke humeuze bovengrond (40-60 cm)

Binnen het attribuut 'substraat' wordt een eventueel aanwezig substraat op 3 mogelijke wijzen aangegeven, afhankelijk van de diepte waarop het substraat voorkomt:

- ☞ 'x' : substraat voorkomend op minder dan 80 cm diepte
- ☞ '(x)' : substraat voorkomend op 80 tot 120 cm diepte
- ☞ 'x-' : substraat voorkomend op wisselende diepte (<80-120 cm).

Wanneer geen substraat wordt vermeld, komt een eventueel aanwezig substraat voor op een diepte groter dan 120 cm.

Naast deze informatie over aard en diepte van het substraat, wordt in de digitale bodemkaart versie 1999 ook in beperkte mate informatie opgenomen over de 'fase'. Deze indicaties laten toe om op plaatsen waar het substraat voorkomt op <80 cm of op variabele diepte, een onderscheid te maken tussen substraten voorkomend op een diepte van minder dan 40 cm (fase 3) en substraten voorkomend op een diepte van 40-80 cm (fase 2). Waar geen informatie over de fase aanwezig is, en een substraat vermeld is op variabele diepte of een diepte minder dan 80 cm, werd steeds het slechts mogelijke geval aangenomen, nl. dat het substraat voorkomt op een diepte van minder dan 40 cm. Waar wel een erosiefase vermeld is, werd daarmee rekening gehouden bij het toekennen van de score. Het attribuut 'fase' is echter slechts sporadisch ingevuld. Fase-indicaties komen enkel voor in volgende combinaties van fase-textuur-substraat en profiel (Tabel 4.10).

**Tabel 4.10. Voorkomende fase-indicaties in combinaties van fase-textuur-substraat en profiel**

Textuur	Substraat	Profiel	Fase	Omschrijving
G	blanco	...	1	stenige bodem, substraat > 80 cm
A	blanco	B	1	geen kalkrijke leem binnen boorbereik
A	s, u, w	...	2	leembodem, substraat 40-80 cm
A	blanco	B	2	kalkrijke leem 40-120 cm
E	h, n	...	2	kleibodem, substraat 40-80 cm
S	g, w, w-, u, u-	...	2	lemig zand, stenig, zand- of kleisubstraat op 40-80 cm
Z	u-, w-	...	2	zand, klei- of zandsubstraat op 40-80 cm
A	u, w, s, s-	...	3	leem, zand- of kleisubstraat op 20-40 cm
A	blanco	B	3	kalkrijke leem < 40 cm
E	s, s-, v	...	3	klei, zand- of veensubstraat op 20-40 cm
L	w-, s-, v	...	3	zandleem, zandig of venig substraat 20-40 cm
P	w, w-, s, s-, v, v-	...	3	licht zandleem, zand- of veensubstraat op 20-40 cm
P	u-	...	3	licht zandleem, kleisubstraat op 20-40 cm
S	l-	...	3	lemig zand, lemig substraat op 20-40 cm
S	t-, w, w-, s-, v, v-, u-	...	3	lemig zand, grint-, zand-, veen- of kleisubstraat op 20-40 cm
Z	l-	...	3	zand, leemsubstraat op 20-40 cm
Z	t-, w-, v	...	3	zand, grint-, zandig of veensubstraat op 20-40 cm
G	nu	...	4	stenige bodem, kleiigsubstraat op 20-40 cm
G	blanco	...	5	stenige bodem, zeer stenig substraat op 20-40 cm
G	blanco	...	6	stenige bodem, zeer stenig substraat op <20 cm

Regelmatig wordt in de digitale bodemkaart een fase vermeld, zonder aanduiding van een substraat. Aangezien de betekenis van deze aanduiding onduidelijk en speculatief is, werd aangenomen dat er in dit geval geen invloed van het substraat is.

Naast deze effectief gebruikte informatie, zijn er nog bijkomende informatie-elementen in de bodemkaart die indicaties kunnen geven in het kader van de erosieproblematiek:

- ☞ Fasen 0 en 1 bij A\*a en L\*c-bodems wijzen op echte erosiefasen. Fase 0 wijst op een Bt horizont dieper dan 40 cm (nog geen erosie merkbaar); fase 1 wijst op een Bt op minder dan 40 cm diepte (erosie reeds merkbaar).
- ☞ De variëte van het moedermateriaal of de profielontwikkeling ('variëte'). Volgende varianten zijn in de digitale bodemkaart opgenomen: b, c, d, e, f, k, m, n, o, p, q, r, t, t-, v, x, y, z, (b), (b)(z), (b)z, (c), (g), (h), (h)d, (h)y, (hs), (hz), (k), (k)z, (l), (o), (o)(z), (o)d, (o)z, (p), (s), (v), (vo), (x), (z), (z)(b), (z)(o), (z)(s), (z)y, (zh), (zo), (zs), b, c, co, d, d(o), d(o)(z), de do doz, dy, dz, e, e(h), h, h(o), o, oz, t, x, y, y(h), y(o), ye, z, z(h), z(z) en zs.

Een aantal van deze varianten bevatten ongetwijfeld relevante informatie m.b.t. de erosieproblematiek (bv. y: profiel waarvan de textuur zwaarder wordt met de diepte, z: profiel waarvan de textuur lichter wordt met de diepte; c: moedermateriaal rijk aan grint; (v): profiel met venige bovengrond, ...). Voor de exacte betekenis van alle voorkomende varianten, dient echter de legende van de digitale bodemkaart afgewacht te worden (momenteel in opmaak bij het OC GIS-Vlaanderen).

Variëte (c) werd echter wel als attribuut gebruikt bij de afbakening van de 'bodemkundige aandachtszones', wanneer deze variëte voorkomt in combinatie met profielontwikkeling p. Het gaat in dit geval om een begraven textuur B horizont op geringe diepte. Aangezien de textuur B horizont gekenmerkt wordt door een kleiaanrijking, zal deze textuur B horizont de erosiesnelheid en de bodemvruchtbaarheid beïnvloeden bij voortschrijdende erosie (aard van de invloed is afhankelijk van de textuur van de bodemtoplaag).

Verder dient opgemerkt te worden dat de polders en de duinen op de bodemkaart worden weergegeven als geomorfologische eenheden en dus niet met de morfogenetische termen conform de bodemclassificatie voor de rest van Vlaanderen. Voor de meeste geomorfologische eenheden zijn er meerdere morfogenetische equivalenten. De polygonen in de polders en de duinen kunnen m.a.w. niet zonder meer éénduidig gedefinieerd worden met dezelfde identificatie als de bodems in de rest van Vlaanderen. Aangezien in de polders en de duinen ook geen aanzienlijke bodemverliezen door watererosie voorkomen, en rekening houdend met bovenvermelde moeilijkheid, werd ervoor geopteerd om polders en duinen in deze studie buiten beschouwing te laten.

## De gewasfactor of C-factor van de R.U.S.L.E.

(Renard et al., 1997)<sup>1</sup>

## 5.1 Berekende C-waarden voor Vlaanderen

Verstraeten et al. (2001)<sup>1</sup> kwantificeerde de erosiegevoeligheid voor de belangrijkste gewassen en gewasrotaties in Vlaanderen m.b.v. de procedure voor het berekenen van de C-factor volgens Renard et al. (1997). Het resultaat is weergegeven in Tabel 5.1.

**Tabel 5.1. C-waarden voor de belangrijkste gewassen en gewasrotaties onder Vlaamse weersomstandigheden (Verstraeten et al., 2001)<sup>2</sup>**

m: maïs ; w: wintergraan ; e: chicorei zonder loofafvoer ; b: bieten zonder loofafvoer ; c: wortelen ; a: aardappelen ; E: chicorei met loofafvoer ; B: bieten met loofafvoer ; g: raaigras ingezaaid in omgeploegde bodem ; G: raaigras ingezaaid in residu van voorgaande oogst ; y: gele mosterd ; Y: gele mosterd, volgende teelt ingezaaid in residu van gele mosterd

Rotatie	C-factor
bbb	0.24
BBB	0.29
mmm	0.45
aaa	0.31
www	0.34
eee	0.36
mgmgmg	0.35
mGmGmG	0.32
agagag	0.23
aGaGaG	0.21
mmw	0.43
mmwg	0.40
awm	0.37
awmg	0.35
awmG	0.34
wm	0.41
wam	0.38
mma	0.43
mgmgmga	0.38
waB	0.32
wab	0.31
waE	0.35
wac	0.34
wage	0.31
wagb	0.28
bwa	0.33
bwag	0.28
bwga	0.31
bwgag	0.26
bwam	0.35
bwamg	0.32
bwaw	0.35
wba	0.30
wbag	0.25
cab	0.35
bwac	0.36
bwacq	0.34
bway	0.30
bwaY	0.26

<sup>1</sup> Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K. & Yoder, D.C., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook no. 703. U.S. Department of Agriculture, Washington DC, 384 p.

<sup>2</sup> Verstraeten, G., Van Oost, K., Van Rompaey, A., Poesen, J. en Govers, G., 2001. Integraal land-en waterbeheer in landelijke gebieden met het oog op het beperken van erosie en modderoverlast (proefproject gemeente Gingelom). Eindrapport. Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven, 64 p.

## 5.2 Relatieve erosiegevoeligheid van enkele gewassen

Maïs is duidelijk een van de meest erosiegevoelige gewassen, met een hoge C-waarde van 0,45 wanneer het gewas in monocultuur wordt geteeld. Bieten daarentegen hebben een eerder geringe erosiegevoeligheid, zoals blijkt uit de relatief lage C-waarden, terwijl aardappelen iets erosiegevoeliger zijn. Dit heeft te maken met de vrij snelle groei van het bladerdek bij bieten, waardoor een geringer deel van de erosieve neerslag valt op een weinig bedekte bodem, en met een relatief hoge bodembedkking door het volgroeide gewas (tot 100 %). Wintergraan heeft een gemiddelde erosiegevoeligheid, niettegenstaande het een zeer goede bedekking heeft in de erosieve voorjaars- en zomermaanden. Vaak echter wordt wintergraan vrij laat ingezaaid (bv. na maïs of bieten) waardoor het de ganse winterperiode een zeer lage bedekking kent. Geen enkel ander gewas biedt gedurende een zo lange periode zo weinig bescherming aan de bodem dan wintergraan. Dit wordt dan weer gecompenseerd door de minder erosieve regenbuien tijdens de winterperiode.

Het is echter belangrijk te onderkennen dat bovenstaande C-factoren gemiddelde waarden zijn: er wordt uitgegaan van een gemiddelde gewasgroei, plantdata en oogstdata, én van een gemiddelde verdeling van de neerslagerosiviteit in de tijd. Van jaar tot jaar kunnen beide factoren sterk schommelen, voornamelijk dan de verdeling van de neerslagerosiviteit. Bijvoorbeeld, indien een bepaald jaar wordt gekenmerkt door een zeer erosieve maand mei, dan zal de jaargemiddelde erosiegevoeligheid voor bieten, maïs en aardappelen een stuk hoger liggen dan in een jaar waarin de maand augustus een zeer hoge erosiviteit kent. Zo zal de C-factor voor een rotatie met driemaal een zomergewas, vb. bieten-wintergraan-aardappelen-maïs, sterker veranderen met een dergelijke neerslagverdeling dan de C-factor voor een rotatie met tweemaal een zomergewas en tweemaal wintergraan, vb. bieten-wintergraan-aardappelen-wintergraan. Dit is geheel te wijten aan het feit dat de erosieve meimaand in het eerste geval driemaal een groot effect heeft op de gemiddelde C-factor.

## 5.3 Invloed van een groenbedekker

Het inzaaien van raaigras na maïs of aardappelen in een gemengde teeltrotatie (vb. awm, bwam, wba) heeft een eerder beperkt effect, in tegenstelling tot het invoeren van raaigras in een monocultuur van deze gewassen (mmm, aaa). Gemiddeld genomen wordt de erosie op jaarbasis met 10 % gereduceerd bij de introductie van raaigras in een teeltrotatie, maar loopt het effect op tot 25 % in geval van een zomergewas in monocultuur. Het belang van raaigras is ook afhankelijk van de plaats in de rotatie en of het al dan niet in de residus van het vorige gewas wordt ingezaaid zonder dat er een ploegbewerking aan te pas komt.

Een groenbedekker zoals raaigras biedt echter geen enkele bescherming tegen de zware voorjaarsbuien die aanleiding kunnen geven tot aanzienlijke modderoverlast in de dorpskernen. Daartoe dienen de zomergewassen ingezaaid of geplant in een bodembedekker. Het effect hiervan op de C-factoren werd tot nog toe niet berekend. Het gebruik van groenbedekkers tijdens de winterperiode kan daarentegen wél een belangrijk effect hebben op de reductie van sedimentlast in waterlopen. Tijdens de winter is er namelijk een betere connectie tussen de sedimentbronnen en de waterlopen, en is de neerslag (dus ook de erosie) veel homogener verdeeld over grotere gebieden. Bijgevolg zal een groter gebied sediment leveren aan de rivieren, zij het minder intens, dan tijdens de lente en zomer, wanneer bodemerosie en modderoverlast geconcentreerd zijn in kleinere gebieden.

## 6.1 Berekeningsformules (Schwab et al., 1993)<sup>1</sup>

### 6.1.1 Rationele formule

Het piekdebiet ( $Q_p$ , m<sup>3</sup>/s) van een regenbui wordt berekend door de 'rationele formule':

$$Q_p = 0,0028 \cdot c \cdot I \cdot A$$

met  $c$  = afvoercoëfficiënt  
 $I$  = neerslagintensiteit (mm/h) van een bui met een zekere terugkeerperiode en waarvan de duur gelijk is aan de concentratietijd ( $t_c$ )  
 $A$  = oppervlakte van het hydrografisch bekken (ha).

De concentratietijd ( $t_c$ , min) is de tijd die nodig is, opdat de neerslag afkomstig van het verst afgelegen punt (in tijd, niet noodzakelijk in afstand) van een hydrografisch bekken de uitlaat zou bereiken. De concentratietijd kan geschat worden op basis van de lengte ( $L$ , m) en de gemiddelde helling ( $S$ , m/m) van het bekken volgens de formule:

$$t_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

De rationele formule is gebaseerd op de basisveronderstelling dat de maximale afvoer optreedt wanneer de neerslagbui een duur heeft die gelijk is aan  $t_c$ , d.w.z. wanneer het totale bekken begint bij te dragen aan de afvoer. Bij een duur van de bui langer dan  $t_c$ , is de intensiteit voor eenzelfde terugkeerperiode kleiner, en bijgevolg is het debiet ook kleiner. Bij een duur van de bui korter dan  $t_c$ , is er geen volledige bijdrage van het bekken, en bijgevolg is het debiet ook kleiner.

### 6.1.2 'Soil Conservation Service'-methode

Het piekdebiet ( $Q_p$ , m<sup>3</sup>/s) van een regenbui wordt berekend op basis van de totale afvoer of de 'netto neerslag' ( $Q$ , mm) volgens de formule:

$$Q_p = 0,0021 \cdot Q \cdot A / t_p$$

met  $A$  = oppervlakte van het hydrografisch bekken (ha)  
 $t_p$  = tijd nodig voor een maximale afvoer (h).

Hierbij wordt verondersteld dat de tijd nodig voor een maximale afvoer niet gelijk is aan de concentratietijd maar

$$t_p = D / 2 + 0,6 \cdot t_c$$

met  $D$  = duur van de neerslagbui (h)  
 $t_c$  = concentratietijd.

<sup>1</sup> Schwab, G.O., Fangmeier, D.D., Elliot, W.J. and Frevert, R.K., 1993. Soil and Water Conservation Engineering. Fourth Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, 507 p.

De totale afvoer of de 'netto neerslag' (Q, mm) wordt berekend volgens de formule

$$Q = (P - 0,2.S)^2 / (P + 0,8.S)$$

met P = neerslaghoeveelheid (mm)  
 S = maximum potentieel verschil tussen de neerslag en de afvoer vanaf het begin van de neerslagbui, d.w.z. maximum hoeveelheid neerslag die door de bodem kan geabsorbeerd worden gedurende de bui (mm).

S is een functie van het bodemtype, het antecedent bodemvochtgehalte, het landgebruik en eventuele conserveringstechnieken, uitgedrukt in de CN-waarde (CN) van het hydrografisch bekken, volgens de formule

$$S = 25400 / CN - 254$$

## 6.2 Afvoercoëfficiënten en CN-waarden

### 6.2.1 Vegetatie

Het effect van de vegetatie op de productie van oppervlakkige afvoer bij verschillende landgebruiken (vegetatietypes), rekening houdend met bodemtype en reliëfkenmerken wordt door de 'afvoercoëfficiënten' weergegeven in Tabel 6.1.

**Tabel 6.1. Afvoercoëfficiënten voor verschillende oppervlaktetypes in het buitengebied (naar: Tourbier and Westmacott, 1974)<sup>2</sup>**

Vegetatie en reliëf		Bodemtype		
		Zand-leem	Klei-leem	Zware klei
<b>Bos</b>	Vlak (0-5 % helling)	0.10	0.30	0.40
	Heuvelend (5-10 %)	0.25	0.35	0.50
	Sterk heuvelend (10-30%)	0.30	0.50	0.60
<b>Weiden</b>	Vlak	0.10	0.30	0.40
	Heuvelend	0.16	0.36	0.55
	Sterk heuvelend	0.22	0.42	0.60
<b>Akkerland</b>	Vlak	0.30	0.50	0.60
	Heuvelend	0.40	0.60	0.70
	Sterk heuvelend	0.52	0.72	0.82

<sup>2</sup> Tourbier, J. & Westmacott, R., 1974. Water Resources Protection Measures in Land Development - a Handbook. National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce, Delaware, Newark, Delaware, 237 p.

Afvoercoëfficiënten variëren ook in functie van de neerslagkarakteristieken. Zo zal de afvoer groter zijn bij hevige regenval. Hierover zijn in de literatuur slechts weinig gegevens beschikbaar (Tabel 6.2).

**Tabel 6.2. Afvoercoëfficiënten voor verschillende gewas- en vegetatietypes voor de hydrologische bodemgroep 'B' (naar: Horn and Schwab, 1963)<sup>3</sup>**

Bedekking (vegetatietype) en hydrologische condities	Afvoercoëfficiënt voor neerslagintensiteiten van		
	25 mm/h	100 mm/h	200 mm/h
Rijgewas, slechte condities	0.63	0.65	0.66
Rijgewas, goede condities	0.47	0.56	0.62
Graangewas, slechte condities	0.38	0.38	0.38
Graangewas, goede condities	0.18	0.21	0.22
Hooiweide (rotatie), goede condities	0.29	0.36	0.39
Graasweide (permanent), goede condities	0.02	0.17	0.23
Bos (volgroeid), goede condities	0.02	0.10	0.15

Hydrologische bodemgroepen omvatten bodemtypes met welbepaalde doorlaatbaarheidskarakteristieken op basis van textuur en profielopbouw (Tabel 6.3).

**Tabel 6.3. Hydrologische bodemgroepen (SCS, 1972)<sup>4</sup>**

Bodemgroep	Omschrijving	Infiltratiesnelheid
A	Laagste afvoerpotentiaal. Omvat diepe zanden met zeer weinig leem en klei, ook diepe, snel doorlaatbare löss	8-12 mm/h
B	Matig lage afvoerpotentiaal. Meestal zandige gronden minder diep dan groep A, maar met een meer-dan-gemiddelde infiltratie na grondig natmaken	4-8 mm/h
C	Matig hoge afvoerpotentiaal. Omvat ondiepe gronden en gronden met aanzienlijke hoeveelheden klei en colloïden, maar minder dan deze van groep D. De bodems hebben een minder-dan-gemiddelde infiltratie na voor-verzadiging	1-4 mm/h
D	Hoogste afvoerpotentiaal. Meestal kleien met een hoog zwellingspercentage, maar ook enkele ondiepe bodems met bijna ondoordringbare substraten nabij het oppervlak	0-1 mm/h

<sup>3</sup> Horn, D.L. and Schwab, G.O., 1963. Evaluation of Rational Runoff Coefficients for Small Agricultural Watersheds. ASAE Trans. 6(3), 195-198, 201.

<sup>4</sup> U.S. Soil Conservation Service (SCS), 1972. National Engineering Handbook, Hydrology section, 4, GPO, Washington, DC en U.S. Department of Agriculture ARS, 1970, 41-172.



Factoren voor het converteren van de afvoercoëfficiënten in Tabel 6.2 voor andere bodemtypes worden gegeven in Tabel 6.4.

**Tabel 6.4. Hydrologische-groep-conversiefactoren (Schwab et al., 1993)<sup>5</sup>**

Bedekking (vegetatietype) en hydrologische condities	Factor voor het converteren van de afvoercoëfficiënt voor bodemgroep B naar bodemgroep		
	A	C	D
Rijgewas, slechte condities	0.89	1.09	1.12
Rijgewas, goede condities	0.86	1.09	1.14
Graangewas, slechte condities	0.86	1.11	1.16
Graangewas, goede condities	0.84	1.11	1.16
Hooiweide (rotatie), goede condities	0.81	1.13	1.18
Graasweide (permanent), goede condities	0.64	1.21	1.31
Bos (volgroeid), goede condities	0.45	1.27	1.40

<sup>5</sup> Schwab, G.O., Fangmeier, D.D., Elliot, W.J. and Frevert, R.K., 1993. Soil and Water Conservation Engineering. Fourth Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, 507 p.

Het afvoerpotentieel van verschillende landgebruiken en gewassen, teeltechnieken, bodemtypes en hydrologische toestanden kan ook weergegeven worden door de 'Curve Numbers' in Tabel 6.5.

**Tabel 6.5. CN-waarden (SCS, 1972)<sup>6</sup>**

Landgebruik of gewas	Teeltechniek	Hydrologische toestand	Hydrologische bodemgroep			
			A	B	C	D
Braak	Rechte rij	-	77	86	91	94
Rijgewas	Rechte rij	Slecht	72	81	88	91
	Rechte rij	Goed	67	78	85	89
	Contour	Slecht	70	79	84	88
	Contour	Goed	65	75	82	86
	Terras	Slecht	66	74	80	82
	Terras	Goed	62	71	78	81
Graangewas	Rechte rij	Slecht	65	76	84	88
	Rechte rij	Goed	63	75	83	87
	Contour	Slecht	63	74	82	85
	Contour	Goed	61	73	81	84
	Terras	Slecht	61	72	79	82
	Terras	Goed	59	70	78	81
Dichtgezaaide leguminosen of weiderotatie	Rechte rij	Slecht	66	77	85	89
	Rechte rij	Goed	58	72	81	85
	Contour	Slecht	64	75	83	85
	Contour	Goed	55	69	78	83
	Terras	Slecht	63	73	80	83
	Terras	Goed	51	67	76	80
Begraasde weide		Slecht	68	79	86	89
		Matig	49	69	79	84
		Goed	39	61	74	80
	Contour	Slecht	47	67	81	88
	Contour	Matig	25	59	75	83
	Contour	Goed	6	35	70	79
Permanente weide		Goed	30	58	71	78
Bos		Slecht	45	66	77	83
		Matig	36	60	73	79
		Goed	25	55	70	77
Erf		-	59	74	82	86
Verharde wegen		-	74	84	90	92

<sup>6</sup> U.S. Soil Conservation Service (SCS), 1972. National Engineering Handbook, Hydrology section, 4 GPO, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

## 6.2.2 Verhardingen

Het deel van de effectieve neerslag dat via het oppervlak afstroomt (dus niet infiltreert) hangt af van het type verharding en wordt gekwantificeerd in de zgn. 'afvoercoëfficiënten' (Tabel 6.6).

**Tabel 6.6. Afvoercoëfficiënten voor verschillende oppervlaktetypes in geurbaniseerde gebieden (naar Chow, 1964)<sup>7</sup>**

Type oppervlakte		Afvoercoëfficiënt
Handelscentra	Stedelijk	0.70-0.95
	Gemeentelijk	0.50-0.70
Woonzones	Villawijk	0.30-0.50
	Vrijstaande woningen	0.40-0.75
	Voorstedelijke agglomeratie	0.25-0.40
	Appartementsgebouwen	0.50-0.70
Industriezones	Verspreid	0.50-0.80
	Geconcentreerd	0.60-0.90
Parken en begraafplaatsen		0.10-0.25
Speelvelden		0.20-0.35
Spoorwegen		0.20-0.40
Braakliggende gronden		0.10-0.30
Straten	Geasfalteerd	0.70-0.95
	Beton	0.80-0.95
	Straatstenen	0.70-0.85
Daken		0.75-0.95

<sup>7</sup> Chow, V.T., 1964. Handbook of applied hydrology. Mc Graw - Hill, New York, 1.453 p. + XIV p.





## Gebruikte afkortingen

- ALT : Administratie Land- en Tuinbouw
- AMINAL : Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer
- AWZ : Administratie Waterwegen en Zeewezen
- BPA : Bijzonder plan van aanleg
- DTM : Digitaal terreinmodel
- GIS : Geografisch informatiesysteem
- GNOP : Gemeentelijk natuurontwikkelingsplan
- GWAP : Gemeentelijk wateractieplan
- IN : Instituut voor Natuurbehoud
- MVG : Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
- NGI : Nationaal Geografisch Instituut
- NIS : Nationaal Instituut voor de Statistiek
- OC GIS-Vlaanderen : Ondersteunend Centrum GIS-Vlaanderen
- R.U.S.L.E. : Revised Universal Soil Loss Equation
- SCS : U.S. Soil Conservation Service
- SMART : Specifiek-Meetbaar-Aanvaardbaar-Realiseerbaar- en Tijdgebonden
- TRP : Gemeentelijk rioleringsplan
- VLM : Vlaamse Landmaatschappij
- VMM : Vlaamse Milieumaatschappij
- VVP : Vereniging van Vlaamse Provincies
- VVPW : Vereniging van Vlaamse Polders en Wateringen
- VVSG : Vereniging van Vlaamse Steden en Gemeenten

AMINAL - Afdeling Land, 2001. Werk maken van erosiebestrijding, 33 p.

Besluit van de Vlaamse regering houdende de subsidiëring van de kleinschalige erosiebestrijdingsmaatregelen die door de gemeenten uitgevoerd worden.

Chow, V.T., 1964. Handbook of applied hydrology. Mc Graw-Hill, New York, 1.453 p. + XIV p.

Horn, D.L. and Schwab, G.O., 1963. Evaluation of Rational Runoff Coefficients for Small Agricultural Watersheds. ASAE Trans. 6(3), 195-198, 201.

Librecht, I. en Van Orshoven, J., 2001. Afbakening en differentiatie van bodemkundige aandachtszones voor erosiebestrijding in Vlaanderen. Ground for Gis, K.U.Leuven Research and Development, 28 p.

Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K. & Yoder, D.C., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook no. 703. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, 384 p.

Schwab, G.O., Fangmeier, D.D., Elliot, W.J. and Frevert, R.K., 1993. Soil and Water Conservation Engineering. Fourth Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, 507 p.

Tourbier, J. & Westmacott, R., 1974. Water Resources Protection Measures in Land Development - a Handbook. National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce, Delaware, Newark, Delaware, 237 p.

U.S. Soil Conservation Service (SCS), 1972. National Engineering Handbook, Hydrology section, 4 GPO, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

Van Rompaey, A., Govers, G., Van Oost, K., Van Muysen, W. en Poesen, J., 2000. Bodemerosiesnelheden op landbouwpercelen in Vlaanderen. Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven, 18 p.

Verstraeten, G., Van Oost, K., Van Rompaey, A., Poesen, J. en Govers, G., 2001. Integraal land- en waterbeheer in landelijke gebieden met het oog op het beperken van erosie en modderoverlast (proefproject gemeente Gingelom). Eindrapport. Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven, 64 p.

## Nog vragen?

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap  
Afdeling Land  
Alhambra-gebouw  
Emile Jacqmainlaan 20, bus 6  
1000 Brussel  
Tel.: 02/553 21 86  
Fax: 02/553 21 85

## Nuttige adressen

Instituut voor Natuurbehoud  
Kliniekstraat 25  
1070 Brussel  
Tel.: 02/558 18 11  
Fax: 02/558 18 05

Nationaal Geografisch Instituut  
Abdij ter Kameren 13  
1000 Brussel  
Tel.: 02/629 82 11  
Fax: 02/629 82 12

Nationaal Instituut voor de Statistiek  
Dienst Landbouwstatistiek  
Leuvenseweg 44  
1000 Brussel  
Tel.: 02/548 62 11  
Fax: 02/548 63 67

Vlaamse Landmaatschappij  
Ondersteunend Centrum GIS-Vlaanderen  
Gulden Vlieslaan 72  
1060 Brussel  
Tel.: 02/543 72 29  
Fax: 02/543 73 95



## Andere nuttige adressen

Land Antwerpen  
Vlaams Administratief Centrum  
Copernicuslaan 1, bus 2  
2018 Antwerpen  
Tel.: 03/224 62 30  
Fax: 03/224 62 35

Land Limburg  
Taxandria-Center  
Gouverneur Roppesingel 25  
3500 Hasselt  
Tel.: 011/26 44 61  
Fax: 011/26 44 69

Land Oost-Vlaanderen  
Gebroeders Van Eyckstraat 4-6  
9000 Gent  
Tel.: 09/265 46 33  
Fax: 09/265 46 37

Land Vlaams-Brabant  
Waaistraat 1  
3000 Leuven  
Tel.: 016/21 12 85  
Fax: 016/21 12 89

Land West-Vlaanderen  
Zandstraat 255  
8200 Brugge  
Tel.: 050/45 42 17  
Fax: 050/45 42 19

**Samenstelling en redactie:**

Liesbeth Vandekerckhove, Martien Swerts, Norbert Leyman, Kato Mennens, Hari Neven, Johan Desmet en Marnix De Vrieze  
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap,  
afdeling Land

**Met dank aan:**

Koen Wellemans (ALT), Wouter De Weirdt (MVG, afd. Water, IN), Marc Florus (MVG, afd. Water), Simon Lameire (AquaFin), Katrin Duerinckx (AquaFin), Koen Mergaert (MVG, AWZ), Willy Huybrechts (IN), Toon Van Coillie (VLM), Barbara Gellinck (VLM), Ward De Cooman (VMM), Eddy Poelman (VVP), Peter Priemen (VVPW), Jo Lammens (VVPW) en Koen Marchand (VVSG)  
Begeleidingsgroep van het luik preventie van het strategisch project bagger- en ruimingslib

**Verantwoordelijke uitgever:**

Jean-Pierre Heirman  
Directeur-generaal  
AMINAL  
Koning Albert II-laan 20, bus 8  
1000 Brussel

**Lay-out en druk:**

Afdeling Logistiek - Drukkerij LIN  
Nadia De Braekeler

**Fotografie:**

Martien Swerts, Hari Neven, stad Sint-Truiden

**Depotnummer:**

D/2001/3241/252

**Uitgave:**

December 2001

Gedrukt op milieuvriendelijk papier

De afdeling Land maakt deel uit van de administratie  
Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer (AMINAL)

