Vlaanderen
is erfgoed

Veldhandleiding voor het beschrijven van bodems bij archeologisch onderzoek in Vlaanderen

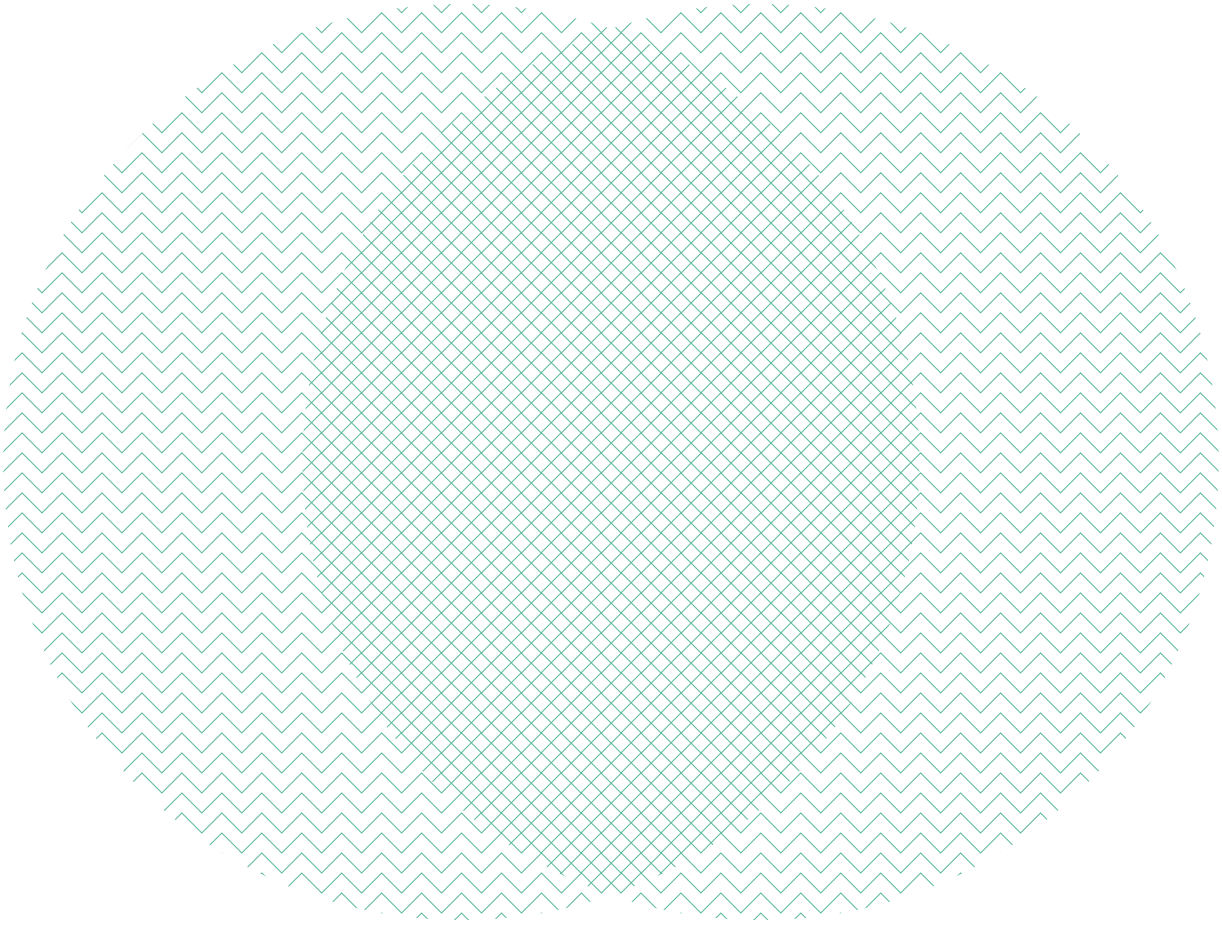
Handleiding Onroerend Erfgoed

Agentschap
Onroerend
Erfgoed

www.onroerenderfgoed.be

Veldhandleiding voor het beschrijven van bodems bij archeologisch onderzoek in Vlaanderen

Jari Mikkelsen, Carole Ampe, Nathalie Cools, Yannick Devos,
Stefaan Dondeyne, Katrien Oorts, Marnix Pieters & Roger Langohr



COLOFON

TITEL
Veldhandleiding voor het beschrijven van bodems bij archeologisch onderzoek in Vlaanderen

REEKS
Handleidingen agentschap Onroerend Erfgoed nr. 29

AUTEURS
Jari Mikkelsen, Carole Ampe, Nathalie Cools, Yannick Devos, Stefaan Dondeyne, Katrien Oorts, Marnix Pieters & Roger Langohr

GRAFISCHE VORMGEVING
Glenn Laeveren & Sylvia Mazereel

JAAR VAN UITGAVE
2022

Een uitgave van agentschap Onroerend Erfgoed Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Overheid, Beleidsdomein Omgeving
Published by the Flanders Heritage Agency Scientific Institution of the Flemish Government, policy area Environment

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER
Peter De Wilde

OMSLAGILLUSTRATIE
Overzicht van een proefsleuvenonderzoek in Mol waar sporen uit de ijzertijd gevonden werden. Deze sporen bevonden zich onder een 60 tot 80 cm dikke plaggenbodem (Plaggic Anthrosol). De sporen werden aangetroffen in begraven uitlogingshorizonten (2E) en klei-aanrijkingshorizonten (2Bt).
Foto en copyright Stefaan Dondeyne.

agentschap Onroerend Erfgoed
Havenlaan 88 bus 5
1000 Brussel
T +32 2 553 16 50
info@onroerenderfgoed.be
www.onroerenderfgoed.be

Dit werk is beschikbaar onder de Open Data Licentie Vlaanderen v. 1.2.
This work is licensed under the Free Open Data Licence Flanders v. 1.2.

Dit werk is beschikbaar onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal-licentie.
Bezoek http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ om een kopie te zien van de licentie.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

https://doi.org/10.55465/TJAE3292
ISSN 2565-7003
D/2022/3241/275

PARTNERS

UNIVERSITEIT GENT
VUB MARI MARITIME CULTURES RESEARCH INSTITUTE
RAAKVLAK Onroerend Erfgoed Brugge en Ommeland
INSTITUUT NATUUR- EN BOSONDERZOEK
VLAAMSE LAND MAATSCHAPPIJ
DEPARTEMENT OMGEVING

Inhoudstafel

INLEIDING 9

INLEIDING 10

HOOFDSTUK 1 15

ALGEMENE INFORMATIE OVER HET ONDERZOEK EN DE LOCATIE/SITE

1 / ALGEMENE INFORMATIE OVER HET ONDERZOEK EN DE LOCATIE/SITE 16

1.1 Projectcode 16
1.2 Interne projectcode 16
1.3 Site locatie 16
1.4 Type onderzoek 16
1.5 (Referentie)profiel/boringnummer 17
1.6 Het herkenningsnummer 17
1.7 Datum bodembeschrijving/datum uitvoering van de boring 17
1.8 Auteur(s) en organisatie 17
1.9 X en Y-coördinaten 17
1.10 Hoogteligging 18
1.11 De weersomstandigheden 18
1.11.1 Weer 18
1.11.2 Temperatuur 19
1.11.3 Bijzondere weersomstandigheden 19
1.12 Veldgegevens specifiek voor een booronderzoek 19
1.12.1 De boorstrategie 19
1.12.2 De boorafstand 19
1.12.3 De oriëntatie van de boorraaien 19
1.12.4 De diameter van de grondboor 19
1.12.5 De boortechniek en type grondboor 20
1.12.6 Boordiepte 20

HOOFDSTUK 2 23

BODEMVORMENDE FACTOREN

2 / BODEMVORMENDE FACTOREN 24

2.1 Moedermateriaal 24
2.2 Substraat 24
2.3 Geomorfologie 24
2.3.1 Algemeen reliëf 24
2.3.2 Hellingspositie, hellingsvorm en oriëntatie 25
2.4 Bodemhydrologie 28
2.4.1 Extern waterregime 28
2.4.2 Actuele watertafel 29

2.5 Hedendaags landgebruik en bodembedekking 29
2.5.1 Plantensoorten (vegetatie) 29
2.6 Antropogene invloed op het landschap (terreinobservaties) 30
2.7 Erosie en sedimentatie 30
2.7.1 Type 30
2.7.2 Activiteit 31

HOOFDSTUK 3 **33**
BESCHRIJVING VAN BODEMHORIZONTEN EN -LAGEN

3 / BESCHRIJVING VAN BODEMHORIZONTEN EN -LAGEN **34**

3.1 Oppervlaktestenen 34
3.2 Horizontgrens 34
3.2.1 Het nummer van de horizont (aardkundige eenheid) 34
3.2.2 De diepte ten opzichte van het maaiveld 34
3.2.3 Horizontbegrenzing - duidelijkheid 35
3.2.4 Horizonttopografie 36
3.3 Bodemvochtigheid 36
3.4 Bodemkleur 37
3.5 Kleurvlekken 37
3.5.1 Kleur 37
3.5.2 Aantal 37
3.5.3 Contrast 38
3.6 De benaming van de aardkundige eenheid (horizontsymbolen) 38
3.6.1 Hoofdhorizonten en -lagen (mastersymbolen) 38
3.6.2 Overgangshorizonten 39
3.6.3 Bijkomende kenmerken van een horizont/laag (subordinate symbolen) 40
3.6.4 Verticale onderverdelingen 41
3.6.5 Lithologische discontinuïteit 41
3.7 Antropogeen (mechanisch) aangevoerd materiaal 42
3.8 Textuur 44
3.8.1 Aanwezigheid van kleihuidjes 46
3.9 Grove fragmenten 46
3.9.1 Type fragmenten 47
3.9.2 Distributie/verspreiding van de grove fractie in het profiel 47
3.9.3 Cappings en pendants 48
3.10 Bodemstructuur 49
3.10.1 Types van bodemstructuur 49
3.10.2 De afmetingen 50
3.10.3 De graad van structuurontwikkeling 50
3.10.4 Samengestelde structuur 51
3.11 Cementatie 52
3.12 Compactie 52
3.13 Levende wortels 53
3.13.1 Aantal 53
3.14 Sporen van dierenactiviteit 53
3.14.1 Type dierenactiviteit 53
3.14.2 Concentratie 53
3.14.3 Toestand 54
3.14.4 Geassocieerde kenmerken 54
3.15 Kalkreactie met HCl (carbonaten) 54
3.16 Accumulaties van ijzer en mangaan 55

HOOFDSTUK 4 59
CLASSIFICATIE VAN HET BODEMPROFIEL

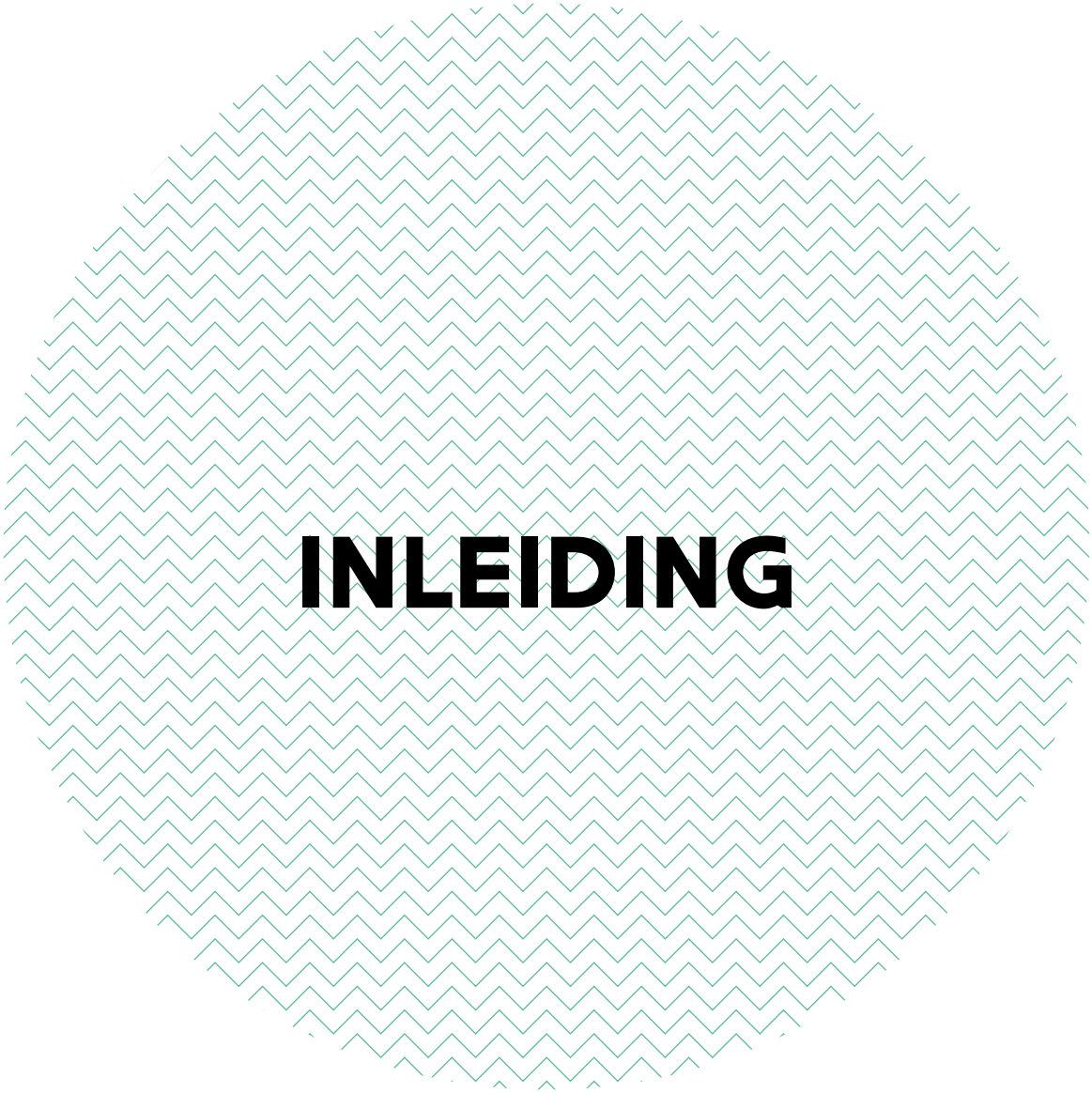
4 / CLASSIFICATIE VAN HET BODEMPROFIEL 60

4.1 Bodemtypes volgens de Belgische Bodemclassificatie 60
4.1.1 De textuurklasse 61
4.1.2 De drainageklassen en het bodemvochtregime 61
4.1.3 de Profielontwikkeling 63
4.2 Beknopte bodembeschrijving 63
4.2.1 Bijzondere bodemkenmerken belangrijk voor de interpretatie 64
4.3 Fotografische opnames 64

REFERENTIES 71
REFERENTIES 72

BIJLAGE 75
BIJLAGE 76

Het profiel toont een begraven grondwaterpodzol (-50/-130 cm) (alle kleuren zijn te wijten aan organische stoffen) met een zwarte humushorizont van een moerasbos (-50/-60 cm). De bovenste 50 cm is aangevoerde grond met bovenaan een 25 cm dikke ploeglaag. In de diepte (-170 cm) bevindt zich iets waterhard, met name doppleriet waarschijnlijk afkomstig van veen in nog lagere posities. Origineel was dit een voethelling van een dekzandrug. De dekzandrug werd genivelleerd voor akkerbouw, zodat het hogere deel van de dekzandrug minder droog werd. Het lagere, moerassige deel (foto) werd opgevuld zodat de grondwatertafel dieper komt te liggen. Dit is een veel voorkomende sequentie in de dekzandrugstreek van Vlaanderen. Site: Aalter / foto en copyright Roger Langohr



INLEIDING

INLEIDING

Er is in Vlaanderen al enige tijd een grote vraag naar een handleiding bodemkunde die toegespitst is op de context van archeologisch onderzoek. De *Code van Goede Praktijk voor de uitvoering van en rapportering over archeologisch vooronderzoek en archeologische opgravingen en het gebruik van metaaldetectoren (versie 4.0) (hierna CGP)* legt heel precies vast wat de aardkundige of de assistent-aardkundige minimaal moet beschrijven bij aardkundig onderzoek (zowel voor boringen als bij profielen) in de context van archeologisch onderzoek in Vlaanderen, maar zegt niet precies hoe dit te doen.
Om aan die vraag tegemoet te komen, gaf het agentschap Onroerend Erfgoed de opdracht aan bodemkundige Jari Mikkelsen van Raakvlak om een handleiding bodemkunde voor archeologisch onderzoek te realiseren en zich daartoe te omringen met een werkgroep van experten binnen het domein.
Het resultaat, deze 'Veldhandleiding voor het beschrijven van bodems bij archeologisch onderzoek in Vlaanderen' komt tegemoet aan de vraag naar ondersteuning bij het kwaliteitsvol uitvoeren van handelingen die de CGP vereist. Deze richtlijnen gelden niet voor controleboringen, noch voor archeologisch booronderzoek.
De CGP omschrijft een referentieprofiel als een afgebakend deel van de opbouw van de ondergrond dat de aardkundige eenheden bevat die het meest representatief zijn voor een samenhangend deel van een gebied. In de praktijk en in de bij het agentschap aangeleverde documenten merken we dat er heel wat onduidelijkheid is over deze formulering. In het bijzonder omtrent de omschrijving 'het meest representatief voor een samenhangend deel van het gebied'. In deze veldhandleiding maken we daarom een onderscheid tussen beschrijvingen op basisniveau en beschrijvingen op referentieniveau en geven we ook aan hoe met het onderscheid tussen beide om te gaan.
De beschrijving op basisniveau omvat de belangrijkste bodemkenmerken en laat toe om, samen met de observaties beschreven op referentieniveau, de observaties op basisniveau correct te interpreteren.
De beschrijving op referentieniveau beschrijft alle bodemkenmerken die nodig zijn om een observatie (bodemprofiel of boring) correct te interpreteren en alle vragen erover te beantwoorden, zonder bijkomende waarnemingen op de site. Het onderzoek van een bodemprofiel heeft een diepte van minstens 120 cm onder het maaiveld of antropogeen aangevoerd pakket, of reikt tot minstens 30 cm in de C-horizont.
Enkel de informatie van de observaties (boringen, profielbeschrijvingen) beschreven op referentieniveau wordt bezorgd aan DOV.

Landschappelijke boringen

Om het aantal beschrijvingen op referentieniveau te bepalen bij een landschappelijk booronderzoek, hanteert de aardkundige de richtlijnen in onderstaande tabel:

AANTAL BORINGEN (N)	AANTAL REFERENTIEBORINGEN
≤20	5
21-30	6
31-40	7
Per bijkomende 10 boringen:	+1

Voorbeeld: *Een booronderzoek telt 23 boringen. Hiervan moet de aardkundige zes boringen op referentieniveau beschrijven. Voor de overige 17 boringen volstaat een beschrijving op basisniveau.*

Voorbeeld: *Een booronderzoek telt 67 boringen. Hiervan moet de aardkundige 7 + (67-40)/10 = 7 + 2,7= 9,7 ≈ 10 boringen op referentieniveau beschrijven. Voor de overige 57 boringen volstaat een beschrijving op basisniveau.*

Voorbeeld: *Een booronderzoek telt 258 boringen. Hiervan moet de aardkundige 7 + (258-40)/10 = 7 +21,8= 28,8 ≈ 29 boringen op referentieniveau beschrijven. Voor de overige 229 boringen volstaat een beschrijving op basisniveau.*

Landschappelijke profielputten, proefsleuven en proefputten, proefputten in functie van steentijd artefactensites en archeologische opgravingen.

Bij landschappelijke profielputten, proefsleuven en proefputten, proefputten in functie van steentijd artefactensites en archeologische opgravingen (inclusief werfbegeleiding) maakt het **bepalen van het aantal profielbeschrijvingen op referentieniveau** deel uit van het bureauonderzoek. Dit gebeurt door de erkende archeoloog na samenspraak met de aardkundige of assistent-aardkundige.

Er zijn twee soorten situaties:

1. Het projectgebied ligt volledig in een zone die gekarteerd is (Bodemkaart van België) volgens de morfogenetische karteringslegende of volgens de legende van de kuststreek:
    - Het aantal karteringseenheden aanwezig binnen het projectgebied op de bodemkaart op schaal 1/20.000 is gelijk aan het minimum te beschrijven aantal aardkundige profielen op referentieniveau. Voor elke karteringseenheid moet er dus minstens één profielbeschrijving op referentieniveau zijn. De aardkundige die het veldwerk uitvoert, kiest zelf de locaties van de bodemprofielen tijdens het veldwerk, zodat elke karteringseenheid op de bodemkaart op schaal 1/20.000 minstens door één referentiebeschrijving is vertegenwoordigd.
    - Als het projectgebied het voorwerp uitmaakt van opeenvolgende fases van vooronderzoek en onderzoek met een aardkundig luik dan kan de aardkundige de profielen beschreven op referentieniveau van alle fases opnemen in de berekening van het aantal op referentieniveau te beschrijven profielen. Dus wanneer er bijvoorbeeld tijdens een vooronderzoek met proefsleuven en proefputten al de nodige profielbeschrijvingen op referentieniveau zijn gemaakt dan hoeft dit niet herhaald te worden bij een eventuele latere archeologische opgraving van dit terrein.

2. Het projectgebied is niet of slechts gedeeltelijk in kaart gebracht (Bodemkaart van België):

    Het volgens de morfogenetische legende of de legende van de kuststreek gekarteerde gedeelte van het projectgebied volgt bovenstaande richtlijnen. Voor het gedeelte van het projectgebied waarover de Bodemkaart van België geen informatie biedt (code OA, OB, OC, OD, OE, OG, OL, ON, OO, OT, OU, OV, OZ, etc.), past de aardkundige volgende regels toe om het aantal referentiebodemprofielen te bepalen:

PROJECTGEBIED IN M^2	MINIMUMAANTAL REFERENTIEBODEMPROFIELEN
<1000	2
1.000-2.000	3
2.000-4.000	4
Per bijkomende 2.000m^2	+1

Hoe bepaal je het registratieniveau voor boringen en voor profielen?

Bij boringen vormt de eerste boring automatisch een boring op referentieniveau. Voor de volgende boringen volstaat in principe een beschrijving op basisniveau. Zodra de horizontenopvolging duidelijk verschilt van de eerste boring en er horizonten verschijnen of verdwijnen of textuur of drainage wijzigt, volgt een nieuwe beschrijving op referentieniveau. De verhouding tussen het aantal boringen en het aantal boringen beschreven op referentieniveau van de tabel hierboven is hierbij een goede richtlijn om aan te houden.

Dezelfde aanpak geldt bij het beschrijven van bodemprofielen. De profielen die de variabiliteit op het terrein vatten, vereisen een beschrijving op referentieniveau. Voor de overige profielen die gelijkaardig zijn aan de referentieprofielen en daarom als ondersteunend kunnen gelden, volstaat een beschrijving op basisniveau.

De aardkundige of assistent-aardkundige maakt de inschatting wanneer een beschrijving op referentieniveau nodig is en beargumenteert dit in het eindverslag.

De veldhandleiding behandelt de belangrijkste bodemkenmerken die mogelijk aan bod komen bij een aardkundig onderzoek op archeologische sites of bij archeologisch onderzoek in Vlaanderen. Om bodembeschrijvingen met elkaar te kunnen vergelijken, zoals bijvoorbeeld bij syntheseonderzoeken, is essentieel dat ze op een objectieve en gestandaardiseerde manier gebeuren. De uniformiteit van de gegevens vergemakkelijkt ook de opname van de informatie in de gegevensbank van de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV).

Het vertrekpunt voor deze veldhandleiding zijn de *FAO Guidelines for Soil Description (FAO 2006)*, een methodiek uitgewerkt door de Wereldvoedselorganisatie met als doel bodems te bestuderen in functie van landbouwproductie. Deze handleiding is afgestemd op de noden van archeologisch terreinonderzoek in Vlaanderen. De aanpassingen zijn gebaseerd op de ervaringen en bevindingen van de auteurs en in het bijzonder op de expertise van prof. em. Dr. Roger Langohr.

De veldhandleiding is een verkorte versie van een uitgebreide bodemhandleiding en is bedoeld voor gebruik door de aardkundige of de assistent-aardkundige tijdens het veldwerk.

Hoofdstuk 1 bespreekt welke algemene informatie men moet noteren over het onderzoek en de locatie van het onderzoek.

Hoofdstuk 2 behandelt de belangrijkste bodemvormende factoren.

Hoofdstuk 3 vormt een handige en beknopte gids voor de bodemkundige beschrijving van de individuele bodemhorizonten of archeologische lagen, zowel in boringen als in bodemprofielen.

Hoofdstuk 4, tot slot, geeft extra info omtrent de classificatie van het bodemprofiel op basis van de profielbeschrijving of boring.

Bodem ontwikkeld in loess met waterstagnatie op ± 40-50cm diepte. De bleke verticale tongen vormen een polygonale structuur en gaan door de fragipan. Site: Zoniënwoud Brussel / foto en copyright: Roger Langohr

HOOFDSTUK 1

ALGEMENE INFORMATIE OVER HET ONDERZOEK EN DE LOCATIE/ SITE

1 / ALGEMENE INFORMATIE OVER HET ONDERZOEK EN DE LOCATIE/SITE

1.1 PROJECTCODE

Dit is het unieke identificatienummer dat door het Agentschap Onroerend Erfgoed aan een fase van het vooronderzoek (onderzoeksmethode) of aan een archeologische opgraving wordt toegekend. Het aardkundig onderzoek heeft ofwel een eigen projectcode zoals bij landschappelijk bodemonderzoek ofwel wordt het uitgevoerd onder de projectcode van een andere fase van het onderzoek, bijvoorbeeld in geval van proefsleuven en proefputten of van een archeologische opgraving.

> **Voorbeeld:**
> 2021H037

1.2 INTERNE PROJECTCODE

De interne projectcode is de code die eventueel nog door de organisator van het aardkundig onderzoek wordt gegeven.

1.3 SITE LOCATIE

De site locatie vermeldt de locatie binnen administratieve entiteiten. Deze bevat minstens de gemeente en indien zinvol een straatnaam of een volledig adres.

1.4 TYPE ONDERZOEK

Het type onderzoek (doel) waarbinnen het (referentie)profiel of de boring wordt opgemaakt (tabel 1).

TABEL 1 / **categorieën voor het type onderzoek**

Landschappelijke profielputten
Proefsleuven en proefputten
Proefputten in functie van prehistorische artefactensites
Opgraving/werfbegeleiding
Bureauonderzoek (controleboringen)
Landschappelijk booronderzoek
Verkennend archeologisch booronderzoek
Waarderend archeologisch booronderzoek
Geofysisch onderzoek
Ander type (definieer)

1.5 (REFERENTIE)PROFIEL/BORINGNUMMER

Het uniek nummer van de boring en het unieke nummer waaronder het (referentie)profiel op het vlakplan is opgenomen en dat binnen het project het (referentie)profiel/de boring identificeert.

1.6 HET HERKENNINGSNUMMER

Het (de) herkenningsnummer(s) van de kaarten of plannen waarop het (referentie)profiel/de boring is (zijn) geregistreerd.

1.7 DATUM BODEMBESCHRIJVING/DATUM UITVOERING VAN DE BORING

De datum van de beschrijving geeft aan hoe oud de gegevens zijn en in welk seizoen deze zijn opgenomen.

> **Voorbeeld**
> 1954-05-31 (jaar; maand; dag)

1.8 AUTEUR(S) EN ORGANISATIE

De voor- en achternaam van de aardkundige (n) of assistent-aardkundige(n) die de registratie van de boring uitvoerde(n) of die de bodembeschrijving realiseerde(n).
Als de persoon die de gegevens valideert, verschilt van het veldteam, moet zijn/haar naam ook worden vermeld. De organisatie waarvoor de auteur werkt op het moment van het veldwerk, wordt eveneens hier gerapporteerd.

1.9 X EN Y-COÖRDINATEN

De X- en Y-coördinaten van de boring of van het begin- en eindpunt van het (referentie)profiel of van de observatie worden met een GPS ingemeten.
Planimetrie in Lambert 72 coördinaten (EPSG:31370) en/of decimale graden met minstens 5 decimalen.

> **Voorbeeld**
> BL72 (EPSG:31370) X: 214082,00; Y: 186130,00
> N 5.28132, E 50.98186

Waar gebruik van een GPS niet mogelijk is, kan je de locatie van een topografische kaart aflezen. Vermeld in dit geval de kaartreferenties. Dit kan ook een digitale kaart zijn.

> **Voorbeeld**
> NGI: 1:50.000, kaartblad 22/4 Gent.

Maak gebruik van onderstaande categorieën (tabel 2) om de manier waarop de x en y-coördinaten werden ingemeten, aan te duiden.

TABEL 2 / **Methodes (categorieën) voor de bepaling van de XY-coördinaten**

XY_topografisch ingemeten
XY_totaalstation
XY_GPS (nk 10m)
XY_GPS RTK-FLEPOS (nk 2-3cm)

1.10 HOOGTELIGGING

Duid de hoogteligging van de bovenzijde ter hoogte van het begin- en eindpunt van het (referentie)profiel of van de boring aan in meter (ten opzichte van de Tweede Algemene Waterpassing) met één cijfer na de komma.
Vermeld volgens het coderingssysteem in tabel 3 hoe de hoogte is gemeten: meting met GPS, bepaling in GIS, aflezing van een topografische kaart,...

> **Voorbeeld**
> 32,1 m, afgelezen van NGI topografisch kaart nr. 33/7-8 Borgloon, 1/25.000.

TABEL 3 / **Methodes (categorieën) voor de bepaling van de Z-coördinaat**

Z_topografisch ingemeten
Z_DHM_v1 100m*100m
Z_DHM_v1 25m*25m
Z_DHM_v1 5m*5m
Z_DHM_v2
Z_totaalstation
Z_GPS – RTK FLEPOS

1.11 DE WEERSOMSTANDIGHEDEN

De weersomstandigheden tijdens het beschrijven van het profiel of de boring.

1.11.1 WEER

Voor het beschrijven van het weer wordt gebruik gemaakt van de categorieën opgelijst in tabel 4. De laatste categorie (geen invloed van weer en wind) is bedoeld voor onderzoeken bijvoorbeeld in een gebouw, in een kelder, onder een afdak,...

TABEL 4 / **De categorieën om de weersomstandigheden te beschrijven**

Zonnig/helder
Gedeeltelijk bewolkt
Bewolkt
Mist
Buien (wisselvallig)
Regen
Smeltende sneeuw
Sneeuw
Geen invloed van weer en wind

1.11.2 TEMPERATUUR

Noteer of de temperatuur is gemeten of geschat en het tijdstip waarop dit gebeurd is. Bij een schatting worden klassen per 5°C toegepast.

> **Voorbeeld**
> 5-10°C geschat.
> 8°C gemeten.

1.11.3 BIJZONDERE WEERSOMSTANDIGHEDEN

Noteer bijzondere weersomstandigheden in de laatste dagen, weken, maanden voorafgaand aan de beschrijving, indien deze een invloed hebben op de site en de huidige bodemtoestand.

> **Voorbeeld**
> Uitzonderlijk intense regen in de laatste weken waardoor de tijdelijke watertafel abnormaal hoog staat.

1.12 VELDGEGEVENS SPECIFIEK VOOR EEN BOORONDERZOEK

1.12.1 DE BOORSTRATEGIE

De boorstrategie wordt vooraf bepaald in functie van de vraagstelling, de bodemtypes, de bodemhydrologie, de complexiteit van het projectgebied en de zichtbare landschapselementen. Mogelijke strategieën zijn:

- Kennisopbouw: booronderzoek volgens voortschrijdend inzicht
- Booronderzoek met vaste boorafstand in transecten
- Booronderzoek met vast verspringend raster

1.12.2 DE BOORAFSTAND

Dit is enkel relevant voor boringen uitgevoerd in een transect of een rasterpatroon:

- Afstand (in m) tussen de boringen langs het transect/raster
- Afstand (in m) tussen de transecten of boorraaien

1.12.3 DE ORIËNTATIE VAN DE BOORRAAIEN

Een boorraai is een reeks boringen die (min of meer) op een rechte lijn worden uitgevoerd, meestal met dezelfde afstand tussen de boringen. Noteer de oriëntatie(s) van de boorraaien in graden of volgens de windrichtingen. Vertrek vanuit de eerst uitgevoerde boorpunten richting de laatst uitgevoerde boorpunten. Bepaal de oriëntatie met een kompas of achteraf in GIS.

> **Voorbeeld**
> Oriëntatie boorraai: 350°-170° of NNW-ZZO.

1.12.4 DE DIAMETER VAN DE GRONDBOOR

De diameter van de gebruikte boorkop in cm.

> **Voorbeeld rapportering**
> Boring gezet met combiboor, 7 cm diameter, vanaf 0 tot 220 cm diepte; guts van 5 cm diameter tussen 220 en 320 cm diepte; guts van 3 cm diameter tussen 320 en 400 cm diepte.

1.12.5 DE BOORTECHNIEK EN TYPE GRONDBOOR

1.12.5.1 DE BOORTECHNIEK

- Manueel
- Mechanisch
- Combinatie

1.12.5.2 MANUEEL BOORTYPE

Vermeld het/de type(s) grondbo(o)r(en) dat/die je binnen eenzelfde booronderzoek gebruikt.

> **Voorbeelden**
> Boortypes geschikt voor bepaalde bodemtexturen:
> - Combiboor
> - Zandboor
> - Grofzandboor
> - Kleiboor
> - Grindboor

> Speciale boortypes:
> - Riversideboor
> - Gutsboor
> - Veenboor
> - Zuigerboor
> - Pulsboor
> - Schroefboor

> Andere (voeg beschrijving toe)

1.12.5.3 MECHANISCH BOORTYPE

Vermeld het type mechanische boor dat je binnen eenzelfde booronderzoek gebruikt.

> **Voorbeelden**
> - Geoprobe steekboring
> - (Sonische) piston boring
> - (Sonische) piston boring met Aqualock
> - Begemannboring
> - Andere (voeg beschrijving toe)

1.12.6 BOORDIEPTE

Noteer de totale boordiepte in cm van elke boring. De bovenzijde (0 cm-diepte) van het profiel is het organische, minerale of antropogene oppervlak, uitgezonderd de strooisellaag (zie § 3.2.2, Figuur 6). Een asfaltwegdek of een tegelvloer is dus een deel van de boring.

> **Voorbeeld: rapportering van de veldgegevens specifiek voor een booronderzoek**
> Landschappelijk booronderzoek met vaste boorafstand in transecten. Langs een transect is er elke 50 m een boring uitgevoerd, de afstand tussen de boorraaien met een NNW oriëntatie bedraagt 35 m. Elke 5de boring werd op referentieniveau beschreven. Tijdens het booronderzoek werd een combiboor, diameter 7 cm, tot het niveau van de grondwatertafel gebruikt. Vanaf dan werd er verder met een gutsboor van 3 cm diameter geboord.

Plaggenbodem (±70cm) met begraven dunne (±25cm) Podzol boven een glauconiethoudend kleiig substraat.
Site: Straalse Bossen Olmen / foto en copyright: Nathalie Cools

HOOFDSTUK 2

BODEMVORMENDE FACTOREN

2 / BODEMVORMENDE FACTOREN

De informatie omtrent moedermateriaal, substraat, geomorfologie, bodemhydrologie, hedendaags landgebruik en bodembedekking, antropogene invloed op het landschap en erosie en sedimentatie (2.1 tot 2.7) die hier gevraagd wordt, is bedoeld om de beknopte tekstuele beschrijving van het bodemprofiel inclusief interpretatie te kunnen opstellen. De bodemvormende factoren worden bepaald aan de hand van een bureauonderzoek in combinatie met eigen veldobservaties.

2.1 MOEDERMATERIAAL

Beschrijf tijdens het veldwerk het moedermateriaal en eventuele dieperliggende substraten. Het moedermateriaal is de afzetting, het sediment of het gesteente waarin de bodem zich heeft ontwikkeld en waarin geen of bijna geen herkenbare bodemvorming is opgetreden. Voor meer informatie over het moedermateriaal en het substraat (§ 2.2) kan de Bodemkaart van België of de Quartairgeologische Profieltypekaart van Vlaanderen worden geconsulteerd (zie bv. www.dov.vlaanderen.be).

> **Voorbeeld**
> Kalkhoudende Brabantiaan löss. Kalkhoudende pleniglaciale dekzanden. Kalkloze laatglaciale dekzanden. Holocene stuifzanden. Kalkhoudend Holoceen alluvium. Groene Tertiaire zandige klei. Kalkhoudende kustduinzanden. Kalkhoudende polderklei.

2.2 SUBSTRAAT

Het substraat is een sediment of gesteente dat zich onder het moedermateriaal bevindt en er duidelijk van verschilt. Het substraat kan bijvoorbeeld het vochtregime van de bodem sterk beïnvloeden. Vermeld steeds de diepte waarop het substraat zich bevindt.

> **Voorbeeld**
> Tertiaire zandige klei onder 80 cm löss.
> Maasgrind onder laatglaciale dekzanden, op een diepte van 30 cm

2.3 GEOMORFOLOGIE

2.3.1 ALGEMEEN RELIËF

Maak onderscheid op basis van de schaal:

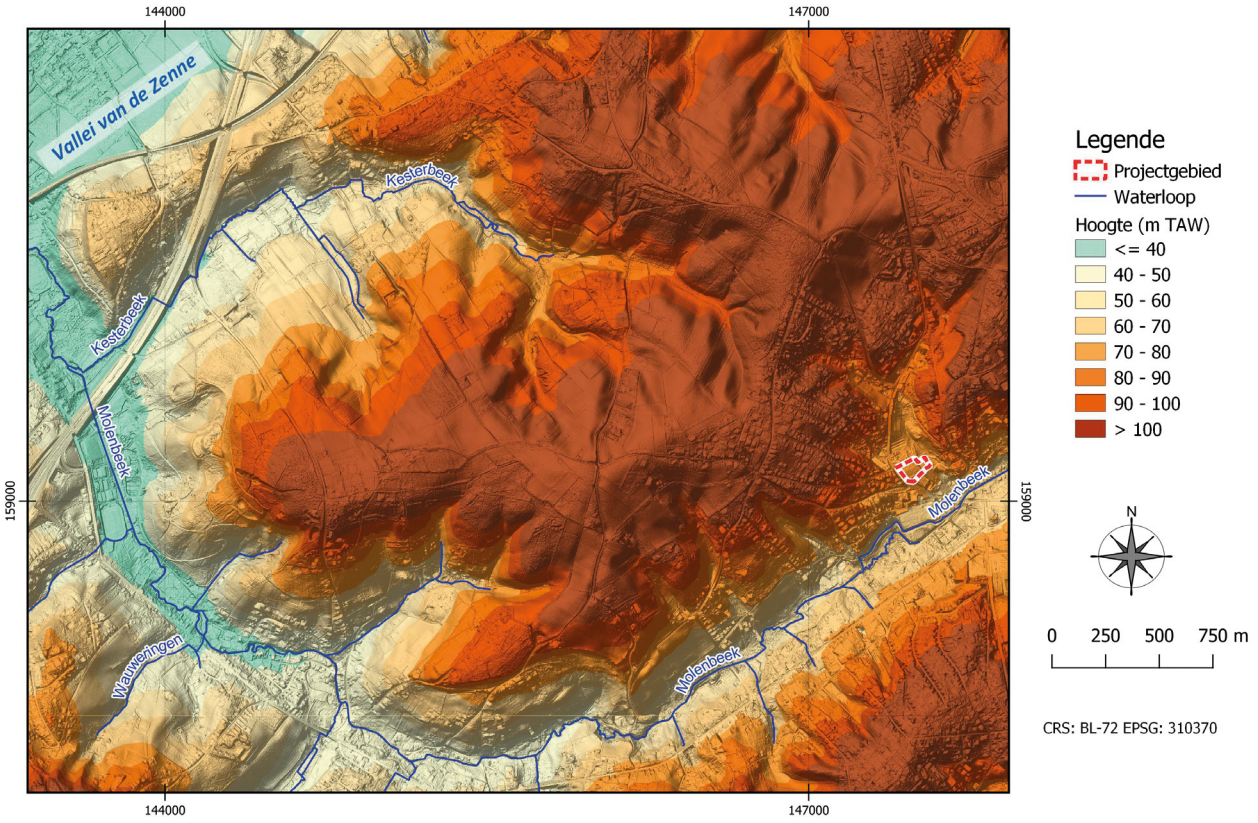
- Macroreliëf: op schaal van een gemeente of dorp.
- Mesoreliëf: op schaal van een huis, een boerderij.
- Microreliëf: kleine elementen die belangrijk zijn voor de aanleg van een gracht, een waterput, een silo.

> **Voorbeeld macroreliëf**
> - De samenvloeiing van Schelde en Leie; zie figuur 1 voor een voorbeeld van macrorelief.
>
> **Voorbeeld mesoreliëf**
> - Voethelling; zie Figuur 2 voor een voorbeeld van mesoreliëf.
>
> **Voorbeeld microreliëf**
> - In een geul; zie Figuur 3 voor een voorbeeld van microreliëf.

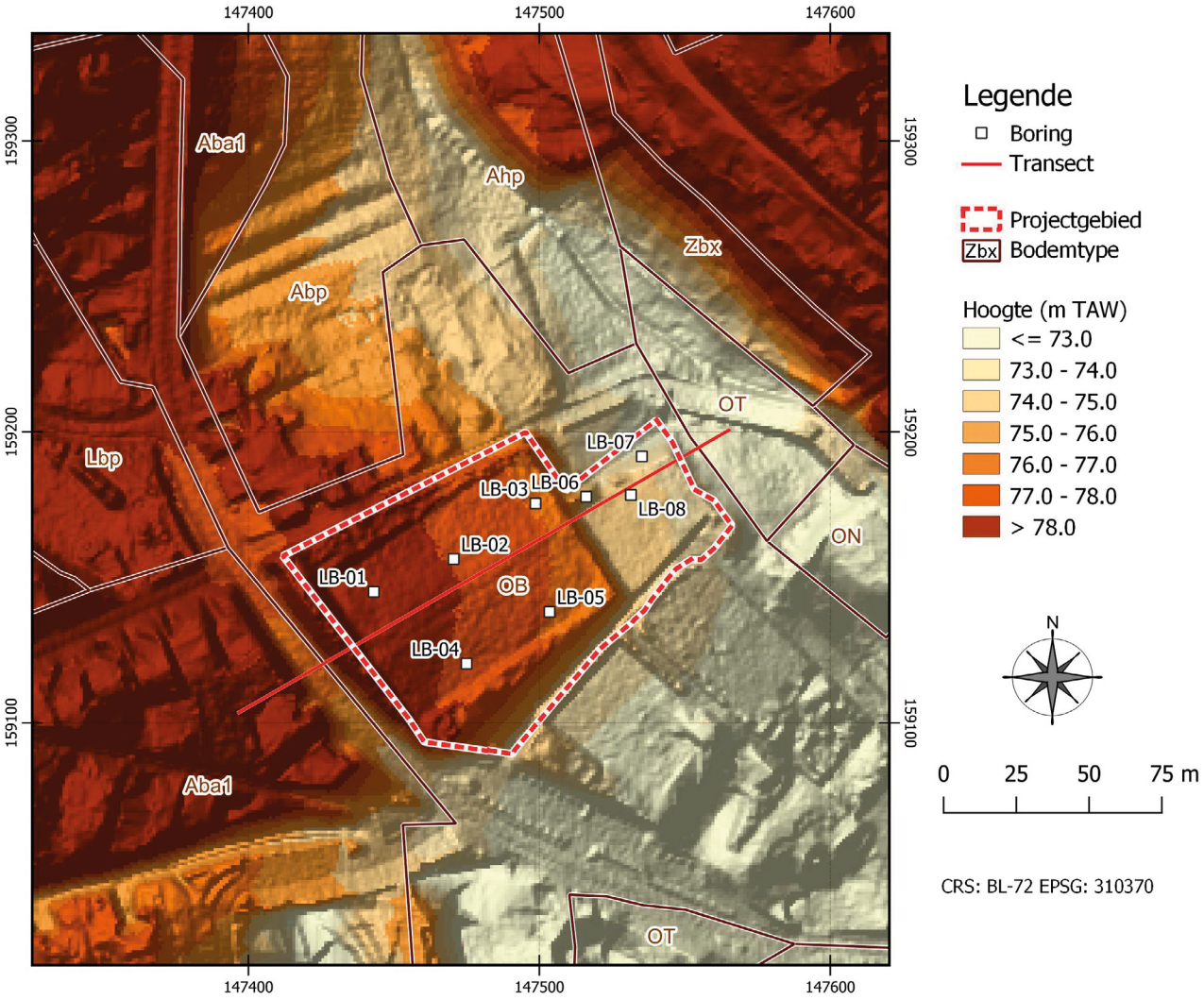
2.3.2 HELLINGSPOSITIE, HELLINGSVORM EN ORIËNTATIE

2.3.2.1 HELLINGSPOSITIE

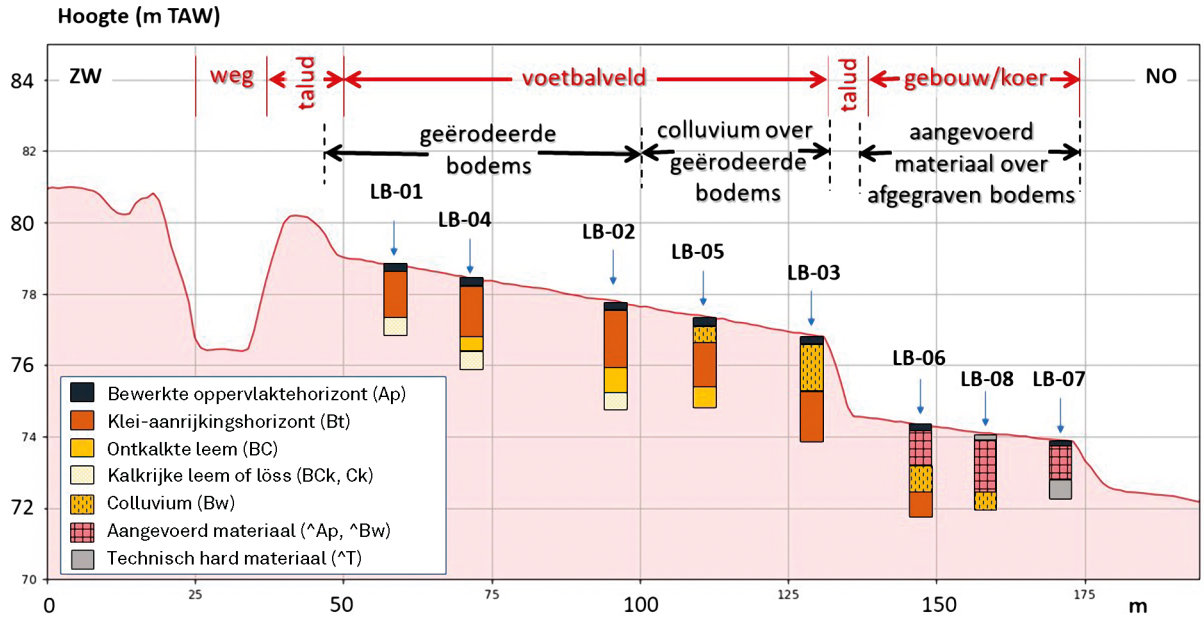
De positie van de bodemobservatie op de helling is belangrijk. Niet alleen heeft de helling invloed op de externe en interne drainage, maar ook op het risico voor erosie en sedimentatie (colluvium). Waar mogelijk wordt de landschapspositie van het projectgebied best door kaarten en transecten geïllustreerd (zie voorbeelden Figuur 1 tot Figuur 3).



FIGUUR 1 – **Voorbeeld van het macroreliëf: de topografie en hydrografie rond het projectgebied (Bron data: hydrografische netwerk, en topografie afgeleid van 1 m resolutie LiDAR data, DOV.Vlaanderen; kaart: Stefaan Dondeyne)**



FIGUUR 2 – **Voorbeeld van het mesoreliëf rond het projectgebied. De rode lijn duidt de locatie van de boorraai aan (Bron data: hydrografische netwerk, en topografie afgeleid van 1 m resolutie LiDAR data, DOV.Vlaanderen; kaart: Stefaan Dondeyne)**



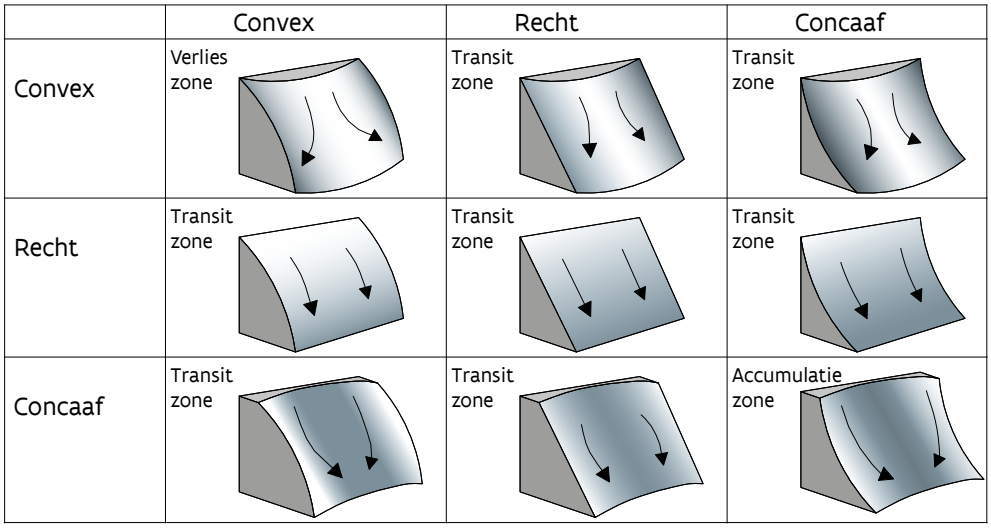
FIGUUR 3 – **De boorraai in functie van de topografie en het microreliëf. De verticale overdrijving is 6 maal (Tekening: Stefaan Dondeyne).**

2.3.2.2 HELLINGSVORM (FIGUUR 4).

Dikwijls is er een verband met de erosie/sedimentatie processen veroorzaakt door water (tabel 5).

TABEL 5 / **De categorieën om de hellingsvorm te beschrijven**

CATEGORIEËN	OMSCHRIJVING
Vlak	Geen of weinig erosie (horizontaal)
Convex	Erosiegevoelig
Recht	Erosiegevoelig; hoe langer de helling, hoe groter het risico op erosie
Concaaf	Zone van sedimentatie (colluvium)
Complex	Onregelmatig

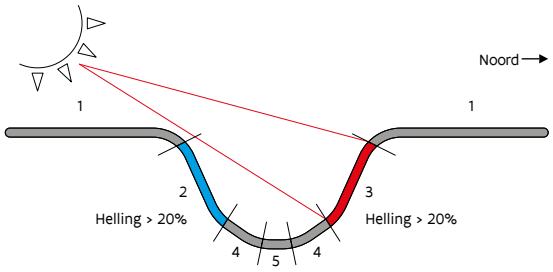


FIGUUR 4 – **Voorbeelden van hellingsvormen. Bepaal eerst de hellingsvorm langs de hoogtelijnen (horizontale rij), vervolgens loodrecht op de hoogtelijnen (verticale kolom). De tekening onderaan links is een voorbeeld van een concaaf-convexe hellingspositie bepaald ten opzichte van de bodemobservatie (boring, profiel) (door Sylvia Mazereel naar Wysocki et al. 2000)**

2.3.2.3 HELLINGSORIËNTATIE – EXPOSITIE

De oriëntatie is bepalend voor enerzijds de hoeveelheid neerslag en zonne-energie die de helling ontvangt en anderzijds voor het effect van de wind op de helling, en is daarom belangrijk om te noteren (Figuur 5). Duid de oriëntatie van een helling aan met de windrichting.

> **Voorbeeld:**
> ONO: betekent dat de helling gericht is of kijkt naar het oostnoordoosten.



FIGUUR 5 – **Voorbeeld ter illustratie van het belang van de hellingsoriëntatie: de rode helling is naar het zuiden (Z) gericht, de blauwe naar het noorden (N) (door Sylvia Mazereel volgens Petit & Heyninck 2019).**

2.4 BODEMHYDROLOGIE

2.4.1 EXTERN WATERREGIME

Het extern waterregime ter hoogte van de aardkundige observatie wordt onder andere bepaald door de topografie. Is de bodem gelegen in een zone waar water eerder naar toe vloeit of net het omgekeerde? Maak volgend onderscheid (tabel 6).

TABEL 6 / **Categorieën voor het extern waterregime te omschrijven**

Water toevoer
Noch toevoer noch afvoer van water
Water afvoer

2.4.2 ACTUELE WATERTAFEL

Meet de diepte in cm tot aan de watertafel na beëindiging van de boring of bodemobservatie. Noteer hierbij na hoeveel tijd de waterstand werd gemeten.

> **Voorbeeld**
> Watertafel op 128 cm onder maaiveld, 55 min na beëindiging van de boring.

2.5 HEDENDAAGS LANDGEBRUIK EN BODEMBEDEKKING

Categorieën van de combinatie van landgebruik en bodembedekking. De lijst van voorbeelden kan verder worden aangevuld:

> **Voorbeelden**
> - Akker
> - Ingezaaid grasland
> - Grasland zonder begrazing (hooiland)
> - Grasland met begrazing
> - Boomgaard (met gras, zonder gras)
> - Houtkant en struiken
> - Duinen met of zonder vegetatie
> - Loofbos (gesloten, open…)
> - Naaldbos (gesloten, open…)
> - Gemengd bos (gesloten, open…)
> - Moeras
> - Veen
> - Heide
> - Braakliggend
> - Residentiële zone
> - Stad, dorp, bewoning
> - Industriezone
> - Recreatiezone (bv. park, voetbalplein…)
> - Ander landgebruik

2.5.1 PLANTENSOORTEN (VEGETATIE)

Noteer, indien relevant, het vegetatietype en de belangrijkste plantensoorten.

> **Voorbeelden**
> Naaldbos van grove den (*Pinus sylvestris*), natte heide met dopheide (*Erica tetralix*); droge heide met struikhei (*Calluna vulgaris*); beukenbos zonder ondergroei (Fagetum nudum); akker met suikerbieten.

2.6 ANTROPOGENE INVLOED OP HET LANDSCHAP (TERREINOBSERVATIES)

Huidige en/of vroegere menselijke activiteiten kunnen zichtbare sporen op het terrein achterlaten. Deze sporen hebben mogelijk het landschap of de fysische en chemische eigenschappen van de bodem (geen erosie) beïnvloed. Dit kan belangrijk zijn voor de interpretatie en de eventuele bewaring van een archeologische site. Hieronder vind je een lijst met voorbeelden van zo'n activiteiten.

Voorbeelden (meerdere keuzes zijn mogelijk)

- Vegetatie (zwak/matig/ernstig verstoord)
- (Diep)ploegen
- Plaggen
- Beddenbouw
- Nivelleren
- Ophogen
- Afgraven (ontginnen)
- Afgraven (greppels)
- Drainage (bv. via buizen of grachten)
- Bodemverdichting (betreden, berijden)
- Spoorvorming door berijden
- Bodemafdekking (weg, oude vloer, asfalt...)
- Ontruiming (bv. van bos of gebouw)
- Bosexploitatie
- Verontreiniging (bv. olie, bouwafval)
- Archeologie (zichtbaar, bv. grafheuvels of dijken)
- Overige (toelichten)

2.7 EROSIE EN SEDIMENTATIE

2.7.1 TYPE

Beschrijf erosie en sedimentatie volgens het type: watererosie, winderosie, (bodem)bewerkingserosie, massabewegingen (aardverschuivingen...). Meerdere vormen tegelijk zijn mogelijk.

Voorbeelden

- Geen erosie
- Erosie door water
- Laagsgewijze erosie door water
- Geultjeserosie door water
- Ravijnerosie door water
- Tunnelerosie door water
- Sedimentatie door water
- Erosie door wind
- Sedimentatie door wind
- Erosie gerelateerd aan dierlijke activiteit (konijnen, vossen, koeien etc.)

- Erosie gerelateerd aan menselijke activiteit
- Nivelleren (erosie en sedimentatie veroorzaakt door de mens)
- Sedimentatie, gerelateerd aan menselijke activiteit
- Massabeweging (grondverschuivingen etc.)

2.7.2 ACTIVITEIT

Beschrijf de periode van erosie/sedimentatie (tabel 7).

TABEL 7 / **De categorieën voor de periode van erosie/sedimentatie te omschrijven**

Geen erosie in het Holoceen (bosbestanden)
Versnelde en natuurlijke erosie niet waargenomen
Periode van activiteit niet gekend
Actief in de prehistorie
Actief in de historische periode
Actief in een recent verleden (laatste 100 jaar ongeveer)
Tot op vandaag actief

Schorrebodem met reductiehorizont. De sedimentatie bovenaan is nog actief. 0–50 cm: gestratificeerde horizont, licht gevlekt, fluctuerende grondwatertafel. 50–85 cm: niet gestratificeerde horizont, sterk gevlekt, fluctuerende grondwatertafel. 85+ cm: blauwgrijze reductiehorizont: permanente grondwatertafel. Vanaf deze diepte blijven de organische stoffen bewaard.
Site: Schorre van de Ouden Doel, Beveren / foto en copyright: Jari Hinsch Mikkelsen

HOOFDSTUK 3

BESCHRIJVING VAN BODEMHORIZONTEN EN -LAGEN

3 / BESCHRIJVING VAN BODEMHORIZONTEN EN -LAGEN

Een aantal te beschrijven kenmerken behoren niet tot de minimale set gevraagd in de Code van Goede Praktijk maar kunnen wel belangrijk zijn voor het item 'andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen)' zowel in de profielbeschrijvingen als bij de beschrijvingen van boringen.

3.1 OPPERVLAKTESTENEN

Beschrijf de aanwezigheid van gesteenten aan de oppervlakte, al dan niet gedeeltelijk begraven, in termen van percentage oppervlaktedekking, afmetingen, vorm, soort gesteente, graad van verwering etc. Zijn de stenen *in situ* of door de mens tot op de site gebracht?
Gebruik de volgende indeling (tabel 8) en schat de twee-dimensionale oppervlakte ingenomen door stenen in met behulp van figuur 14.

TABEL 8 / **De categorieën voor de concentratie aan oppervlaktestenen**

Geen (0%)
Zeer weinig (0-2%)
Weinig (2-5%)
Vaak (5-15%)
Veel (15-40%)
Zeer veel (>40%)

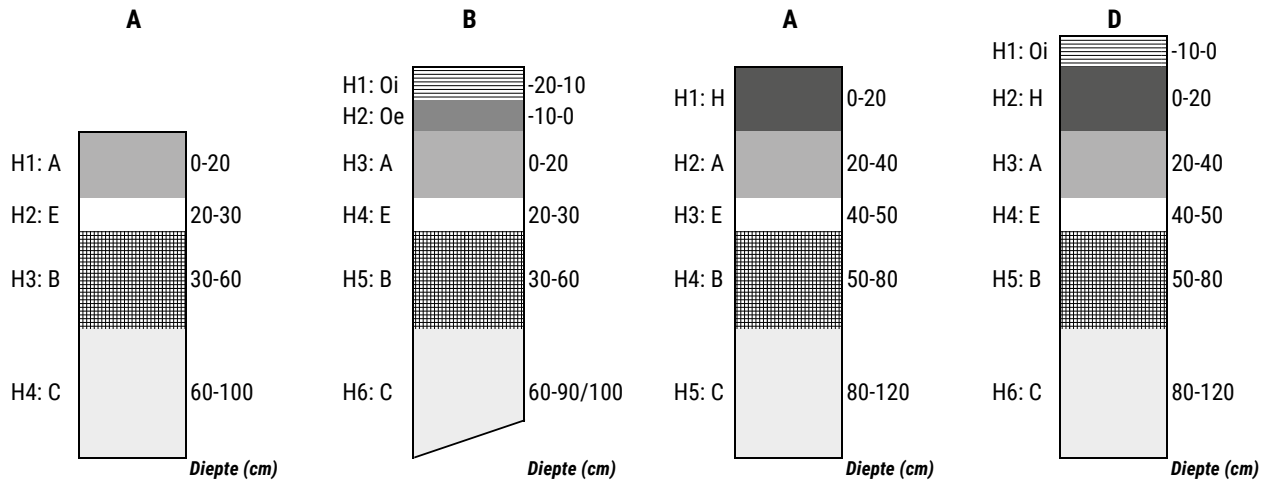
3.2 HORIZONTGRENS

3.2.1 HET NUMMER VAN DE HORIZONT (AARDKUNDIGE EENHEID)

Geef elke aardkundige eenheid een uniek en vast nummer (1, 2, 3 enz.) na het afbakenen van de horizontgrenzen.

3.2.2 DE DIEPTE TEN OPZICHTE VAN HET MAAIVELD

Meet de diepte(s) van de boven- en ondergrens van elke aardkundige eenheid in cm vanaf het oppervlak van de minerale bodem (figuur 6). In geval van een schuine begrenzing wordt de hoogste en laagste waarde gegeven. De meeste horizontgrenzen zijn overgangszones in plaats van scherpe grenzen. *Let op:* noteer (ja/nee) of de onderkant van de diepste horizont bereikt is.
Is er een strooisellaag aanwezig, duid dan de begrenzing van de organische horizonten met negatieve cijfers aan. Deze werkwijze is o.a. zo gekozen omdat de dikte van de strooisellagen (Oi-, Oe-, Oa-horizonten) met de tijd (snel) kan veranderen (zie § 3.6 voor de uitleg omtrent de horizontsymbolen).



FIGUUR 6 – **Voorbeelden van hoe de horizontdiepte in het veld wordt vastgelegd. Deze diepten zijn belangrijk voor de profielbeschrijving en voor de bemonstering. A) minerale bodem; B) bodem met twee verschillende strooisellagen; C) veenontwikkeling bovenop minerale bodem; D) strooisellaag bovenop veen dat op zijn beurt rust op een minerale bodem. Profiel B kent een schuine einddiepte, hier wordt de hoogste en de laagste waarde aangegeven.**

3.2.3 HORIZONTBEGRENZING - DUIDELIJKHEID

De duidelijkheid van de ondergrens van een horizont of laag verwijst naar de dikte van de grenszone tussen aanliggende aardkundige eenheden (tabel 9). Meet de dikte van de overgangszone tussen de twee aanliggende horizonten. Dit is de afstand tussen het punt waar kenmerken van de onderste horizont beginnen en het punt waar de kenmerken van de bovenste horizont stoppen of anders gesteld de afstand tussen het punt waarin je zeker nog in de bovenliggende horizont bent en het punt waarin je zeker al in de onderliggende horizont bent. In het geval van een recente ploeglaag bijvoorbeeld is dat vaak maar 1 of 2 mm.

TABEL 9 / **De categorieën van horizontbegrenzing en de dikte van deze begrenzing**

CATEGORIEËN	DIKTE GRENSOVERGANG	SUBCATEGORIE	DIKTE GRENSOVERGANG
Abrupt	0-2 cm	Messcherp	0–0,3 cm
		Zeer scherp	0,3–0,5 cm
		Scherp	0,5–2,0 cm
Duidelijk	2-5 cm		
Geleidelijk	5-15 cm		
Diffuus	>15 cm		

Voor de categorie ‘Abrupt’ kan ook gekozen worden om de categorie verder te specifiëren volgens de subcategorieën (Messcherp, Zeer Scherp of Scherp).
Bij onderzoek waar de duidelijkheid van de horizontgrens belangrijk is, wordt de exacte dikte van de grensovergang (in cm) best genoteerd.

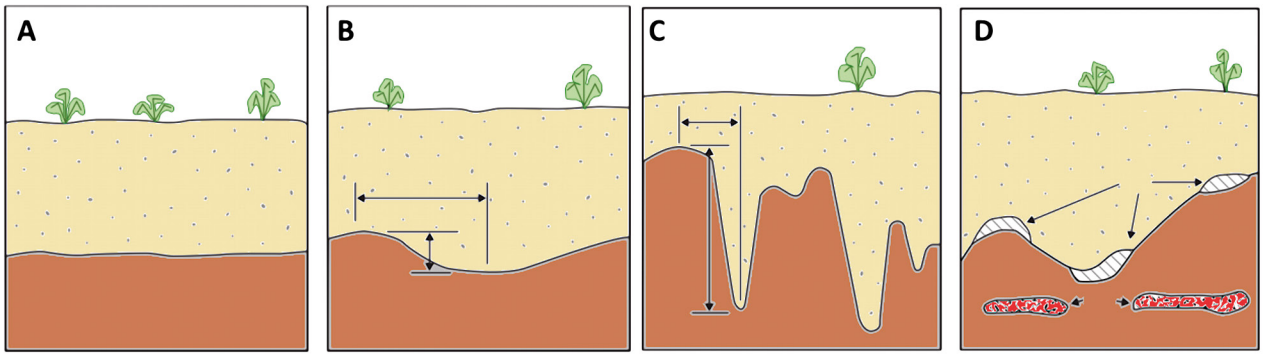
> **Voorbeeld**
> 0.1 cm grens; 1-3 cm grens

3.2.4 HORIZONTTOPOGRAFIE

De horizonttopografie geeft de vorm van de grens aan (tabel 10; figuur 7).

TABEL 10 / **De categorieën voor de horizonttopografie te omschrijven**

CATEGORIEËN	OMSCHRIJVING
Recht	Bijna vlak verlopend
Golvend	Instulpingen minder diep dan breed
Onregelmatig	Instulpingen dieper dan breed
Onderbroken	Discontinu



FIGUUR 7 – **De meest voorkomende horizont-topografieën. A) Recht, B) Golvend, C) Onregelmatig; D) Onderbroken of discontinu (Aangepast naar Schoeneberger et al. 2012).**

3.3 BODEMVOCHTIGHEID

Duid per aardkundige eenheid de actuele bodemvochtigheid aan. Aangezien de kleur van een bodem varieert naargelang de vochttoestand, is het belangrijk de conditie waarin de kleur werd bepaald, te noteren. Hieronder vind je een handige veldtest om de vochtigheidsgraad te bepalen (tabel 11).

TABEL 11 / **Categorieën om de bodemvochtigheid te bepalen en te omschrijven.**

CATEGORIEËN	BIJ BEVOCHTIGEN WORDT DE BODEM:	BIJ WRIJVEN WORDT DE BODEMKLEUR:	ANDERE KENMERKEN:
Droog	Donker	Bijna niet lichter	
Licht vochtig	Iets donkerder	Duidelijk lichter	Geen glanzend bodemoppervlakte
Vochtig	Geen verandering	Duidelijk lichter	Zwak glanzend bodemoppervlakte
Nat	Geen verandering	Geen verandering	Glanzend bodemoppervlakte; waterverzadigd

3.4 BODEMKLEUR

Kleur is één van de belangrijkste bodemkenmerken voor aardkundig onderzoek. Het is het eerste kenmerk dat je ziet en het is het voornaamste kenmerk waarop je steunt om de aardkundige eenheden te onderscheiden. Men onderscheidt bijvoorbeeld een “zwarte”, “bruine” of “grijze” laag of horizont.

Bepaal de kleur volgens het Munsell kleursysteem (code en benaming), samen met de vochtigheidstoestand van de bodem (zie § 3.3). De Munsell code bevat drie componenten:

- Hue: dominante spectrale kleur of tint (houdt verband met de golflengte van het licht – cfr. regenboog);
- Value: graad van donker (1) tot licht (8) of van zwart tot wit (hoeveelheid gereflecteerd licht);
- Chroma: zuiverheid en sterkte (intensiteit) van spectrale kleur van bleek (1) tot helder (8).

Voorbeelden

KLEURKAART:	10YR	GLEY 2 [1]	10Y – 5GY[2]	WHITE [3]
Code	10YR 5/6	10BG 4/1	5GY 4/4	7.5YR 9.5/2
Hue	10YR (geelrood)	10BG (blauwgroen)	5GY (groengeel)	7.5YR (geelrood)
Value	5	4	4	9.5
Chroma	6	1	4	2
Naam	Geelachtig bruin	Donker groenachtig grijs	Olijfgroen	Licht geelachtig roze

[1]. Speciale kleurkaart voor kleuren van zuurstofarm, sterk gereduceerd bodemmateriaal (gleykleuren)
[2]. Speciale kleurkaart voor glauconiethoudende bodems
[3]. Speciale kleurkaart voor kalk, silica, pleister, gips, zout etc.
Voorbeelden rapportering kleur:
Grijsachtig bruin 10YR 5/2 (vochtig) en lichtbruin grijs 10YR 6/2 (droog),
Donker grijsbruin tot grijsbruin 2.5Y 4,5/2 (vochtig) en lichtbruin grijs 2,5Y 6/2 (droog).

3.5 KLEURVLEKKEN

Vlekken kunnen allerlei vormen aannemen en zijn zones met een kleur die verschillend is van de dominante kleur van de bodemmatrix. Ze geven meestal aan dat de bodem afwisselend natte (reducerende) en droge (oxiderende) omstandigheden ondergaat. Andere vlekken kunnen het gevolg zijn van ongelijkmatige verwering van het moedermateriaal, klei (+ ijzer) migratie en accumulatie, selectieve afbraak door schimmels/bacteriën van organisch materiaal enz. Beschrijf de vlekken in termen van kleur, aantal en contrast. Verder kan ook de grootte (in cm) en de duidelijkheid van de begrenzing (zie § 3.2.3) van de vlekken worden bepaald. Bovendien kan de vorm, de positie of elk ander kenmerk worden beschreven.

3.5.1 KLEUR

Bepaal de kleuren met de Munsell Soil Color Charts (zie § 3.4).
Als de kleur verandert na blootstelling aan de lucht (door oxidatie), bepaal dan de kleur zowel voor als na de oxidatie.

3.5.2 AANTAL

Schat het percentage ingenomen door vlekken per aardkundige eenheid (zie figuur 14) en verdeel onder in categorieën (tabel 12). Wanneer vlekken zo overheersen dat een onderscheid tussen matrix- en vlekkenkleur niet meer mogelijk is, beschrijf dan de overheersende kleuren (als bodemmatrixkleuren, zie §3.4).

TABEL 12 / **Categorieën voor het schatten van het aantal vlekken**

Zeer weinig (0-2%)
Weinig (2-5%)
Vaak (5-15%)
Veel (15-40%)
Zeer Veel (>40%)

3.5.3 CONTRAST

Beschrijf het kleurcontrast tussen vlekken en de matrix (tabel 13).

TABEL 13 / **De categorieën voor het omschrijven van de kleurcontrast van vlekken**

CATEGORIE	OMSCHRIJVING
Onduidelijk	De vlekken zijn enkel van dichtbij zichtbaar. Bodemkleuren van zowel de matrix als van de vlekken verschillen weinig van elkaar.
Duidelijk	De vlekken zijn gemakkelijk te zien. Hue, chroma of value van de matrix is eenvoudig te onderscheiden van de vlekken.
Uitgesproken	De vlekken zijn opvallend. Hue, chroma en value, alleen of in combinatie, liggen verschillende eenheden uit elkaar.

3.6 DE BENAMING VAN DE AARDKUNDIGE EENHEID (HORIZONTSYMBOLEN)

3.6.1 HOOFDHORIZONTEN EN -LAGEN (MASTERSYMBOLEN)

De hoofdletters H, O, A, E, B, C, L, R en T vertegenwoordigen de hoofdhorizonten of -lagen (tabel 14).

TABEL 14 / **De benaming van de hoofdhorizonten of -lagen.**

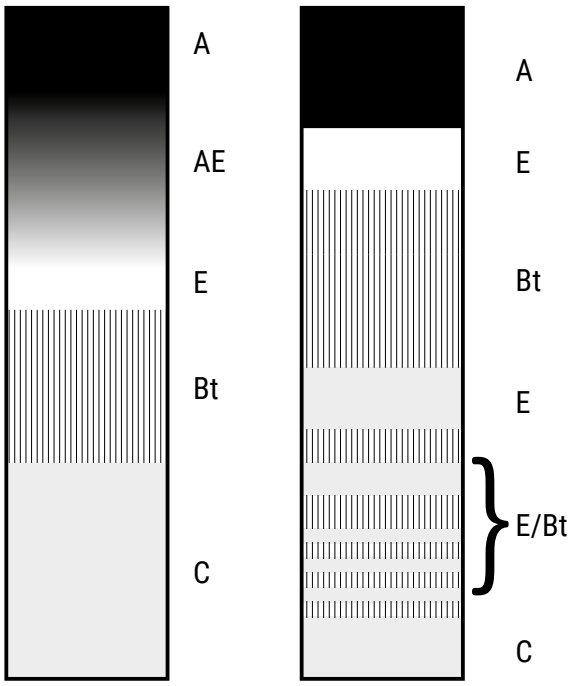
SYMBOOL	BESCHRIJVING
H	Organische horizont gevormd onder langdurig waterverzadigde omstandigheden (veen). De H-horizonten worden naargelang de graad van ontbinding verder ingedeeld: Hi (*fibric*), vrijwel intacte plantenresten, He (*mesic*), gedeeltelijk verteerd, Ha (*sapric*), doorgedreven stadium van ontbinding.
O	Organische horizont gevormd door accumulatie van plantenresten die op het bodemoppervlak zijn gevallen, maar niet in waterverzadigde omstandigheden. Oi: bestaat uit niet tot weinig verteerd organisch materiaal, vooral strooisel zoals bladeren/naalden, twijgen, houtachtige materialen. Oe: bestaat uit matig verteerd, vooral gefragmenteerd organisch materiaal waarvan de originele structuur nog te herkennen is. Oa: bestaat uit vooral sterk verteerd organisch materiaal, humus; de originele structuur van het organisch materiaal is niet langer herkenbaar.
A	Minerale horizont aangerijkt met gehumificeerd organisch materiaal, gevormd aan of nabij het oppervlak.
E	Minerale horizont waaruit klei en/of ijzer en/of aluminium zijn uitgeloogd (eluviatie); heeft meestal een lichtere kleur en/of lichtere textuur dan de boven- en onderliggende horizonten.

SYMBOOL	BESCHRIJVING
B	Minerale horizont meestal onder een A- of E-horizont, waarin bodemprocessen hebben plaatsgegrepen; de originele stratificatie of sedimentstructuur (i.e. geologische structuur) is ten minste grotendeels verdwenen. De belangrijkste bodemprocessen bij het transformeren van een C-horizont in een B-horizont zijn: Kleurontwikkeling (verbruining), Structuurontwikkeling, Ontkalking (uitloging van carbonaten), Kleivorming door verwering van primaire bodemmineralen, Illuviatie (aanrijking) van ijzer, aluminium, klei, humus.
C	Het moedermateriaal: een ongeconsolideerde minerale laag, niet of zeer weinig beïnvloed door bodemvormende processen, dus waar de geologische structuur domineert (eigenschappen kenmerkend voor de H-, O-, A-, E- of B-horizonten ontbreken).
L	Limnisch materiaal: sedimenten afgezet onder water, bestaande uit zowel organisch als mineraal bodemmateriaal. Limnisch materiaal is bijvoorbeeld afgezet door het neerslaan van organismen die in het water leefden zoals algen, diatomeeën,... of is afkomstig van onderwatervegetatie die later bewerkt werd door de waterfauna. Sedimentaire afzettingen van veen horen hierbij maar niet de afzettingen die bestaan uit in situ plantengroei (gebruik hiervoor de H).
R	Weinig verweerd, of onverweerd, hard gesteente
T	Technisch harde materialen zoals asfalt, beton, funderingen etc.

3.6.2 OVERGANGSHORIZONTEN

Er zijn twee soorten overgangshorizonten (figuur 8): horizonten met de eigenschappen van de boven- en de onderliggende horizont die geleidelijk in elkaar overgaan, en horizonten met eigenschappen van de twee horizonten maar van elkaar gescheiden (zowel horizontaal naast elkaar of elkaar snel afwisselend verticaal).

> **Voorbeeld:**
> Op elkaar ontwikkeld: AB, BC,AE,...
> Gescheiden: A/B, B/C, C/R, E/B, E/Bt,...



FIGUUR 8 – **Bodem met geleidelijke overgang tussen de A en de E horizont (links), en een bodem met veel dunne E/Bt bandjes (rechts)**

3.6.3 BIJKOMENDE KENMERKEN VAN EEN HORIZONT/LAAG (SUBORDINATE SYMBOLEN)

Bijkomende kenmerken binnen de hoofdhorizonten en lagen zijn gebaseerd op kenmerken die in het veld waarneembaar zijn. Kleine letters worden gebruikt als achtervoegsels om specifieke soorten hoofdhorizonten en lagen en andere kenmerken aan te duiden. De lijst met symbolen en termen wordt weergegeven in tabel 15:

TABEL 15 / **Bijkomende kenmerken voor de hoofdhorizonten en lagen**

SYMBOOL	BESCHRIJVING	GEBRUIK
a	Sterk verteerd organisch materiaal	H- en O-horizonten
b	Begraven horizont of laag	
β	Een biologisch zeer actieve horizont	Niet voor A-horizonten
c	Concreties en/of nodules	
d	Compacte horizont, wortelbeperkend	
e	Gedeeltelijk verteerd organisch materiaal	H- en O-horizonten
g	Oxido-reductie vlekken (Fe en/of Mn) veroorzaakt door een tijdelijk stagnerend watertafel	
h	Accumulatie van organische stof	
i	Licht verteerd organisch materiaal	H- en O-horizonten
j	Accumulatie van jarosiet	
k	Accumulatie van secundaire kalk	
l	Oxido-reductie vlekken (Fe en/of Mn) veroorzaakt door een fluctuerende grondwater tafel	
m	Gecementeerde horizont	Vooral in B-horizont van Podzol
m	Moeraskalk, mergel	L-horizont
p	Bewerkte horizont (ploeglaag…)	A-horizont (oppervlak of begraven)
q	Accumulatie van silicium	
r	Sterke reductie (permanente grondwatertafel)	
s	Illuviale accumulatie van sesquioxiden	
t	Aanwezigheid van klei illuviatie	B-horizont
u	Aanwezigheid van antropogeen materiaal	
w	Kleur en/of structuur wegens bodemgenese	B-horizont
x	Fragipan kenmerken (niet noodzakelijk een Bt)	o.a. Btx-horizont
y	Accumulatie van gips	
z	Accumulatie van zouten die meer oplosbaar zijn dan gips	
zo	Zoögenetisch (van dierlijke oorsprong: meso of macrofauna)	Enkel voor H-, O- en A-horizonten Te plaatsen voor het hoofdsymbool
noz	Niet zoögenetisch (geen dierlijke activiteit, wel aanwezigheid van schimmels).	Enkel voor H-, O- en A-horizonten Te plaatsen voor het hoofdsymbool
@	Sporen van cryoturbatie	
^	Antropogeen (mechanisch) aangevoerd materiaal	Te plaatsen voor het hoofdsymbool

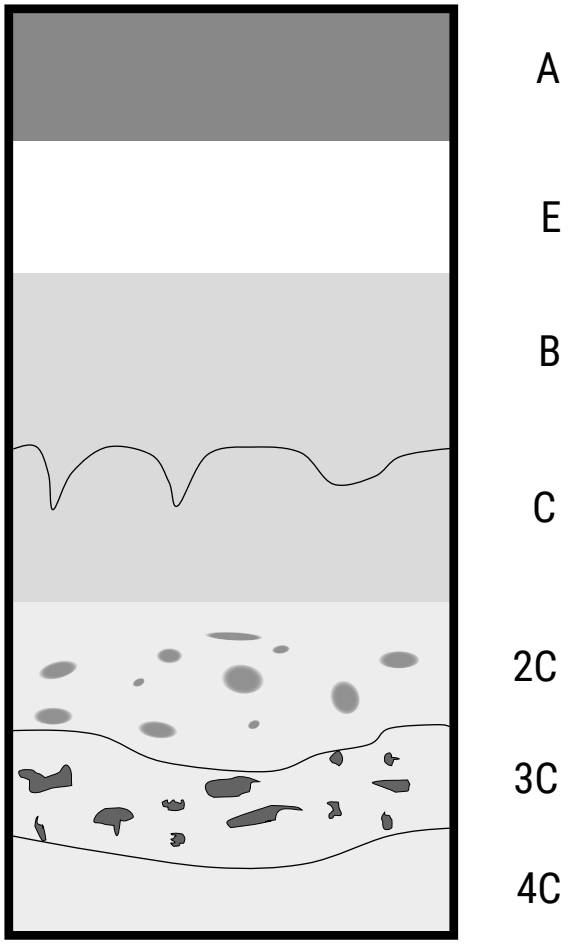
3.6.4 VERTICALE ONDERVERDELINGEN

Een horizont of laag kunnen we verder onderverdelen en duiden we aan met een combinatie van lettersymbolen gevolgd door een cijfer. De cijfers worden gebruikt om horizonten met dezelfde symbolen van elkaar te kunnen scheiden.

> **Voorbeeld:**
> - C1-C2-C3
> - C1-C2-Cg1-Cg2
> - C-Cg1-Cg2
> - Bt1-Bt2-Ck1-Ck2

3.6.5 LITHOLOGISCHE DISCONTINUÏTEIT

Een lithologische discontinuïteit is een significante verandering in het bodemmateriaal, bijvoorbeeld tussen het moedermateriaal en een onderliggend substraat (zie § 2.2). Dit kan zich weerspiegelen in een verandering in de korrelgroottesamenstelling en/of de mineralogie. Duid het verschil in substraat aan met een cijfer voor het hoofdsymbool. Bij het bovenste moedermateriaal dien je echter geen "1" te vermelden (figuur 9).



FIGUUR 9 – **Voorbeeld van een bodem die bestaat uit 4 verschillende moedermaterialen of 1 moedermateriaal en 3 substraten.**

3.7 ANTROPOGEEN (MECHANISCH) AANGEVOERD MATERIAAL

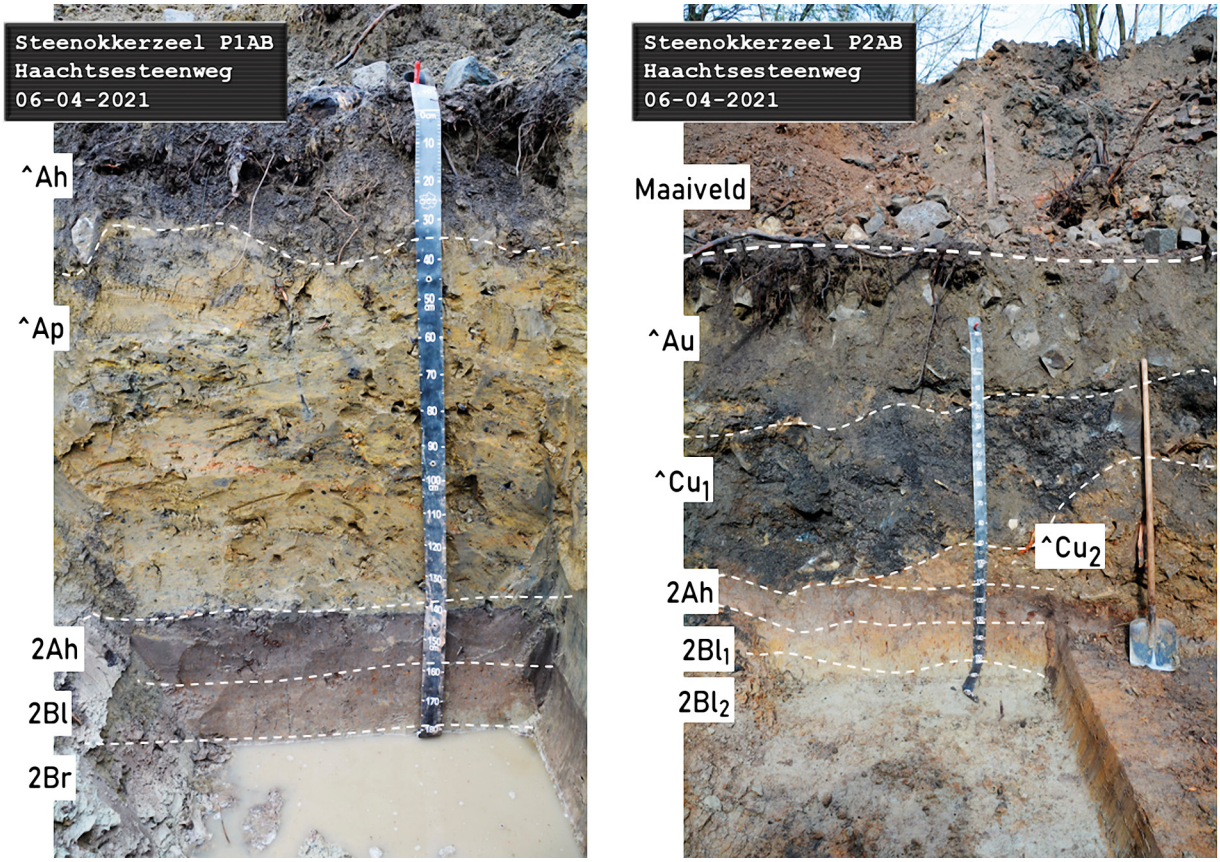
Antropogeen (mechanisch) aangevoerd materiaal (meestal sinds de industriële periode) wordt geïdentificeerd aan de hand van:

- De manier van afzetting (abrupte grenzen, verdichting…),
- De aanwezigheid al dan niet van artefacten,
- De beperkte afwezigheid van bodemvormende kenmerken,
- Afwezigheid van natuurlijk transport (bijvoorbeeld door wind, water…).

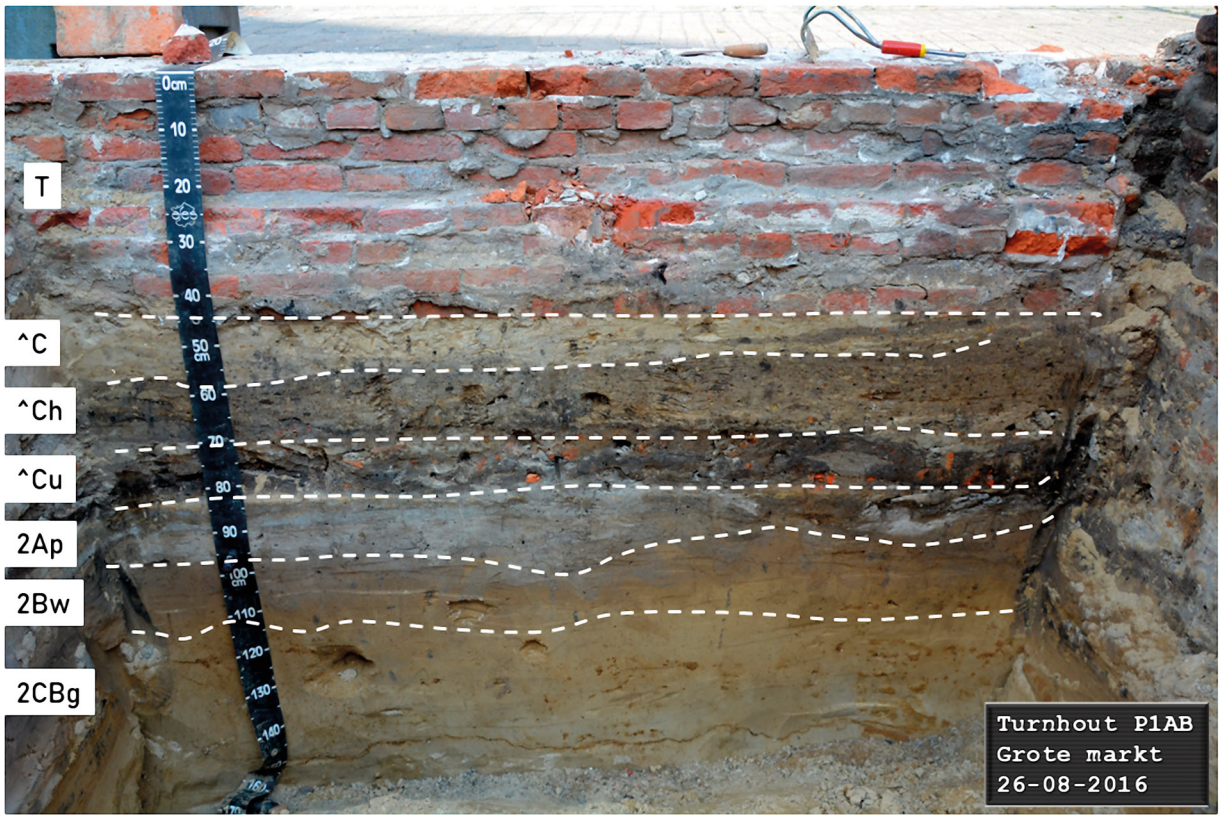
Aardkundige eenheden ontwikkeld in antropogeen aangevoerd materiaal worden beschreven met hetzelfde detailniveau als horizonten ontwikkeld in het moedermateriaal. Het voorvoegsel ^ wordt gebruikt om door mensen vervoerd materiaal aan te duiden (Soil Survey Staff, 2014; Delbecque et al., 2022), terwijl het gebruik van bijkomende symbolen (tabel 16) dienen om eigenschappen aan te duiden die van het antropogeen aangevoerd materiaal zelf zijn geërfd. Zie ook fig. 10 en 11.

TABEL 16 / **Voorbeelden van horizontbenamingen voor antropogeen (mechanisch) aangevoerd materiaal.**

SYMBOOL	BESCHRIJVING
^T	Technisch hard materiaal, aangevoerd (bv tegels, betonlaag, glas, asfalt, …)
^A	Oppervlaktehorizont ontwikkeld in antropogeen aangevoerd materiaal
^Ah	Oppervlaktehorizont ontwikkeld in antropogeen aangevoerd materiaal aangerijkt met organisch materiaal
^Ab	Begraven oppervlaktehorizont van antropogeen aangevoerd mineraal materiaal
^Bw	Aangevoerd mineraal bodemmateriaal. De kleur- of structuurontwikkeling ('w') is een kenmerk overgenomen van het aangevoerd materiaal of kan in situ gevormd zijn
^E	Aangevoerd mineraal materiaal van een oorspronkelijke uitlogingshorizont
^C	Mineraal materiaal, waar sinds de antropogene afzetting geen bodemvorming in opgetreden is, dus waarin nog geen nieuwe bodemstructuur of verkleuring voorkomt die erop wijst dat verwering heeft plaats gevonden
^Ch	Aangevoerd mineraal materiaal rijk aan organisch materiaal, waar sinds de antropogene afzetting geen bodemvorming in opgetreden is
^Cu	Aangevoerd mineraal materiaal gedomineerd door afval van menselijke nederzettingen en/of industriele residuen (slakkenhopen, bagger, klinkers, as, puin, etc.)



FIGUUR 10 – Voorbeelden van bodems met antropogeen (mechanisch) aangevoerd materiaal. Links: Een goed tot matig-goed gedraineerde lemig-zandbodem ontwikkeld in recent aangevoerd materiaal boven een slecht gedraineerde leembodem met een dikke humus A horizont (bodemtype Afe). ^Ah: in-situ horizont met organisch materiaal geaccumuleerd. ^Ap: sporen van bewerking, bevat stenen, asfalt en bouwpuin. Rechts: Onderaan een slechte gedraineerde leembodem met een duidelijke Ah horizont, die deels afgetopt is geweest. Bovenaan 170 cm aangevoerd grond. ^Au: lemig zand met zeer grove stenen. ^Cu1: mengeling grind, asfalt en grove stenen. ^Cu2: glauconiethoudend zand, met bouwpuin met grove stenen. Boven de ^Au-horizont ligt voor de aanleg van de profielput uitgegraven materiaal (Foto's: Stefaan Dondeyne).



FIGUUR 11 – **Voorbeeld van bodem met antropogeen aangevoerd materiaal. Begraven bodemprofiel (2Ap-2Bw-2CBg) bestaande uit restanten van een muur (T), met daaronder aangevoerd grofzand (C horizont), zandig aangevoerd materiaal dat initieel rijk was aan organisch materiaal (^Ch), en een laag rijk aan bouwpuin resten (^Cu) (Foto: Stefaan Dondeyne).**

3.8 TEXTUUR

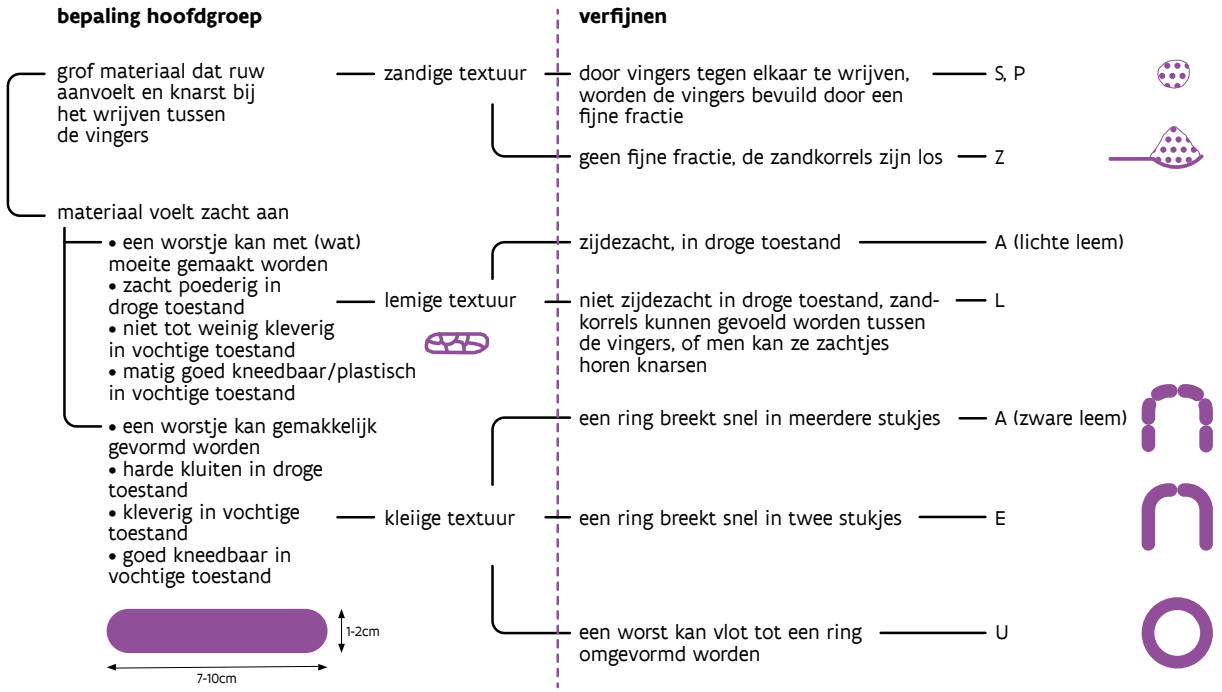
In de bodemkunde verwijst "**textuur**" naar de verhouding, uitgedrukt in een massapercentage, van drie **minerale** korrelgroottefracties klei, leem en zand in het fijne bodemmateriaal (fractie 0 – 2 mm). Naargelang de verhouding van klei, leem en zand kan men verschillende textuurklassen onderscheiden (tabel 17; figuur 12-13).

TABEL 17 / **De textuurklassen (categorieën) en hun benaming**

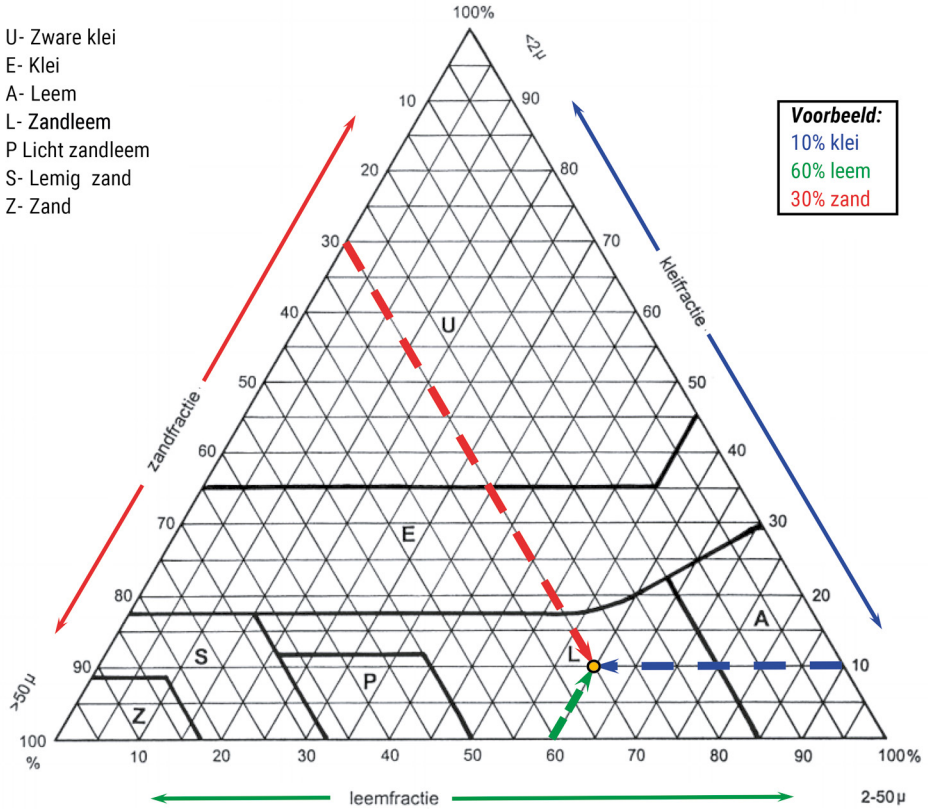
CATEGORIEËN	BENAMING
Z	Zand
S	Lemig zand
P	Licht zandleem
L	Zandleem
A	Leem
E	Klei
U	Zware klei

Voorbeeld:
10% klei, 60% leem en 30% zand (het totaal is steeds 100), textuurklasse 'L – Zandleem'

De textuur kan met een handige veldtest (figuur 12) worden bepaald en aangeduid volgens de klasse-indeling en klas-segrenzen van de textuurdriehoek van de Belgische bodemkartering (figuur 13). Opletten, bij een hoger gehalte aan organisch materiaal kan in het veld de textuur kleirijker aanvoelen.



FIGUUR 12 – **Bepalen van de textuur in het veld (door Sylvia Mazereel en naar Petit & Heyninck 2019)**



FIGUUR 13 – **De fijne minerale bodemfractie (< 2mm) en de textuurklassen gebruikt bij de Belgische bodemkartering. De streepjeslijnen tonen een voorbeeld bestaande uit 10% klei, 30% zand en 60% leem. Dit voorbeeld komt terecht in de textuurklasse L - Zandleem.**

3.8.1 AANWEZIGHEID VAN KLEIHUIDJES

Onder bepaalde omstandigheden zal klei migreren in de bodem. Het herkennen van dit bodemproces tijdens het veldwerk is belangrijk (ouderdom, pH-regime, ...). Gebruik een handlens om kleihuidjes op structuuroppervlakken of in poriën te kunnen vaststellen (zie ook figuur 22). Noteer ook of het gaat om klei, klei + humus of klei + ijzer huidjes.

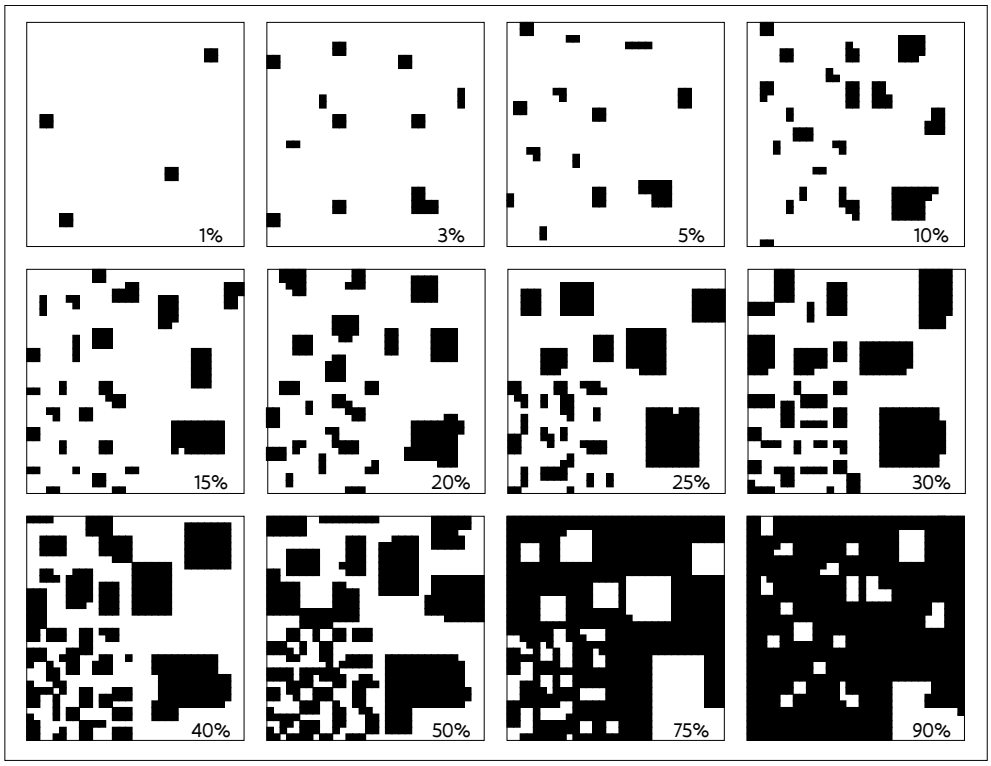
- Zie ook tabel 15: voor het toepassen van het bodemhorizontsymbool 't'.
- Zie ook tabel 32: voor het toepassen van de Belgische bodemkaartsymbolen 'a' en 'c'.

3.9 GROVE FRAGMENTEN

'Grove fragmenten' in de bodem hebben een diameter groter dan 2 mm (voor oppervlaktestenen zie § 3.1). Het kan gaan om grind, gesteentefragmenten, bakstenen, etc. maar niet om materiaal van organische oorsprong zoals wortels, takken etc.
Verschillende eigenschappen kunnen worden beschreven: oorsprong, frequentie (tabel 18), grootte (tabel 19), vorm (tabel 20), staat van verwering en aard van de fragmenten.
Figuur 14 kan helpen bij de visuele schatting van het volume aan grove fragmenten zichtbaar op de bodemwand (Let op: er is een algemene neiging om de hoeveelheden te overschatten). Gebruik hiervoor de categorieën uit tabel 18.

TABEL 18 / **De categorieën voor de frequentie grove fragmenten.**

Geen (0 %)
Zeer weinig (0-2 %)
Weinig (2-5 %)
Vaak (5-15 %)
Veel (15-40 %)
Zeer veel (>40 %)



FIGUUR 14 – **Referentie voor het visueel schatten van het oppervlakte percentage aan vlekken, of van het volume percentage aan grove fragmenten (of andere elementen)**

TABEL 19 / **Categorieën voor de grootte van de grove fragmenten.**

CATEGORIEËN	GROOTTE
Fijn (0,2–0,6 cm)	Grind
Gemiddeld (0,6–2 cm)	Grind
Grof (2–6 cm)	Grind
Zeer grof (>6 cm)	Stenen en rotsen

TABEL 20 / **Categorieën voor de dominante vorm van de fragmenten.**

Plat
Hoekig
Gedeeltelijk afgerond
Afgerond

Bij gesteentefragmenten kan je de staat van verwering beschrijven (tabel 21).

TABEL 21 / **De categorieën voor de staat van verwering van de grove fragmenten te omschrijven.**

CATEGORIEËN	OMSCHRIJVING
Vers of licht verweerd	fragmenten vertonen weinig of geen sporen van verwering
Verweerd	gedeeltelijke verwering wordt aangegeven door verkleuring en verlies van kristalvorm in het buitenste deel van de fragmenten, terwijl de kernen relatief vers blijven; fragmenten hebben weinig van hun oorspronkelijke sterkte verloren
Sterk verweerd	alle behalve de meest resistente mineralen zijn sterk verkleurd en veranderd; de fragmenten hebben de neiging onder (hand)druk uiteen te vallen

3.9.1 TYPE FRAGMENTEN

De grove fractie wordt in antropogeen materiaal en natuurlijke gesteentefragmenten onderverdeeld.

> **Voorbeeld:**
> Antropogeen: Baksteen; steenkool; houtskool; aardewerk; mortel/pleister;
> Natuurlijk: keien; schelpen; natuurlijk voorkomende stenen;

3.9.2 DISTRIBUTIE/VERSPREIDING VAN DE GROVE FRACTIE IN HET PROFIEL

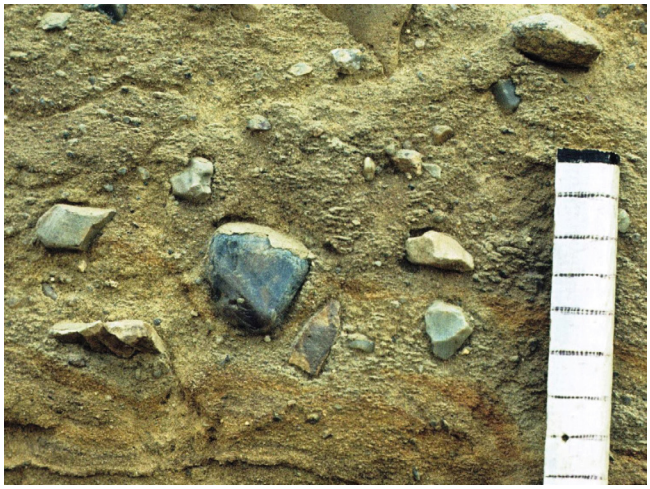
Bestudeer de verspreiding van zowel de natuurlijke gesteenten als van het antropogene materiaal.

> **Voorbeeld:**
> - Willekeurig
> - Geconcentreerd
> - In een laag
> - In een spoor

3.9.3 CAPPINGS EN PENDANTS

3.9.3.1 CAPPINGS

Gesteentefragmenten in de bodem kunnen, onder invloed van vries/dooi cycli, aan hun bovenkant een sterke adhesie vertonen met de bodemmatrix waarin ze zich bevinden. Aan de onderkant van het gesteente kleeft er geen of weinig matrixmateriaal aan het gesteente. De stenen in kwestie zijn als het ware voorzien van een soort 'sedimentkapje' (figuur 15).



FIGUUR 15 – **Voorbeeld van capping op gesteenten. (copyright en Foto: Roger Langohr).**

Artefacten die dergelijk kenmerk bezitten wijzen op een periode met belangrijke vries/dooi in de bodem. De laatste periode is tijdens de Jonge Dryas. Het is belangrijk om artefacten van vóór en na de Jonge Dryas te onderscheiden vermits het belangrijke informatie vormt over de diverse perioden van het Finaal-Paleolithicum (±13.000-9.600 BP).

Omdat de capping niet bij elk fragment even sterk is ontwikkeld, bekijk je er best een aantal terwijl je er goed op let ze in dezelfde positie te houden, zoals ze in de bodem voorkomen. Het is belangrijk de artefacten met capping niet schoon te maken, zo niet gaat deze essentiële bodemkundige informatie verloren!

Normaal bevindt de capping zich aan de bovenzijde van artefacten; indien dit niet het geval is, wijst dit op een latere verstoring (cryoturbatie, bioturbatie…).

3.9.3.2 PENDANTS

Een pendant is een laminaire accumulatie van bodemvormend materiaal, bijvoorbeeld calciumcarbonaat of silica, dat accumuleert onderaan de grove fractie (grind, stenen, …) die aanwezig is in de bodem (figuur 16).

FIGUUR 16 – **Voorbeeld van pendants op gesteenten (copyright en Foto's: Roger Langohr).**

3.10 BODEMSTRUCTUUR

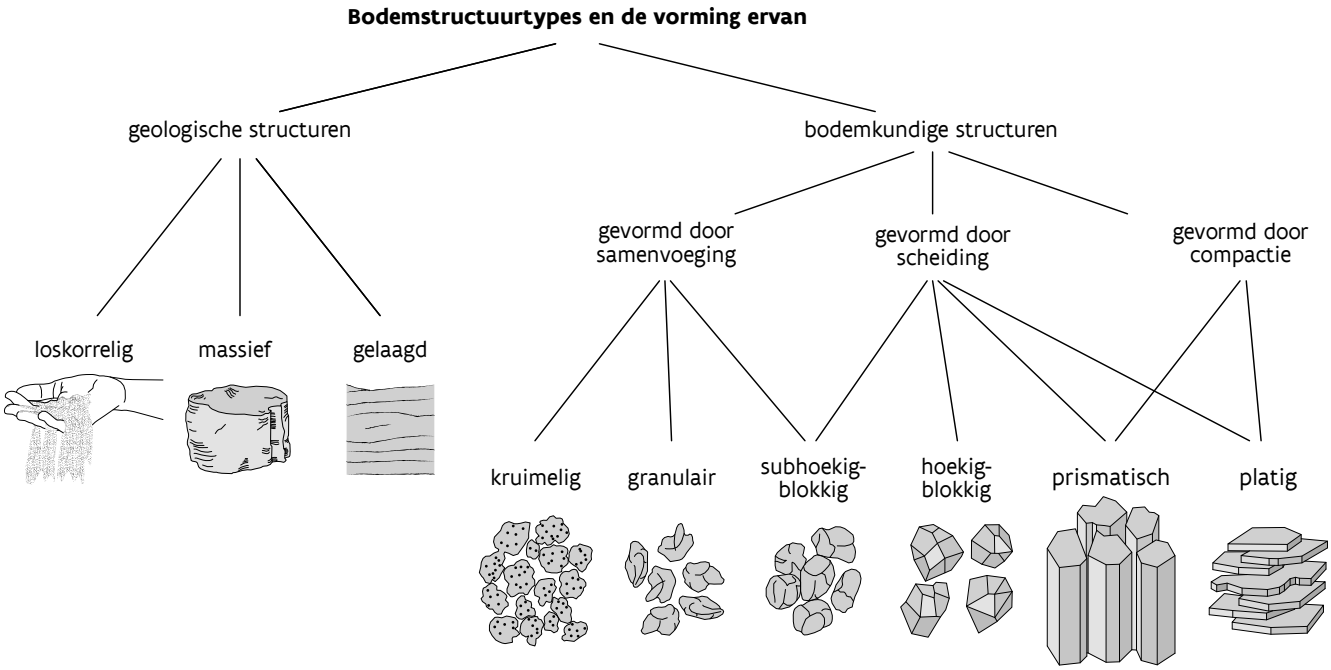
Bodemstructuur gaat over de natuurlijke aggregaten die door barsten of poriën van elkaar zijn gescheiden. Bodemstructuur wordt aan de hand van de dominante vorm, de afmetingen, de graad en oorsprong van ontwikkeling van de aggregaten (figuur 17) beschreven. Opletten, de beschrijving van kruimelige structuur volgt Ameryckx et al., 1995 en is conform de Belgische bodemkartering en de Vlaamse bodemdatabanken. Deze definitie is anders dan die van FAO 2006.

3.10.1 TYPES VAN BODEMSTRUCTUUR

Beschrijf de types (categorieën) van bodemstructuren volgens tabel 22.

TABEL 22 / **De types van bodemstructuur (categorieën) en hun omschrijving**

CATEGORIEËN	OMSCHRIJVING
Kruimelig	Sferisch, zeer poreus, eenheden die niet in elkaar passen. De kruimelstructuur kent een goede lucht-water verhouding. Een goed ontwikkelde kruimelstructuur wordt vaak met regenwormuitwerpselen, molshopen en sterke doorworteling in graszoden geassocieerd, maar ook in goed beheerde akkerlanden met organische mest en groenbedekkers kan de ploeglaag een goed ontwikkelde kruimelstructuur vertonen
Granulair	Sferisch, weinig poreus, aggregaten zijn gebogen of onregelmatig van vorm. Naast elkaar liggende aggregaten passen niet in elkaar. Onder andere gevormd door vries/dooi in kleirijke bodems en een sterke biologische activiteit aan het bodemoppervlak
Platig	Plaat-, blad- of lensvormen, liggen meestal evenwijdig aan het bodemoppervlak. De dikte varieert van amper een millimeter (blad) tot enkele centimeters. Meestal gevormd ten gevolge van compactie (betreding of berijding bijvoorbeeld) of door vries/dooi cycli en komt in dat geval eerder voor in een compacte horizont of laag (bv.: Bt-horizont…). Opgelet: dit mag niet verward worden met stratificatie of gelaagdheid (zie hieronder)
Hoekig-blokkig	Kubusvorm, bijna equidimensionaal, met relatief scherpe hoeken en vlakke oppervlakken die goed aansluiten met de omliggende blokeenheden, doorgaans enkele cm in diameter. Gevormd door alternerend zwellen en krimpen ten gevolge van wisselingen in de bodemvochtigheid, vandaar een sterk verband met de hoeveelheid klei: hoe meer klei, hoe beter ontwikkeld
Subhoekig-blokkig	Zoals voorgaande maar met afgeronde oppervlakken, genese zoals voorgaande maar met een zekere invloed van biologische activiteit, vandaar de meer afgeronde morfologie
Prismatisch	De afmetingen zijn groter in verticale dan in horizontale richting, vormt polygonen in horizontaal vlak. De prisma's kunnen meerdere decimeters in diameter zijn, de vorming ervan is vooral te wijten aan alternerend zwellen en krimpen ten gevolge van wisselingen in de bodemvochtigheid, krimp alleen komt voor bij uitdroging van waterverzadigde bodems (frequent in archeologische structuren), of bij permafrost (fragipan horizont)
Loskorrelig	Loskorrelig in geval van zand (bv. duinzanden) (Structuurloos)
Massief	Massief kan voorkomen bij fijnere bodemtexturen. Er is geen organisatie van de bodemdeeltjes in aggregaten (recent alluvium en colluvium, recente stortlaag) (Structuurloos)
Gelaagd	De bodem is uit sedimentaire lagen opgebouwd (Structuurloos)



FIGUUR 17 – **Types bodemstructuren (door Sylvia Mazereel en vereenvoudigd volgens FAO, 2006)**

3.10.2 DE AFMETINGEN

De afmetingen van de bodemstructuureenheden kunnen met grootteklassen worden beschreven (tabel 23).

> **Voorbeeld**
> Zeer grof of dik prismatisch (300-400 mm)

TABEL 23 / **Grootteklassen en afmetingen in mm in functie van het type bodemstructuur**

CATEGORIE	KRUIMELIG/ BLOKKIG (MM)	PRISMATISCH (MM)	PLATIG/ GRANULAIR (MM)
Zeer fijn of dun	0-5	0-10	0-1
Fijn of dun	>5 - 10	>10 - 20	>1 – 2
Medium	>10 - 20	>20 - 50	>2 – 5
Grof of dik	>20 - 50	>50 - 100	>5 – 10
Zeer grof of dik	>50	>100 - 500	>10
Extreem grof	-	>500	-

3.10.3 DE GRAAD VAN STRUCTUURONTWIKKELING

De ontwikkeling van de bodemstructuur is afhankelijk van de vochtigheidsgraad: hoe droger, hoe gemakkelijker je de aggregaten, door het krimpproces bij uitdrogen, kan herkennen.

Als de structuur niet goed ontwikkeld is, kan het moeilijk zijn om de mate van ontwikkeling van de structuur in te schatten, vooral als de bodem vochtig is. Kijk of de aggregaten aan alle kanten of slechts aan enkele zijden goed zijn afgebakend en hoe gemakkelijk de aggregaten van elkaar te scheiden zijn. De graad van ontwikkeling van structuur wordt gedefinieerd in tabel 24.

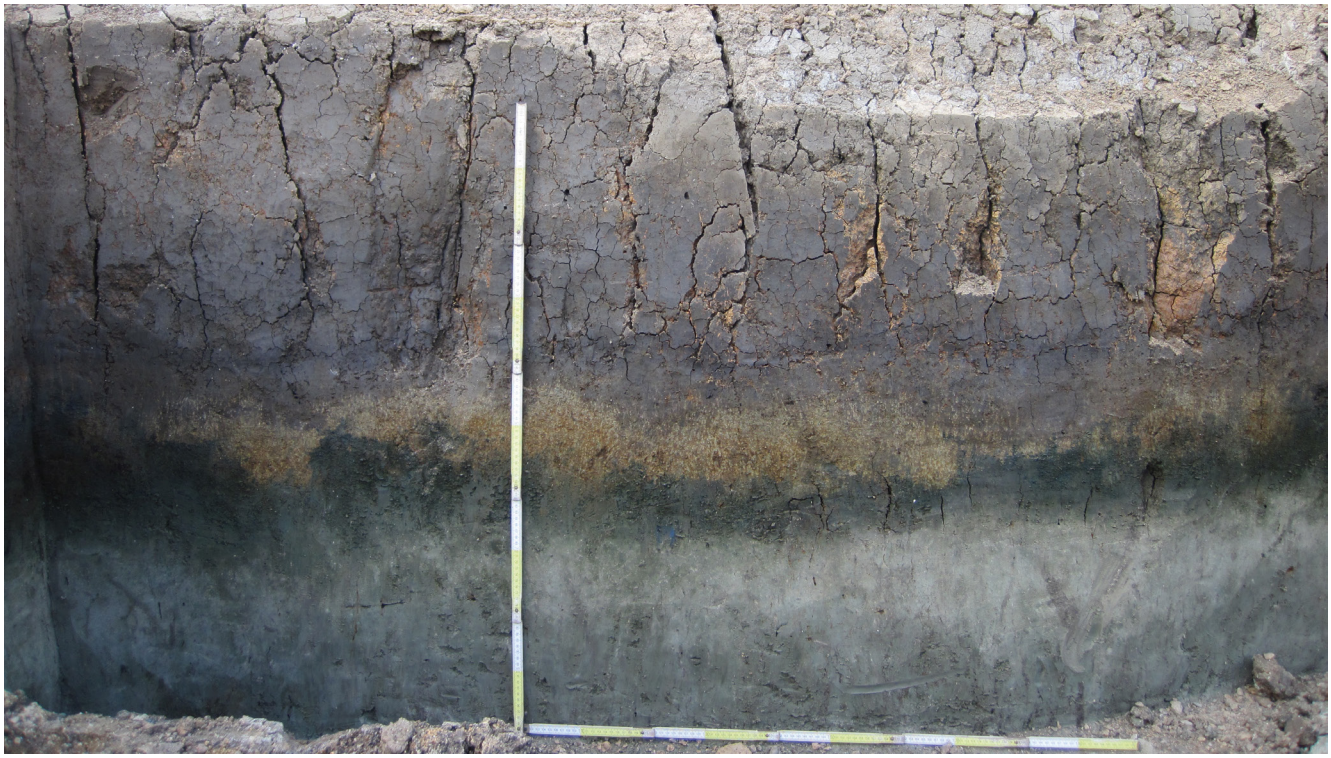
TABEL 24 / **Categorieën voor de graad van de structuurontwikkeling.**

CATEGORIE	BESCHRIJVING
Geen	Structuurloos, zoals voor loskorrelig, massief of gelaagd (figuur 17).
Zwak	Aggregaten zijn nauwelijks waarneembaar, er is slechts een zwakke schikking van natuurlijke oppervlakken. Bij een zachte verstoring breekt het bodemmateriaal in een mengeling van weinig volledige aggregaten, veel gebroken aggregaten en veel materiaal zonder aggregaatvlakken.
Matig	Aggregaten zijn in het profiel waarneembaar en er is een duidelijke schikking van structuurvlakken. Bij verstoring breekt het bodemmateriaal in een mengeling van vele volledige aggregaten, sommige gebroken aggregaten en weinig materiaal zonder aggregaatvlakken. De oppervlakken vertonen over het algemeen duidelijke verschillen met de binnenkant van de aggregaten.
Sterk	Aggregaten zijn duidelijk waarneembaar en er is een uitgesproken schikking van de structuurvlakken. Bij verstoring valt het bodemmateriaal vooral uiteen in volledige aggregaten. De structuurvlakken van de aggregaten en de binnenkant van de aggregaten verschillen sterk van kleur

3.10.4 SAMENGESTELDE STRUCTUUR

De aanwezigheid van meer dan één structuurtype in een bodemhorizont komt geregeld voor. In zo'n geval worden beide structuurtypes volgens vorm, afmeting en graad van ontwikkeling beschreven.

> **Voorbeeld**
> Sterk prismatisch, tot 30 cm diameter, brekend in matig hoekige blokstructuur van 2-4 cm diameter (figuur 18).



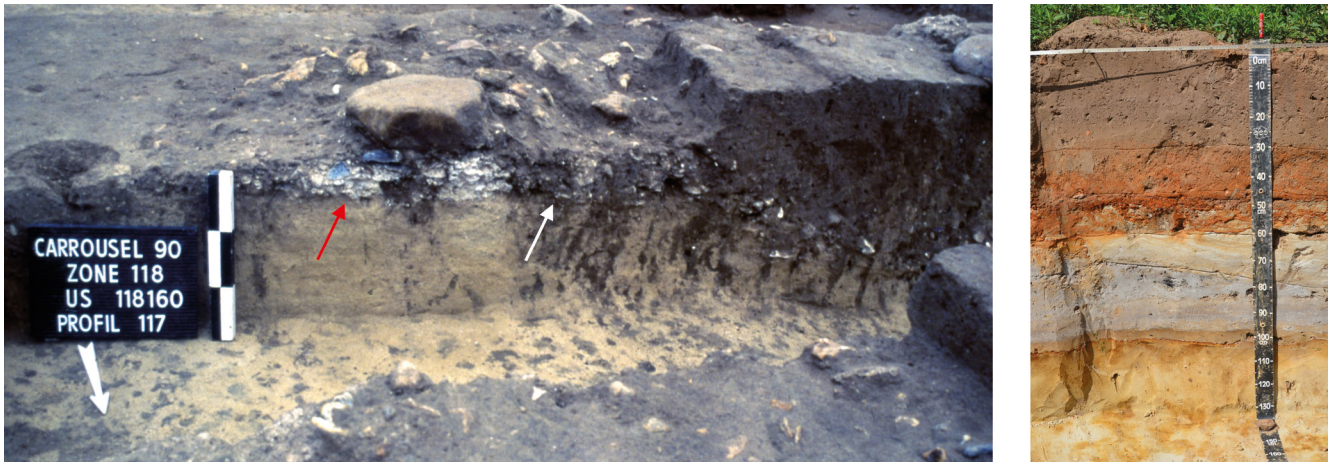
FIGUUR 18 – **Voorbeeld van een bodem met aan de bovenkant een prismatisch structuur die uiteen valt in hoekig-blokkig. Het profiel toont een Grondwaterpodzol op dekzanden afgedekt door 40-45 cm polderklei. (copyright en foto: Jari Mikkelsen).**

3.11 CEMENTATIE

De belangrijkste cementerende stoffen zijn:

- Silicium
- Kalk
- IJzer
- Mangaan
- Humus.

Gecementeerde horizonten of bodemlagen hebben meestal een grove korrelgrootte (zand, grind) (figuur 19a en 19b) omdat er slechts een kleine hoeveelheid cement nodig is om de contactvlakken van grote korrels aan elkaar te doen kitten. De humus/ijzer-aanrijkingshorizont van podzolen kan soms gecementeerd zijn. Wortels kunnen niet door een gecementeerde horizont groeien tenzij langs barsten. Een gecementeerd bodemfragment valt niet uit elkaar wanneer een luchtdroog fragment gedurende 1 uur in water wordt ondergedompeld. Voor de graad van cementatie zie tabel 25.



FIGUUR 19 – **Voorbeelden van cementatie van de bodem. Links: grindpakket gecementeerd door kalk (rode pijl). De cementatie wordt opgebroken/ opgelost in het Holoceen onder impuls van de biologische activiteit (witte pijl). Parijs-Louvre Jardins du Carrousel, laagterras van de Seine, (copyright Fouilles du Carrousel). Rechts: IJzeroxidecementatie van het bodemprofiel tussen 30 en 60 cm, hier gebruikt als bouwmateriaal in een weg uit de Romeinse periode in Grobbendonk [Foto: Stefaan Dondeyne].**

TABEL 25 / **De graad van cementatie.**

CATEGORIEËN	OMSCHRIJVING
Zwak	Gecementeerde massa is broos en hard, maar kan je tussen de vingers breken
Matig	Gecementeerde massa kan je niet tussen de vingers, maar wel met de handen breken
Sterk	Gecementeerde massa kan je niet met de handen breken

3.12 COMPACTIE

Compacte bodemhorizonten of lagen komen onder andere voor in akkers (ploegzool) bewerkt onder ongunstige omstandigheden, zones van betreding rond huizen, bij bosontginning, wegen en paden, drinkplaatsen van vee, recreatie. Natuurlijke processen zoals vries/dooi cycli en permafrost kunnen de bodem ook sterk compact maken.
Let op: gecompacteerde bodemhorizonten of lagen zijn niet noodzakelijk gecementeerd. Compactheid is een ander bodemkenmerk. Een compact, niet gecementeerd bodemfragment valt uit elkaar als het luchtdroog in water wordt ondergedompeld.

3.13 LEVENDE WORTELS

Aanwezigheid (**ja/neen**) van levende wortels, hun grootte en hoeveelheid kan een belangrijke informatiebron zijn. Als er in het profiel een plotselinge verandering in de hoeveelheid en/of de grootte van de wortels voorkomt, is het belangrijk om uit te leggen waarom. Mogelijke wortelbeperkende factoren zijn: verdichting, cementatie, discontinu poriënsysteem, verandering in textuur enz. Soms kan het handig zijn om extra informatie te noteren, zoals een abrupte verandering in de wortel-oriëntatie.

3.13.1 AANTAL

Het aantal levende wortels wordt per vierkante decimeter op een verticaal bodemoppervlak ingeschat. Maak een inschatting van het aantal wortels per grootteklasse (tabel 26).

TABEL 26 / **De grootteklassen en de afmetingen in functie van de frequentie van wortels per dm2**

GROOTTEKLASSE: **Aantal:**	ZEER FIJN <0,5 MM	FIJN >0,5-2 MM	MEDIUM >2-5 MM	GROF >5 MM
Geen	–	–	–	–
Zeer weinig	1 - 20	1 – 20	1 - 2	1 - 2
Weinig	21 - 50	21 – 50	3 - 5	3 - 5
Matig veel	51 - 200	51 – 200	6 - 20	6 - 20
Veel	>200	>200	>20	>20

> **Voorbeeld**
> Matig veel zeer fijne, weinig fijne, zeer weinig medium en geen grove wortels

3.14 SPOREN VAN DIERENACTIVITEIT

3.14.1 TYPE DIERENACTIVITEIT

Indien mogelijk kan het type dierenactiviteit worden beschreven.

> **Voorbeelden**
> - Mollengang, molshoop
> - Regenwormkanaal, regenwormuitwerpselen
> - Crotovina (galerij opgevuld met uitwerpselen van talrijke soorten dieren, inclusief regenwormen)
> - Galerijen van grotere zoogdieren als konijnen en dassen
> - Mierengang en -nest
> - Andere insectenactiviteit (bv. mestkevers)
> - Andere (definieer)

3.14.2 CONCENTRATIE

Maak een schatting van het aantal sporen van biologische activiteit als een percentage van de oppervlakte of tel in aantallen per vierkante meter (tabel 27). De voorkeur gaat hier naar een horizontaal vlak voor verticale graafactiviteit (grote regenwormen).

TABEL 27 / **Categorieën voor de concentratie aan biogalerijen in de bodem**

CATEGORIEËN
Geen
Zeer weinig (0-2 %)
Weinig (2-5 %)
Vaak (5-15 %)
Veel (15-40 %)
Zeer veel (>40 %)

3.14.3 TOESTAND

Noteer of de faunagalerijen open of opgevuld zijn en of de biogalerijen abrupt stoppen (afgetopt zijn).

3.14.4 GEASSOCIEERDE KENMERKEN

Wortelpenetratie, oxido-reductie langs wanden (ontijzering, neerslag van ijzer, van mangaan)

3.15 KALKREACTIE MET HCL (CARBONATEN)

De aanwezigheid van carbonaten stel je vast door enkele druppels van een zuur (waterstofchloride,10% HCl) aan een bodemmonster toe te voegen. Gebruik hiervoor een flesje voorzien van een druppelteller. HCl kan je in de handel kopen en dien je te verdunnen met gedistilleerd of gedemineraliseerd water tot een concentratie van ongeveer 10%. Wanneer carbonaten aanwezig zijn, zal het monster opbruisen/"reageren" met de vorming van schuim ten gevolge van de productie van CO_2 gas. De exacte hoeveelheid carbonaten wordt, indien nodig voor verder onderzoek, in het laboratorium bepaald. De kalk kan afkomstig zijn van bijvoorbeeld schelpen, mortel, cement, wortelgroei en pseudomycelium, kalkaanrijking vanuit het grondwater, etc.

- Welke horizonten in de bodem zijn kalkrijk?
    - Als er sporen van kalk in ten minste één aardkundige eenheid van het bodemprofiel worden gevonden, is het aangeraden de aanwezigheid/afwezigheid ervan voor alle eenheden te registreren.
- Waar zit de kalk in de bodemhorizont?
    - Noteer of er kalkrijke elementen zijn, dus waar zit de kalk (bv. in de poriën, in de antropogene elementen zoals kalkmortelbrokken, in de matrix...)
- Is de kalk primair of secundair?
    - Carbonaten komen voor in bodems onder primaire vorm (moedermateriaal– bij voorbeeld in löss) en secundaire vorm (concreties, nodules), als gevolg van oplossing en opnieuw neerslaan als deel van de bodemvorming. Het is belangrijk deze twee vormen te onderscheiden.
- Kalkklassen na toevoegen HCl, volgende categorieën kunnen toegepast worden (tabel 28).

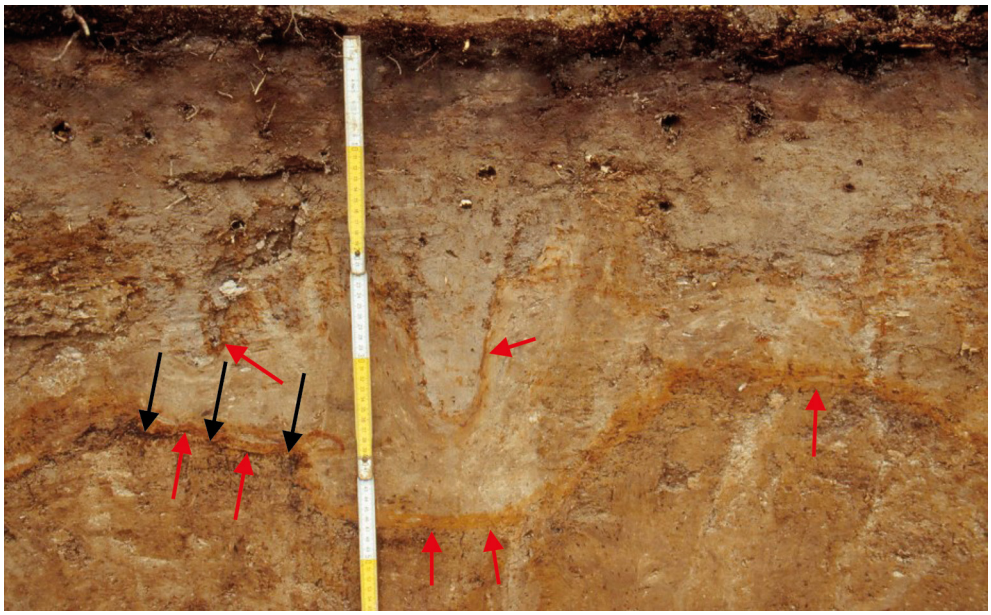
TABEL 28 / **De klassen aan kalkconcentratie in de bodem**

CATEGORIEËN	OMSCHRIJVING
Kalkloos	geen hoorbare of zichtbare reactie
Licht kalkrijk	de reactie is enkel hoorbaar
Matig kalkrijk	opbruising, de reactie is ook zichtbaar
Sterk kalkrijk	heel sterk opbruisend, bubbels vormen een lage schuimlaag
Extreem kalkrijk	extreem sterke opbruising, de bubbels vormen snel een dikke schuimlaag

3.16 ACCUMULATIES VAN IJZER EN MANGAAN

IJzer en mangaan kunnen in bijzondere milieucondities (in een reducerend of zuurstofarm milieu) oplossen, (dit proces zal vooral uitgesproken zijn in zure bodems), migreren en ten slotte neerslaan in zones waar terug zuurstof aanwezig is (oxidatie).
Zeker vier vormen van neerslag kunnen voorkomen:

- Een aanrijking van de bodemmatrix onder de vorm van “vlekken” of zones van concentraties (figuur 20);
- Concreties: een concentrische sferoïdale vorm, meestal gecementeerd (figuur 21);
- Nodules: knobbels zonder concentrische vorm;
- Huidjes: op structuurvlakken en langs galerijen of poriën (figuur 22)



FIGUUR 20 – **Concentratie van mangaan (zwarte pijlen) en van ijzer (rode pijlen) als gevolg van oxido-reductie. De sterke instulping rechts van de meter is een karrespoor. Karolingische periode, ijzerontginning met laagovens in het Zoniënwoud. (copyright en foto Jari Mikkelsen).**

FIGUUR 21 – **Concentratie van mangaan en ijzer als gevolg van oxido-reductie. Lokaal zijn ijzerconcreties gevormd (rode pijlen) (copyright en foto's Jari Mikkelsen).**

FIGUUR 22 – **Boven voorbeeld van klei-ijzerhuidjes op structuurvlakken, onder klei-humushuidjes in een wormgang. Deze voorbeelden zijn erg duidelijk, meestal zijn ze iets subtieler (copyright en foto's: Stefaan Dondeyne).**

Nivellering van een tumulus uit de bronstijd. Origineel een zachte depressie gevuld met een 60 cm aarde. 0-30 cm: huidige ploeglaag. 30-60 cm: sporen van beddenbouw met grachtjes gedeeltelijk gevuld met licht gekleurde geërodeerde aarde (pijltjes op de foto). Talrijke sporen van verticale galerijen van grote regenwormen. 60-100 cm: begraven Podzol, zeer sterk verstoord door mollen die foerageren op regenwormen. Dergelijk bioturbatie is niet normaal voor een Podzolbodem die normaal zeer weinig bioturbatie kent. Deze intensieve activiteit door mollen is kenmerkend voor een begraasde weide (bevestigd aan de hand van keverresten). 100-180+ cm: diepere bodemhorizonten, sterk gevlekt door een fluctuerende grondwatertafel. Site: Gent-Hoge Weg / foto en copyright Roger Langohr

HOOFDSTUK 4

CLASSIFICATIE VAN HET BODEMPROFIEL

4 / CLASSIFICATIE VAN HET BODEMPROFIEL

4.1 BODEMTYPES VOLGENS DE BELGISCHE BODEMCLASSIFICATIE

Bij bodemprospectie op archeologische sites wordt de bodemserie volgens de Belgische bodemclassificatie (bv. wAba0) aan de hand van eigen veldobservaties en interpretaties bepaald. Achteraf kan dit vergeleken worden met de gegevens van de Belgische Bodemkaart (ontsloten als 'Digitale bodemkaart van het Vlaams Gewest'). Hierbij wordt het morfogenetische classificatiesysteem toegepast, ook voor de polders (in analogie met de Scheldepolders).

De **bodemserie** vormt de kern van het bodemtype. Ze is opgebouwd uit drie symbolen: de textuurklasse (zie 3.8) van de bovenste 20 cm (in praktijk eerder 30-35 cm gelijk aan de ploeglaag), de drainageklasse en de profielontwikkeling.

Het **bodemtype** bestaat uit de bodemserie aangevuld met een mogelijk substraat, fase, variante van het moedermateriaal en/of variante van de profielontwikkeling. De volledige legende is beschreven in Van Ranst & Sys (2000) of in de Verklarende tekst van de bodemkaart, te consulteren op de website DOV (https://www.dov.vlaanderen.be/). In het algemeen is op de bodemkaart steeds het bodemtype aangegeven bv. wAba0; wanneer er bv **Aba** staat naast **Aba1**, staat **Aba** impliciet voor **Aba0**, en zo kan **Zbm**, impliciet voor **Zbm(g)** staan, in contrast met **Zbm(b)**. Eigen observaties zullen doorgaans meer details in de bodemvariabiliteit registreren en kunnen daardoor afwijken van de bodemkaarteenheid waar het meest voorkomende bodemtype voor een bepaald kaartvlak werd bepaald (zie voorbeeld in tabel 29 hieronder). De geobserveerde variatie tijdens de bodemkartering is terug te vinden in de 'Basiskaarten bodemkartering 1:5000' en de 'Boorpunten bodemkartering 1:5000' die per bodemkaartblad als jpg ontsloten zijn in de Databank Ondergrond Vlaanderen.

Bepaal op een archeologische site steeds de bodemserie (textuur, drainage, profielontwikkeling) in de minst door menselijke activiteit verstoorde zone, dus niet in een opgevulde afvalkuil maar ergens waar het oorspronkelijk bodemprofiel het best bewaard is.

TABEL 29 / **Opbouw van een bodemtype volgens de Belgische bodemclassificatie (met uitzondering van de kuststreek).**

Vb. bodemtype= u-Zdpb(z)		
Substraat	u-	Klei op geringe of matige diepte
Textuurklasse	Z	Zand
Drainageklasse	d	Matig nat, matig gleyig
Profielontwikkeling	p	Zonder profielontwikkeling
Fasen	-	-
Variante van het moedermateriaal	b	Matig zand, zwaar zandleem of leem bijmenging
Variante van de profielontwikkeling	(z)	Humusarme bovengrond

Bodemserie = Zdp

Bodemtype

4.1.1 DE TEXTUURKLASSE

Het eerste symbool van de bodemserie, de **textuurklasse** (aard van het moedermateriaal, grondsoort), wordt onderverdeeld in bodems op:

U, E, A, L, P, S, Z	Minerale textuurklassen. Zie § 7.7, en figuur 12 en 13
G	Lemige (L, A) of kleiige (E) bodemtexturen met meer dan 5% vol. stenen (niet voor textuurklassen Z, S en U).

Daarnaast worden de volgende symbolen gebruikt voor bodemeenheden waarvan de bodems meestal niet nader onderzocht werden.

V	Venig materiaal, bevat een oppervlakkige laag van minstens 40cm dikte met een gehalte van minstens 30% organisch materiaal. Het symbool V krijgt (meestal) geen tweede of derde symbool maar vormt op zich een bodemserie.
B, M, N, X	Goed gedefinieerde landschappelijke eenheden maar verder niet gespecifieerd (ze krijgen geen tweede of derde symbool maar vormen op zich een bodemserie) B: Bronzones M: Mergelgronden N: Krijtgronden X: Duinen

4.1.2 DE DRAINAGEKLASSEN EN HET BODEMVOCHTREGIME

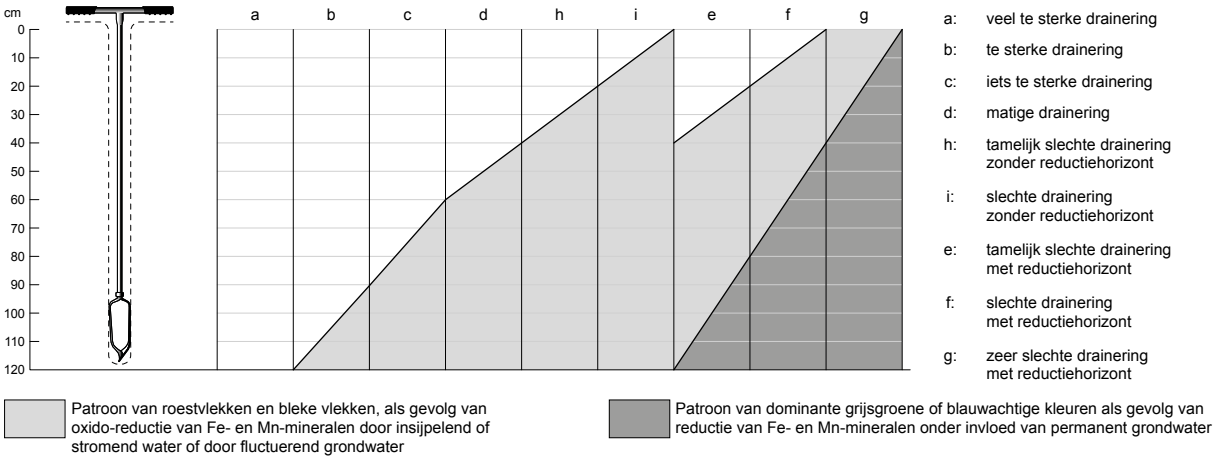
Het tweede symbool staat voor de **drainageklasse**.

In het symbool van het bodemtype op de bodemkaart van België staat de drainageklasse in tweede positie, na het korrelgrootte- of textuurklassesymbool (tabellen 30 en 31 en figuren 23 en 24). Let op, door veranderingen aan het bodemvochtregime kan de drainageklasse vandaag anders zijn dan wat bepaald werd tijdens de bodemkartering.

TABEL 30 / **Natuurlijke draineringsklassen en hun kenmerken voor zandige gronden (textuurklassen Z, S, P, zie figuur 23) volgens de Bodemkaart van België (data volgens Ameryckx et al., 1995)**

DRAINAGE SYMBOOL	DEFINITIE	NATUURLIJKE DRAINERING	DIEPTE (IN CM)*	
			ROEST	REDUCTIE
.a.	Zeer droog	Veel te sterk	>120	-
.b.	Droog	Te sterk	90-120	-
.c.	Matig droog	Iets te sterk	60-90	-
.d.	Matig nat	Matig	40-60	-
.h.	Nat	Tamelijk slecht	20-40	-
.i.	Zeer nat	Slecht	0-20	-
.e.	Nat, met reductiehorizont	Tamelijk slecht	20-40	>80
.f.	Zeer nat met reductiehorizont	Slecht	0-20	40-80
.g.	Uiterst nat	Zeer slecht	0	<40

* Diepte vanaf waar roest- en reductieverschijnselen beginnen

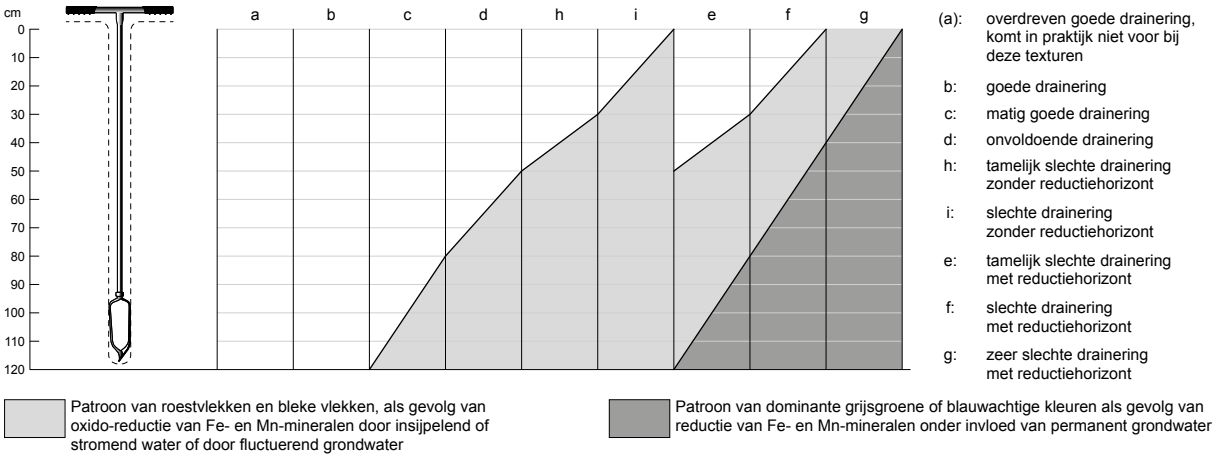


FIGUUR 23 – **Illustratie van de drainageklassen voor zandige texturen (Z, S en P) (door Sylvia Mazereel volgens Petit & Heyninck 2019)**

TABEL 31 / **Natuurlijke draineringsklassen en hun kenmerken voor lemig-kleiige gronden (textuurklassen L, A, E, U; zie figuur 12), volgens de Bodemkaart van België (data volgens Ameryckx et al., 1995)**

DRAINAGE SYMBOOL	DEFINITIE	NATUURLIJKE DRAINERING	DIEPTE (IN CM)*	
			ROEST	REDUCTIE
.a.	-	-	-	-
.b.	Niet gleyig	Goed	>120	-
.c.	Zwak gleyig	Matig goed	80-120	-
.d.	Matig gleyig	Onvoldoende	50-80	-
.h.	Sterk gleyig	Tamelijk slecht	30-50	-
.i.	Zeer sterk gleyig	Slecht	0-30	-
.e.	Sterk gleyig met reductiehorizont	Tamelijk slecht	30-50	>80
.f.	Zeer sterk gleyig met reductiehorizont	Slecht	0-30	40-80
.g.	Gereduceerd	Zeer slecht	0	<40

* Diepte waarom roest- en reductieverschijnselen beginnen



FIGUUR 24 – **Illustratie van de drainageklassen voor lemige (L, A) en kleiige (E, U)) bodems. De klassen gelden ook voor stenige bodems (G) (door Sylvia Mazereel volgens Petit & Heyninck, 2019). Drainageklasse 'a' komt in praktijk niet voor bij de fijne textuurklassen.**

4.1.3 DE PROFIELONTWIKKELING

Het derde symbool van de bodemserie, de **profielontwikkeling**, wordt aan de hand van tabel 32 bepaald.

TABEL 32 / **De symbolen voor de profielontwikkeling en hun definitie (voor meer uitleg zie Van Ranst & Sys 2000).**

SYMBOOL	FORMELE DEFINITIE	OMSCHRIJVING EN CONNOTATIE
..a	Gronden met textuur B-horizont	Bodems met een duidelijke, continue kleiaanrijkingshorizont
..b	Gronden met structuur en/of weinig duidelijke kleur B-horizont	Bodems waar de bodemvorming beperkt is tot het ontwikkelen van bodemkundige structuur en/of verkleuring (ook gebruikt voor pre-holocene alluviale afzetting)
..c	Gronden met sterk gevlekte of met verbrokkelde textuur B-horizont	Bodems met een duidelijke kleiaanrijkingshorizont doorkruist van een netwerkpatroon van bleke vlekken en/of gebleekte tongen
..e	Gronden met zwartachtige A-horizont	Bodems met dikke (40-60 cm), zwarte, humusrijke oppervlakte horizont die vaak kalkhoudend is in de ondergrond
..f	Gronden met weinig duidelijke humus en/of ijzer B-horizont	Bodems met een geelachtige of licht bruine uitlogingshorizont boven een weinig uitgesproken of onderbroken kleiaanrijkingshorizont, vaak met oxido-reductie vlekken, of met een zwak ontwikkelde Podzol horizont
..g	Gronden met duidelijke humus en/of ijzer B-horizont	Bodems met een duidelijke Podzol horizont
..h	Gronden met verbrokkelde humus en/of ijzer B-horizont	Bodems met een dikke (40-60 cm) antropogene humusrijke oppervlakte horizont met hieronder (vaak) restanten van een Podzol horizont
..m	Gronden met diepe antropogene humus A-horizont	Dikke antropogene (> of = 60 cm) humusrijke A horizont aangebracht door eeuwen oude landbouwpraktijk
..p	Gronden zonder profielontwikkeling	Zandige bodems zonder profielontwikkeling, en lemige of kleiige bodems van Holoceen alluviale, fluviatiele en colluviale afzettingen
..x	Gronden met niet bepaalde profielontwikkeling	Ondiepe leem- of zandleemdeklagen en ontsluitingen van Tertiaire klei

Een aantal gronden werden bij de Belgische bodemkartering niet gekarteerd en afgebakend als kunstmatige gronden. Het is de bedoeling om hier een eigen classificatie te doen volgens bovenstaande richtlijnen. Projectzones aangeduid op de bodemkaart van België als OB (bebouwde zone) dienen altijd door de aardkundige beschreven te worden.

4.2 BEKNOPTE BODEMBESCHRIJVING

Geef voor elk bodemprofiel een beknopte tekstuele beschrijving van het volledige bodemprofiel, eventueel ook al een eerste interpretatie van de bodem in relatie met het archeologisch onderzoek. Baseer je hiervoor ook op de bodemvormende factoren (hoofdstuk 2) en besteed extra aandacht aan uitzonderlijke bodemkenmerken die, al dan niet, het resultaat van antropogene activiteiten zijn. Duid duidelijk aan of bodemkenmerken/horizonten aanwezig of niet aanwezig zijn.

4.2.1 BIJZONDERE BODEMKENMERKEN BELANGRIJK VOOR DE INTERPRETATIE

Hieronder vallen alle belangrijke bodemkenmerken die kunnen bijdragen tot het interpreteren van de site, van de bodemevolutie. Het is ook belangrijk om je af te vragen welke kenmerken afwezig zijn.

> **Voorbeelden van belangrijke observaties die zichtbaar zijn in de bodem:**
>
> - Bewerkingssporen
> - Betredingssporen (voetsporen, karrensporen, holle wegen…)
> - Boomvallen
> - Faunasporen (dassen, konijnen, mollen, mieren, kevers, regenwormen…)
> - Cryoturbatiesporen
> - Sporen van erosie
> - Belangrijke elementen die afwezig zijn! Bijvoorbeeld: het ontbreken van een E-horizont waar die verwacht wordt zoals boven een kleiaanrijkingshorizont (Bt), of boven een Podzol horizont (Bh, Bs, Bhs)

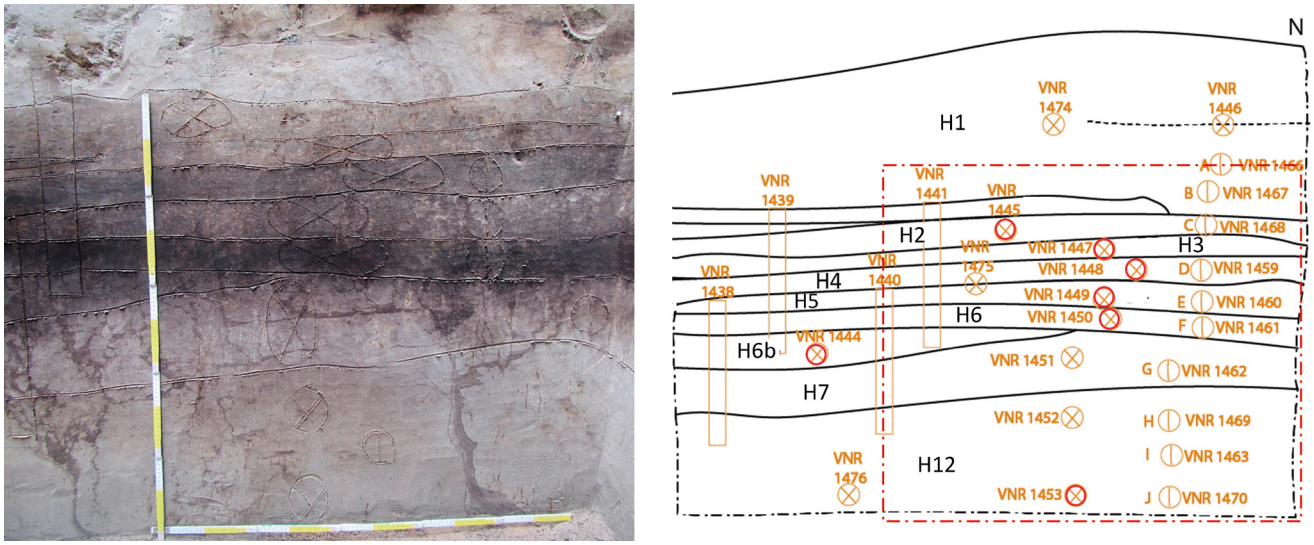
4.3 FOTOGRAFISCHE OPNAMES

Een schaallat of lintmeter is vereist op alle foto's. Vermijd het gebruik van veldmateriaal als schaal. Voorkom gedeeltelijke schaduw, gedeeltelijke zonneschijn op de bodemwand. Gebruik eventueel een uniform, donkergekleurde paraplu of parasol om het profiel te beschaduwen. Gebruik bij onvoldoende licht een statief en vermijd, indien mogelijk, het gebruik van een cameraflits (foto 25 zelfde profiel met en zonder flits).

FIGUUR 25 – **Twee foto's van hetzelfde bodemprofiel op hetzelfde moment. Links met gebruik van de cameraflits, rechts zonder de flits (copyright en foto's: Jari Mikkelsen & Nathalie Cools).**

De fotografische databank bevat minstens de volgende afbeeldingen:

- Het bodemprofiel opgekuist: wanden zijn schoon geschraapt, wortels afgeknipt… maar zonder aanduiding van de aardkundige eenheden
- Het bodemprofiel nadat de horizontgrenzen en de nummers van de aardkundige eenheden op de profielwand zijn ingekrast bijvoorbeeld met een mes of truweel
- Het profiel met indicaties van de uit te voeren of uitgevoerde bemonstering (figuren 26 en 27)
- Fotografische macro-opnames van relevante details van de aardkundige eenheden
- Een fotografische opname van de omgeving van het aangelegde referentieprofiel, ter illustratie van de geomorfologie en vegetatie van de profiellocatie (figuren 28 en 29).



FIGUUR 26 – **Voorbeeld van een bodemprofiel met aanduiding van de horizontgrenzen en staalnamelocaties, eerst aangeduid op de bodemwand (links) en op de archeologische tekening (rechts). De aanduidingen met een kruis in een cirkel zijn geplande staalnamelocaties voor bodemanalysen. Staalnames voor OSL-dateringen zijn aangeduid met een kleinere cirkel en een verticale streep. De staalname voor pollen of micromorfologie is op de bodemwand ingekrast in de vorm van een rechthoek. De cirkels aangeduid met rood werd finaal geselecteerd voor verder laboanalysen (copyright en foto: Jari Mikkelsen).**

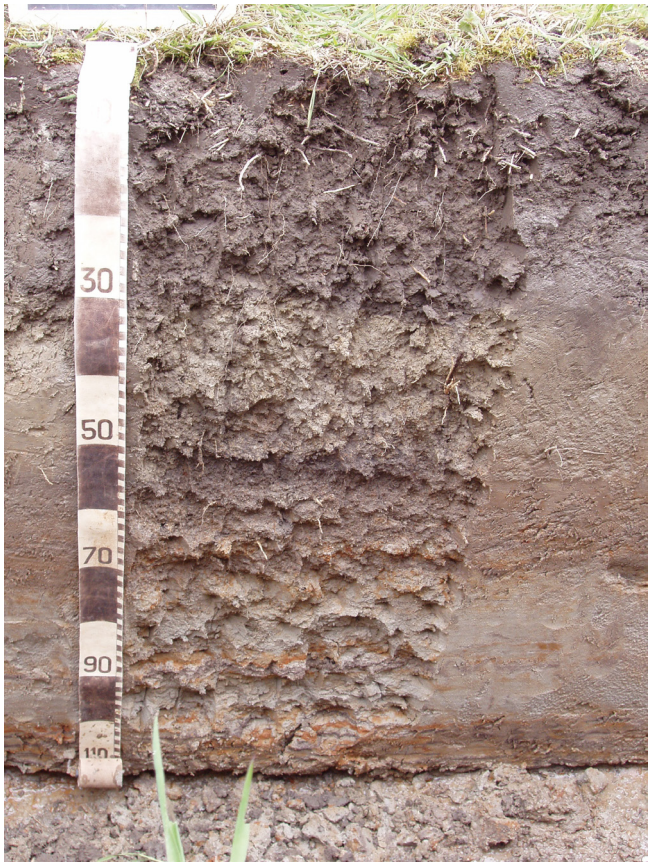
FIGUUR 27 – Voorbeeld van het uitsnijden van stalen voor micromorfologie (boven). Onderaan-links: de oriëntatie wordt altijd op het staal zelf aangeduid. Onderaan-rechts: de stalen zijn klaar om los gemaakt te worden (copyright Agentschap Onroerend Erfgoed, foto's: Kris Vandevorst).

FIGUUR 28 – **Voorbeelden van omgevingsfoto's rondom een bodemobservatie. Bij het uitgraven van een bodemprofiel wordt het humusrijke oppervlaktemateriaal apart gehouden van het humusarme materiaal van de diepere horizonten. Vooraan de profielwand wordt geen aarde gelegd en preferentieel wordt de grond hier ook niet vertrappeld. Dit om de bodemfoto zo representatief mogelijk te maken (copyright en foto's: Jari Mikkelsen & Nathalie Cools).**

FIGUUR 29 – **Voorbeeld van omgevingsfoto's in de context van het aanleggen van proefsleuven in het kader van archeologisch onderzoek (copyright en foto's: Stefaan Dondeyne)**

De fotografische databank kan met volgende afbeeldingen worden uitgebreid:

- Het profiel met naast elkaar de zichtbaar gemaakte structuur en een schoongemaakt oppervlak (figuur 30)
- Horizontale secties op verschillende dieptes
- Close-up van sporen van menselijke activiteiten (fig. 31)



FIGUUR 30 – Voorbeeld van bodemprofiel met zichtbare structuur (links) en een schoongemaakt oppervlak (rechts) (copyright en foto: Jari Mikkelsen).

FIGUUR 31– Voorbeeld van een detailfoto van antropogene sporen (spadesteken) in het bodemprofiel (copyright en foto: Carole Ampe).

Links: Dit zijn hoogstwaarschijnlijk putten van zandontginning, kenmerkend voor de zandbodems in Vlaanderen en de Kempen. Ook geobserveerd op de tertiaire zandontsluitingen in de leemstreek. Het "steriele" zand werd gebruikt voor de stal en/of de bewoning. Aarde van de humusrijke ploeglaag bleef ter plaatse (het "vet" wordt bewaard). Site: omgeving van Geel
Rechts: Uitgeveende gronden. De zwarte strook rechts op de foto is een veenbank waarlangs het ontgonnen veen weggevoerd werd. De grijze bodem onder het veen bestaat uit marine kleiafzettingen. Site: natuurgebied De Blankaart (Diksmuide-Houthulst)
Onder: Patroon van minibreukjes in zanden van de Formatie van Brussel. Dergelijke breukjes doen spontaan denken aan tektonische activiteit maar het is niet zeker dat dit sporen zijn van tektonische activiteit zijn. Ze zijn in elk geval kenmerkend voor grondverschuiving, bijvoorbeeld bij het inzakken van een grachtwand. Ook vorst (ijssegregatie) kan dergelijke structuren veroorzaken. Site: Neerijse / fotos en copyright: Stefaan Dondeyne

REFERENTIES

REFERENTIES

Ameryckx, J.B., Verheye, W., Vermeire, R. 1995. Bodemkunde: bodemvorming; bodemeigenschappen; de bodems van België; bodembehoud en degradatie; bodembeleid en bodempolitiek. Gent: Wettelijk Depot: D/1995/Willy Ameryckx, uitgevers.

Dalrymple, J.B., Blong, R.J., & Conacher, A.J. 1968. An hypothetical nine-unit landsurface model. In: Zeitschrift für Geomorphologie. 12, 60-76.

Databank Ondergrond Vlaanderen - Digitale bodemkaart van het Vlaams Gewest. https://www.dov.vlaanderen.be

Delbecque, N., Dondeyne, S., Gelaude, F., Mouazen, A.M., Vermeir, P., & Verdoodt, A. 2022. Urban soil properties distinguished by parent material, land use, time since urbanization, and pre-urban geomorphology. Geoderma 413. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115719

FAO, 2006. Guidelines for soil description (4th edition). Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

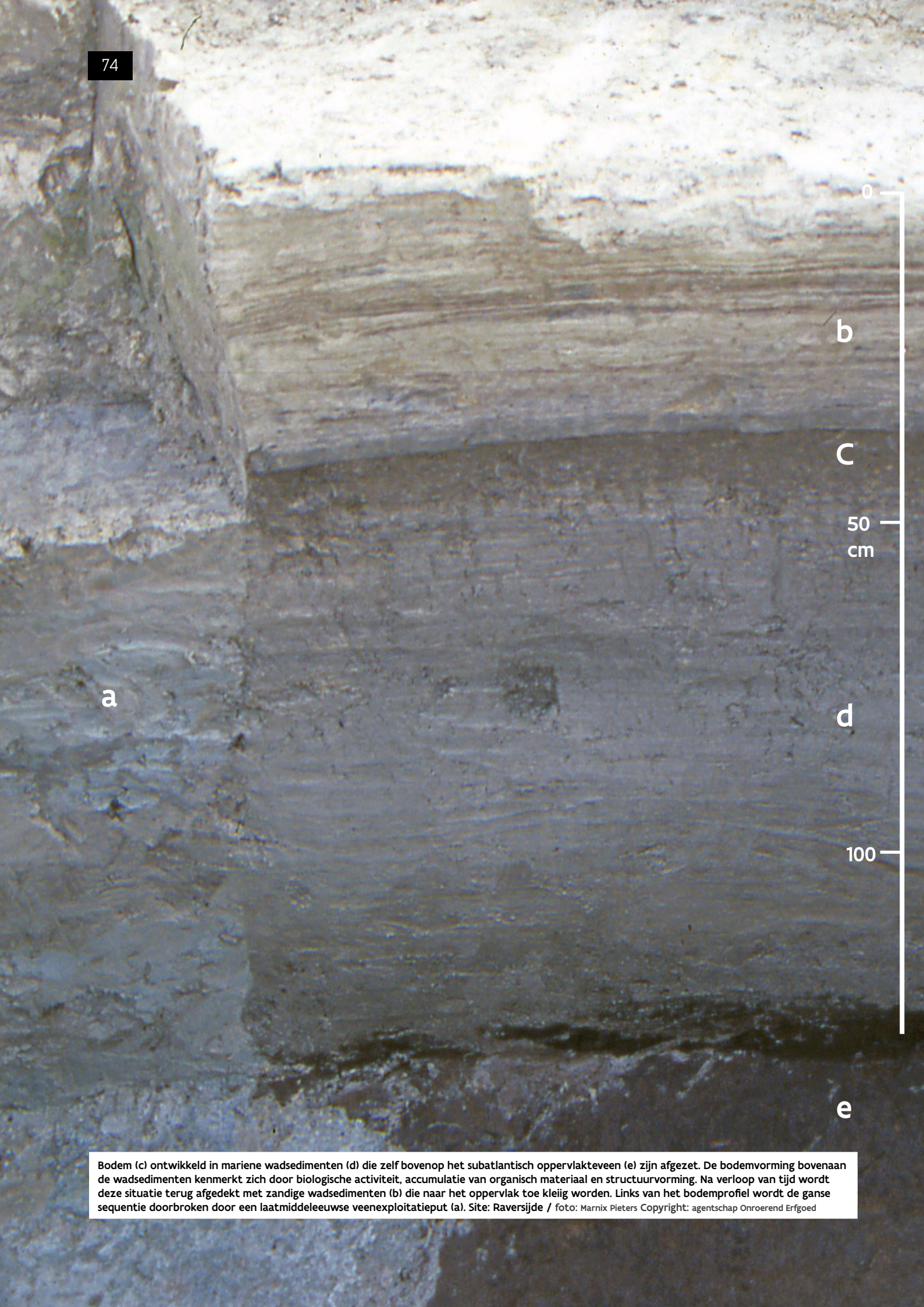
Petit, S. & Heyninck, C., 2019. Formation pédologie ANF. Dossier de terrain. Forêt Nature: Le Gouvernement Du Grand-Duché de Luxembourg. 25p.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A. & Benham, E.C. (eds). 2012. Field book for describing and sampling soils, version 3.0. USDA Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.

Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA: United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. 360p.

Van Ranst E. & Sys, C. 2000. Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (Schaal 1:20000). Gent, Laboratorium voor Bodemkunde. https://www.milieuinfo.be/dms/d/d/workspace/SpacesStore/417aadac-822a-4401-965e-ea9a4119f0a6/eenduidige%20legende_bodemkaart.pdf

Wysocki, D.A., Schoeneberger, P.J., & LaGarry, H.E. 2000. Geomorphology of soil landscapes. In M.E. Sumner (ed.) Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton, Florida.



Bodem (c) ontwikkeld in mariene wadsedimenten (d) die zelf bovenop het subatlantisch oppervlakteveen (e) zijn afgezet. De bodemvorming bovenaan de wadsedimenten kenmerkt zich door biologische activiteit, accumulatie van organisch materiaal en structuurvorming. Na verloop van tijd wordt deze situatie terug afgedekt met zandige wadsedimenten (b) die naar het oppervlak toe kleiig worden. Links van het bodemprofiel wordt de ganse sequentie doorbroken door een laatmiddeleeuwse veenexploitatieput (a). Site: Raversijde / foto: Marnix Pieters Copyright: agentschap Onroerend Erfgoed

BIJLAGE

BIJLAGE

TABEL / **overzicht van de te beschrijven bodemkenmerken op basis- en referentieniveau volgens de Code van Goede praktijk versie 5.**

HANDLEIDING		PROFIELONDERZOEK			BOORONDERZOEK			CGP 4.0	
Hfd stk	Veldhandleiding titel hfdstk	Project niveau	Referentie profiel	Basis profiel	Project niveau	Referentie boring	Basis boring	CGP-V4.0 Hfdstk	Code Goede praktijk Alinea nr.
1.1	Projectcode	1			1			10 & 21.3-4	1° de projectcode van het onderzoek waarbinnen het referentieprofiel werd opgemaakt;
1.2	Interne projectcode	optioneel			Optioneel				
1.3	Site locatie	Optioneel			Optioneel				
1.4	Type onderzoek	1			1			10 & 21.3-4	2° het type onderzoek waarbinnen het referentieprofiel werd opgemaakt
1.5	(Refentie)profiel/ boornummer		1	1		1	1	10 & 21.3-4	3° het nummer waaronder het referentieprofiel is opgenomen op het vlakplan
1.6	Identificatie vlakplan		Optioneel					10 & 21.3-4	4° de unieke identificatie van het begin- en eindpunt van het referentieprofiel zoals opgenomen op het vlakplan;
1.7	Het herkennings-nummer	1			1			10 & 21.3-4	12° het herkenningsnummer of de herkenningsnummers van de kaart(en) of plan(nen) waarop het referentieprofiel is geregistreerd
1.8	Datum bodembeschrijving	1			1			10 & 21.3-4	5° de datum waarop de beschrijving werd gemaakt;
1.9	Auteur(s) en organisatie	1			1			10 & 21.3-4	7° de naam van degene die de beschrijving opmaakte;
1.10	X en Y-coördinaten		1	1		1	1	10 & 21.3-4	8° de x- en y-coördinaten van het begin- en eindpunt van het referentieprofiel
1.10.1	Methodes voor het bepalen van de XY-coördinaten	1			1				
1.11	Hoogteligging		1			1		10 & 21.3-4	9° de hoogteligging van de bovenzijde van het referentieprofiel ter hoogte van het begin- en eindpunt van het referentieprofiel
1.11.1	Methodes voor de bepaling van de Z-coördinaat	1			1				
1.12	De weersomstandig-heden								
1.12.1	Weer		1			Optioneel		10 & 21.3-4	6° de weersomstandigheden bij de beschrijving;
1.12.2	Temperatuur		1			Optioneel		10 & 21.3-4	6° de weersomstandigheden bij de beschrijving;
1.12.3	Bijzondere weersom-standigheden		Optioneel			Optioneel			
1.13	Veldgegevens specifiek voor een booronderzoek								
1.13.1	De boorstrategie				1			6.11.8 Boorlijst	3° het type booronderzoek.

HANDLEIDING		PROFIELONDERZOEK			BOORONDERZOEK			CGP 4.0	
Hfd stk	Veldhandleiding titel hfdstk	Project niveau	Referentie profiel	Basis profiel	Project niveau	Referentie boring	Basis boring	CGP-V4.0 Hfdstk	Code Goede praktijk Alinea nr.
1.13.2	De boorafstand				1			6.11.8 Boorlijst	7° het eventuele grid waarin de boringen werden uitgevoerd;
1.13.3	De oriëntatie van de boorraaien				1			6.11.8 Boorlijst	7° het eventuele grid waarin de boringen werden uitgevoerd;
1.13.4	De diameter van de grondboor					1	1	6.11.8 Boorlijst	5° de diameter van de boor in centimeter;
1.13.5	De techniek en type grondboor								
1.13.5.1	De boortechniek				1			6.11.8 Boorlijst	6° de techniek van de boring (manueel, mechanisch);
1.13.5.2	Manueel boortype					1	1	6.11.8 Boorlijst	4° het type boor
1.13.5.3	Mechanische boortype					1	1	6.11.8 Boorlijst	4° het type boor
1.13.6	Boordiepte					1	optioneel	6.11.8 Boorlijst	11°c) de einddiepte van de aardkundige eenheid, of indien deze niet bereikt werd: de ondergrens van de boring, in centimeter ten opzichte van het maaiveld;
2	Bodemvormende factoren								
2.1	Bodemmoeder-materiaal		1			1			
2.2	Substraat		1			1			
2.3	Geomorfologie								
2.3.1	Algemeen reliëf		Optioneel			Optioneel			
2.3.2	Hellingspositie		1			1	Optioneel		
2.3.2.2	Hellingsvorm		Optioneel			Optioneel			
2.3.2.3	Hellingsoriëntatie - expositie		Optioneel			Optioneel			
2.4	Bodemhydrologie								
2.4.1	Extern waterregime		Optioneel			Optioneel			
2.4.2	Actuele watertafel		1			1		10 & 21.3-4	1° de diepte van de actuele grondwatertafel in centimeter ten opzichte van het maaiveld, indien deze bereikt werd;
2.5	Hedendaags landgebruik en bodembedekking		1			Optioneel		10 & 21.3-4	10° het landgebruik van het terrein op de locatie van het referentieprofiel;
2.5.1	Plantensoorten (vegetatie)		1			Optioneel		10 & 21.3-4	11° de vegetatie van het terrein op de locatie van het referentieprofiel;
2.6	Antropogene invloed op het landschap (terreinobservaties)		1			Optioneel			
2.7	Erosie en sedimentatie								
2.7.1	Type		Optioneel			Optioneel			
2.7.2	Activiteit		Optioneel			Optioneel			

HANDLEIDING		PROFIELONDERZOEK			BOORONDERZOEK			CGP 4.0	
Hfd stk	Veldhandleiding titel hfdstk	Project niveau	Referentie profiel	Basis profiel	Project niveau	Referentie boring	Basis boring	CGP-V4.0 Hfdstk	Code Goede praktijk Alinea nr.
3	Beschrijving van bodemhorizonten en -lagen								
3.1	Oppervlaktestenen		Optioneel			optioneel			
3.2	Horizontgrens								
3.2.1	Het nummer van de horizont (aarkundige eenheid)		1	1		1	1	10 & 21.3-4	13° het herkenningsnummer of de herkenningsnummers van de foto('s).
3.2.2	De diepte ten opzichte van het maaiveld		1	1		1	1	10 & 21.3-4	3° de einddiepte van de aardkundige eenheid, of indien deze niet bereikt werd: de ondergrens van het referentieprofiel, in centimeter ten opzichte van het maaiveld
	Ondergrens bereikt j/n?		1			1		10 & 21.3-4	4° het gegeven of de ondergrens van de aardkundige eenheid bereikt werd (ja, nee);
3.2.3	Horizontbegrenzing-duidelijkheid		1					10 & 21.3-4	12° de grensduidelijkheid van de ondergrens:
3.2.4	Horizonttopografie		1					10 & 21.3-4	13° de grensregelmatigheid van de ondergrens
3.3	Bodemvochtigheid		1	1		1	1	10 & 21.3-4	5° nat, vochtig of droog beschreven;
3.4	Bodemkleur		1			1		10 & 21.3-4	9° indien noodzakelijk voor het begrip of de interpretatie van de aardkundige eenheid: de kleur volgens Munsell kleursysteem (hue, value, chroma);
	kleur in visuele beschrijving			1			1	10 & 21.3-4	8° de kleur in visuele beschrijving;
3.5	Kleurvlekken								
3.5.1	Kleur		1			1			
3.5.2	Aantal		1	1		1	1		
3.5.3	Contrast		1			optioneel			
3.6	Horizontsymbolen		1	1		1	1		
3.6.1	Hoofdhorizonten en -lagen (mastersymbolen)							10 & 21.3-4	6° de benaming van de aardkundige eenheid
3.6.2	Overgangshorizonten							10 & 21.3-4	6° de benaming van de aardkundige eenheid
3.6.3	Subordinate symbolen							10 & 21.3-4	6° de benaming van de aardkundige eenheid
3.6.4	Verticale onderverdelingen							10 & 21.3-4	6° de benaming van de aardkundige eenheid
3.6.5	Lithologische discontinuïteit							10 & 21.3-4	6° de benaming van de aardkundige eenheid
3.7	Antropogeen (mechanisch) aangevoerd materiaal		1			1			
3.8	Textuur		1	1		1	1	10 & 21.3-4	7° de textuur (bepaald in het veld)
3.8.1	Aanwezigheid van klei coatings/huidjes		Optioneel			optioneel		10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);

HANDLEIDING		PROFIELONDERZOEK			BOORONDERZOEK			CGP 4.0	
Hfd stk	Veldhandleiding titel hfdstk	Project niveau	Referentie profiel	Basis profiel	Project niveau	Referentie boring	Basis boring	CGP-V4.0 Hfdstk	Code Goede praktijk Alinea nr.
3.9	Grove fragmenten								
3.9.1	Frequentie		1			Optioneel			
3.9.2	Grootte van fragmenten		Optioneel			Optioneel			
3.9.3	Dominante vorm van de fragmenten		Optioneel			Optioneel			
3.9.4	Staat van verwering		Optioneel			Optioneel			
3.9.5	Type fragmenten		Optioneel			1			
3.9.6	Distributie/ verspreiding van de grove fractie in het profiel		1						
3.9.7	Capping en pendants								
3.9.7.1	Capping		Optioneel					10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);
3.9.7.2	Pendants		Optioneel					10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);
3.10	Bodemstructuur								
3.10.1	Types van bodemstructuur		1					10 & 21.3-4	10° indien relevant voor de onderzoeksvragen: de bodemstructuur, volgens de FAO-indeling;
3.10.2	De afmetingen		Optioneel						
3.10.3	De graad van struc-tuurontwikkeling		Optioneel						
3.10.4	Samengestelde structuur		Optioneel						
3.11	Cementatie		1			1		10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);
3.11.1	Graad van cementatie		Optioneel						
3.12	Compactheid		1			1		10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);
3.13	Levende wortels								
3.13.1	Aantal		1			optioneel		10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);
3.14	Sporen van dierenactiviteit								
3.14.1	Type dierenactiviteit		1					10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);
3.14.2	Concentratie		Optioneel						
3.14.3	Toestand		Optioneel						
3.14.4	Geassocieerde kenmerken		Optioneel						
3.15	Kalkreactie met HCl (carbonaten)		1	1		1	1	10 & 21.3-4	14° de kalkreactie met HCl

HANDLEIDING		PROFIELONDERZOEK			BOORONDERZOEK			CGP 4.0	
Hfd stk	Veldhandleiding titel hfdstk	Project niveau	Referentie profiel	Basis profiel	Project niveau	Referentie boring	Basis boring	CGP-V4.0 Hfdstk	Code Goede praktijk Alinea nr.
3.16	Accumulaties van ijzer en mangaan		1			1		10 & 21.3-4	11° andere observaties (mineralen, chemische, biologische en menselijke processen);
4	Classificatie van het bodemprofiel								
4.1	Bodemtypes volgens de Belgische Bodemclassificatie		1			1		10 & 21.3-4	4° indien het een minerale bodem of veen betreft: het bodemtype, gebaseerd op eigen observatie, in code volgens het Belgisch Bodemclassificatiesysteem
4.1.1	De textuurklasse		(1)			(1)		10 & 21.3-4	3° het bodemtype zoals dit aangegeven is op de Belgische Bodemkaart, in code;
4.1.2	De drainageklassen en het bodemvochtregime		(1)			(1)			
4.1.3	Profielontwikkeling		(1)			(1)			
4.2	Beknopte bodembeschrijving		1	optioneel		1	optioneel	10 & 21.3-4	2° een beknopte tekstuele beschrijving van het ganse bodemprofiel, inclusief interpretatie;
4.2.1	Bijzondere observaties belangrijk voor de interpretatie:		1			1		10 & 21.3-4	2° een beknopte tekstuele beschrijving van het ganse bodemprofiel, inclusief interpretatie;
4.3	Fotografische opnames		1	1		1		10 & 21.3-4	13° het herkenningsnummer of de herkenningsnummers van de foto('s).
		7	38	11	11	30	13		

LEGENDE

- Wordt gevraagd in de CGP V4
- Wordt gevraagd in CGP V4 en zou optioneel kunnen worden
- Sterk aanbevolen in deze handleiding
- Gesuggereerd in deze handleiding
- Te rapporteren op projectniveau
- Te rapporteren op referentieniveau
- Te rapporten op basisniveau
- Niet mogelijk om te registreren