



BODEMKUNDIG ONDERZOEK

APELDOORNSEWEG

TE ELSPEET



Rapportage bodemkundig onderzoek

Apeldoornseweg te Elspeet

Opdrachtgever	Elspeterbos BV Vermeerlaan 46 3723 EN Bilthoven
Rapportnummer	4321.002
Versienummer¹	2.1
Datum	6 juni 2018
Vestiging	Gelderland Fabriekstraat 19c 7005 AP Doetinchem 0314 - 365150 doetinchem@econsultancy.nl
Opsteller	drs. G.W.J. Spanjaard
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	ir. E.M. ten Broeke
Paraaf	

© Econsultancy bv, Doetinchem

Foto's en tekeningen: Econsultancy bv, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers. Econsultancy aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN: 2210-8777 (Analoog rapport)

ISSN: 2210-8785 (Digitaal rapport E-depot)

¹ Versie 1 betreft een rapport waarvan geen beoordeling van de opdrachtgever en/of het bevoegd gezag is ontvangen, bij versie 2 is het rapport wel beoordeeld.

Administratieve gegevens plangebied	
Projectcode	4321.002
Toponiem	Apeldoornseweg
Opdrachtgever	Elspeterbos BV
Gemeente	Nunspeet
Plaats	Elspeet
Provincie	Gelderland
Kadastrale gegevens	Gemeente Nunspeet, sectie F, nummers 2119, 2120, 2121, 2137, 2141, 2142, 2795 en 6429
Omvang plangebied	circa 20 ha.
Kaartblad	27 C (1:25.000)
Coördinaten centrum plangebied	X: 184.000 / Y: 477.000
Beheer en plaats documentatie	Econsultancy, Doetinchem
Uitvoerders	Econsultancy, drs. G.W.J. Spanjaard

Betrouwbaarheid

Dit onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd. Een booronderzoek wordt in het algemeen uitgevoerd door het steekproefsgewijs onderzoeken van de bodem, waardoor het, op basis van de resultaten van een booronderzoek, onmogelijk is garanties af te geven ten aanzien van de algemene bodemopbouw in het gehele plangebied. In dit kader dient ook opgemerkt te worden dat geraadpleegde bronnen niet altijd zonder fouten en volledig zijn. Daar Econsultancy voor het verkrijgen van historische informatie afhankelijk is van deze bronnen, kan Econsultancy niet instaan voor de juistheid en volledigheid van deze informatie.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	DOELSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN	2
3	LOCATIEGEGEVENS	3
3.1	Afbakening van het onderzoeksgebied	3
3.2	Huidige situatie	3
3.3	Toekomstige situatie.....	3
3.4	Beschrijving van het historische gebruik	4
3.5	Aardwetenschappelijke gegevens	8
4	RESULTATEN VELDONDERZOEK.....	9
4.1	Methoden.....	9
4.2	Resultaten.....	11
5	CONCLUSIE EN ADVIES.....	19
	LITERATUUR.....	23
	BRONNEN	23

LIJST VAN TABELLEN

Tabel I.	Aardwetenschappelijke gegevens plangebied
Tabel II.	Hoofdlijn bodemopbouw

LIJST VAN AFBEELDINGEN

Figuur 1	Situering van het plangebied
Figuur 2	Detailkaart van het plangebied en het onderzoeksgebied
Figuur 3	Uitsnede omgevingsverordening provincie Gelderland
Figuur 4	Kadastraal Minuutplan uit 1811-1832
Figuur 5	Militaire Topografische Kaart uit 1872
Figuur 6	Militaire Topografische Kaart uit 1907
Figuur 7	Boorpuntenkaart
Figuur 8	Boorpunten ten opzichte van bostypenkaart
Figuur 9	Boorpunten ten opzichte van bosleeftijdenkaart
Figuur 10	Boring 36: intact holtpodzolprofiel onder oud bos
Figuur 11	Boring 38: grotendeels omgewerkt holtpodzolprofiel in voormalig heidegebied.
Figuur 12	Boring 39: grotendeels omgewerkt holtpodzolprofiel in voormalig heidegebied.
Figuur 13	Boring 8: zwak ontwikkelde en relatief dunne B-horizont met omgewerkte top
Figuur 14	Boring 12: goed ontwikkelde B-horizont met omgewerkte top
Figuur 15	Boring 24: goed ontwikkelde B-horizont met omgewerkte top (35 cm)
Figuur 16	Boring 19: diep (75 cm onder maaiveld) omgewerkt profiel
Figuur 17	Boring 34: humeuze top van de B-horizont (20-30 cm -mv), daaronder met name vertering
Figuur 18	Boring 32: sterke component vertering in B-horizont en weinig humus
Figuur 19	Boring 40: Bovenste 35 cm omgewerkt, daaronder visuele gelijkenis met referentieboringen voormalige heidegebied.
Figuur 20	Aangetroffen verstoringsdieptes westelijke deel plangebied
Figuur 21	Aangetroffen verstoringsdieptes en relatief sterk gedegradeerde B-horizonten oostelijke deel plangebied
Figuur 22	Sterke mate van verstoring als gevolg van wroetende zwijnen

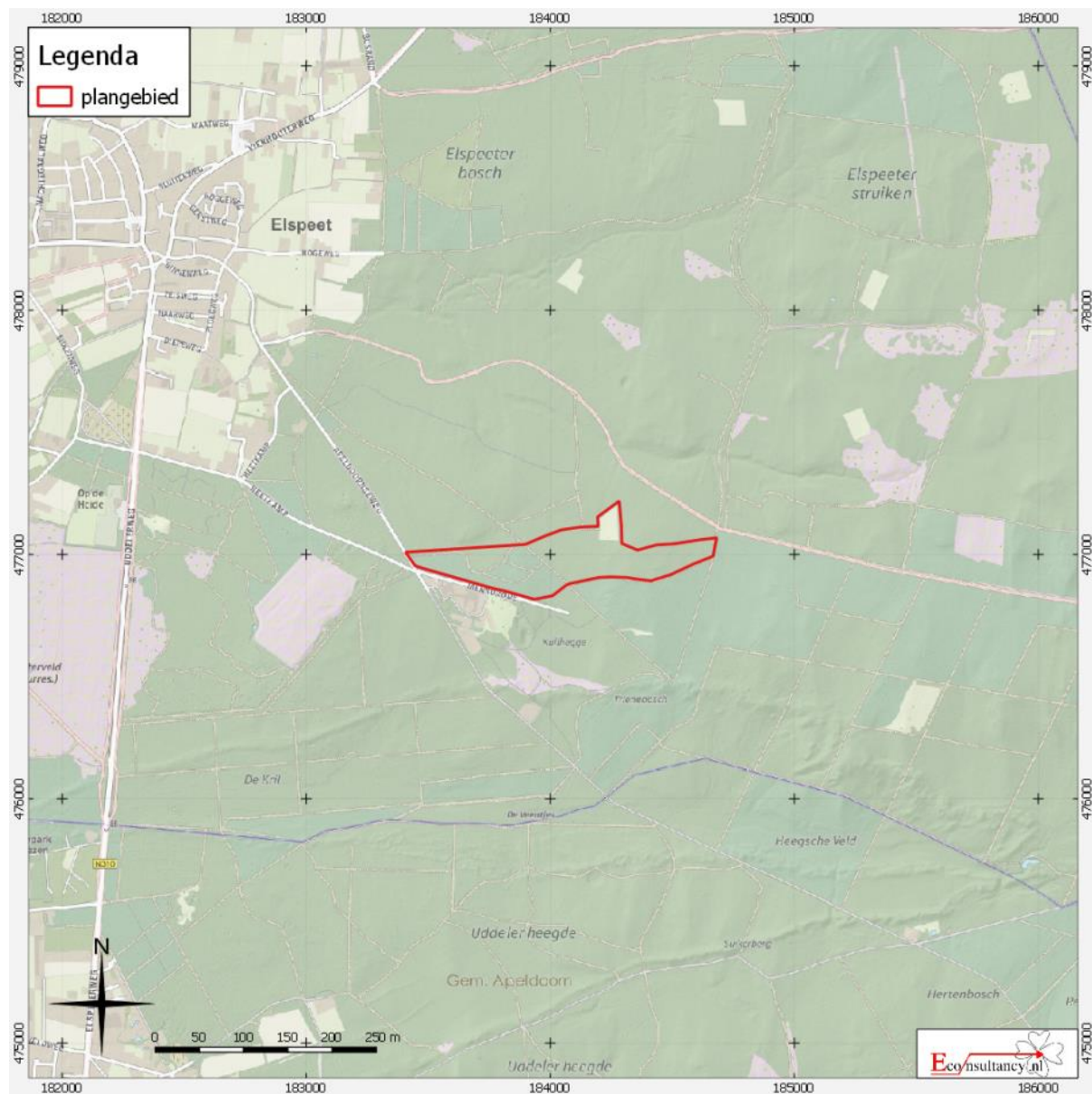
BIJLAGEN

Bijlage 1	Foto's boorpunten en terreinomstandigheden
Bijlage 2	Boorprofielen

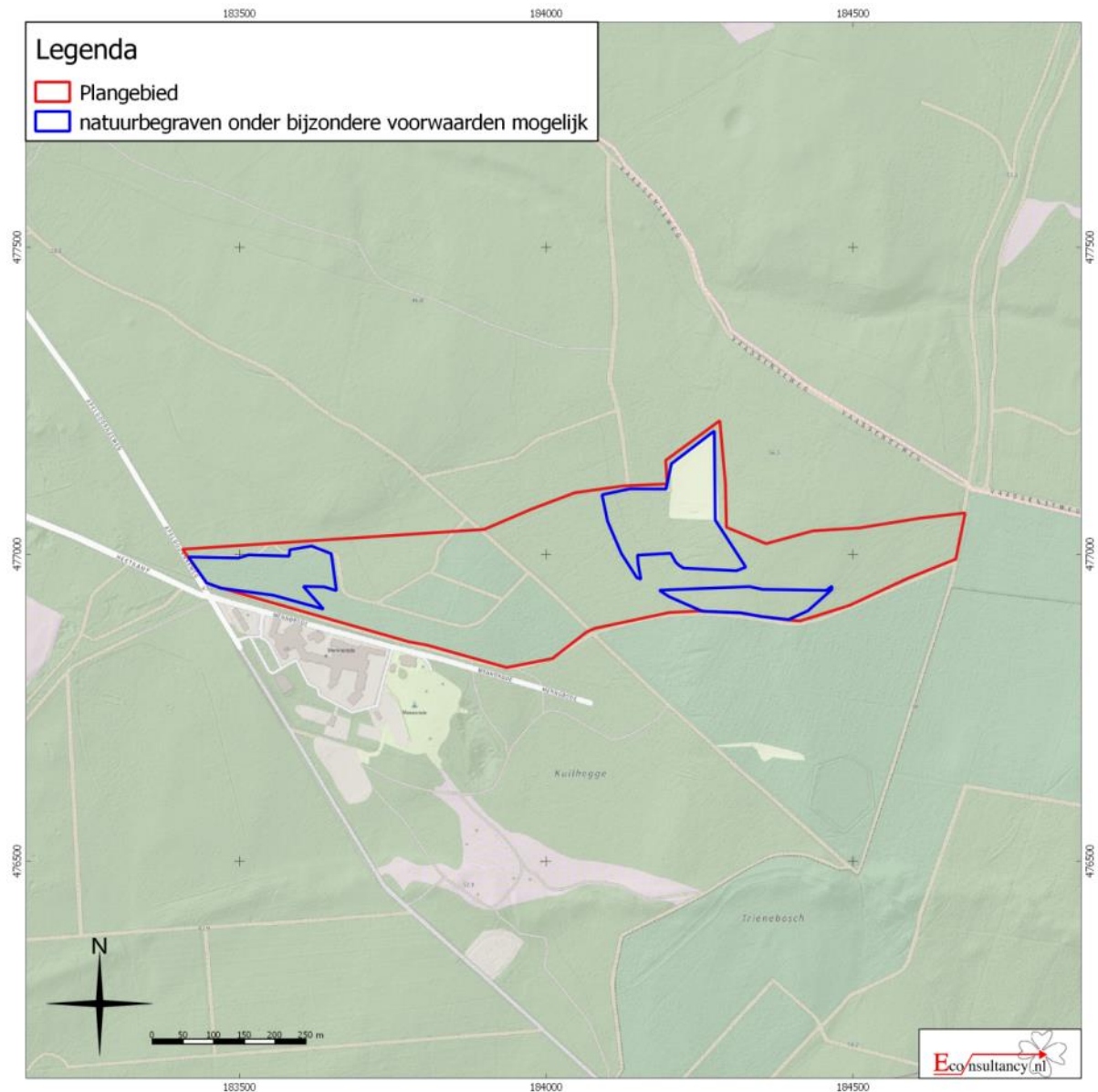
1 INLEIDING

Econsultancy heeft in opdracht van Elspeterbos BV een bodemkundig onderzoek uitgevoerd voor het plangebied gelegen aan de Apeldoornseweg te Elspeet in de gemeente Nunspeet (zie figuren 1 en 2). De opdrachtgever is voornemens binnen het plangebied een natuurbegraafplaats te realiseren. Het bodemkundig onderzoek is noodzakelijk om inzicht te verschaffen in de mate van intactheid van de natuurlijke bodemopbouw, en daarmee van de natuurwaarde, binnen verschillende delen van het plangebied.

Het onderzoek is toegespitst op de gebiedsdelen waar oude bosbodems worden verwacht, maar waar aanwijzingen zijn dat dit bodemprofiel grootschalig verstoord is door wilde zwijnen.



Figuur 1 Situering van het plangebied



Figuur 2 Detailkaart van het plangebied en het onderzoeksgebied

2 DOELSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN

Het onderzoek heeft tot doel inzicht te krijgen in de natuurlijke bodemopbouw en in de mate van intactheid van het bodemprofiel. Aan de hand van verschillende bronnen (historische kaarten, bostypen, bosleeftijden) zal vervolgens getracht worden de aangetroffen bodemopbouw te verklaren. Voor het bodemkundig onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- Wat is de natuurlijke bodemopbouw binnen het onderzoeksgebied?
- In hoeverre is de natuurlijke bodemopbouw intact?
- Indien de aangetroffen bodemopbouw afwijkt van de verwachting, hoe is dit te verklaren?

Het bodemkundig booronderzoek is uitgevoerd op 19 en 20 oktober 2017 door drs. G.W.J. Spanjaard (fysisch geograaf) en R. Dijkstra, BSc (archeoloog). Het rapport is gecontroleerd door ir. E.M. ten Broeke (kwaliteitscontroleur).

3 LOCATIEGEGEVENS

3.1 Afbakening van het onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied betreft drie deellocaties (totale oppervlakte circa 5 ha.) binnen het beoogde terrein van natuurbegraafplaats Elspeterbos aan de Apeldoornseweg te Elspeet (zie figuur 2). Het gebied maakt deel uit van landgoed Elspeterbos en bestaat voor het merendeel uit naalddhoutopstanden. Het onderzoeksgebied is gelegen op een afstand van circa 2 kilometer ten zuidoosten van de kern van Elspeet. Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 27 C (schaal 1:25.000), zijn de centrale coördinaten van het plangebied $X = 184.000$, $Y = 477.000$.

Het onderzoeksgebied betreft de deelgebieden waar natuurbegraven volgens de omgevingsverordening van de Provincie Gelderland onder bijzondere voorwaarden mogelijk is (zie figuur 3). Dit betreft gebieden waar oude bosbodems worden verwacht en waar vanuit het Gelders Natuurnetwerk (GNN) aanvullende voorwaarden worden gesteld bij ontwikkeling van natuurbegraafplaatsen. Binnen dit gebied ("natuurbegraven onder bijzondere voorwaarden mogelijk") kunnen natuurbegraafplaatsen mogelijk worden gemaakt indien:

- in de "zoekgebieden uitbreiding habitat" die doelstelling lokaal is gerealiseerd; of
- uit nader onderzoek blijkt dat de bodemprofielen van oude bosbodems over een diepte van meer dan een meter aantoonbaar zijn verstoord door ploegen, spitten of anderszins.

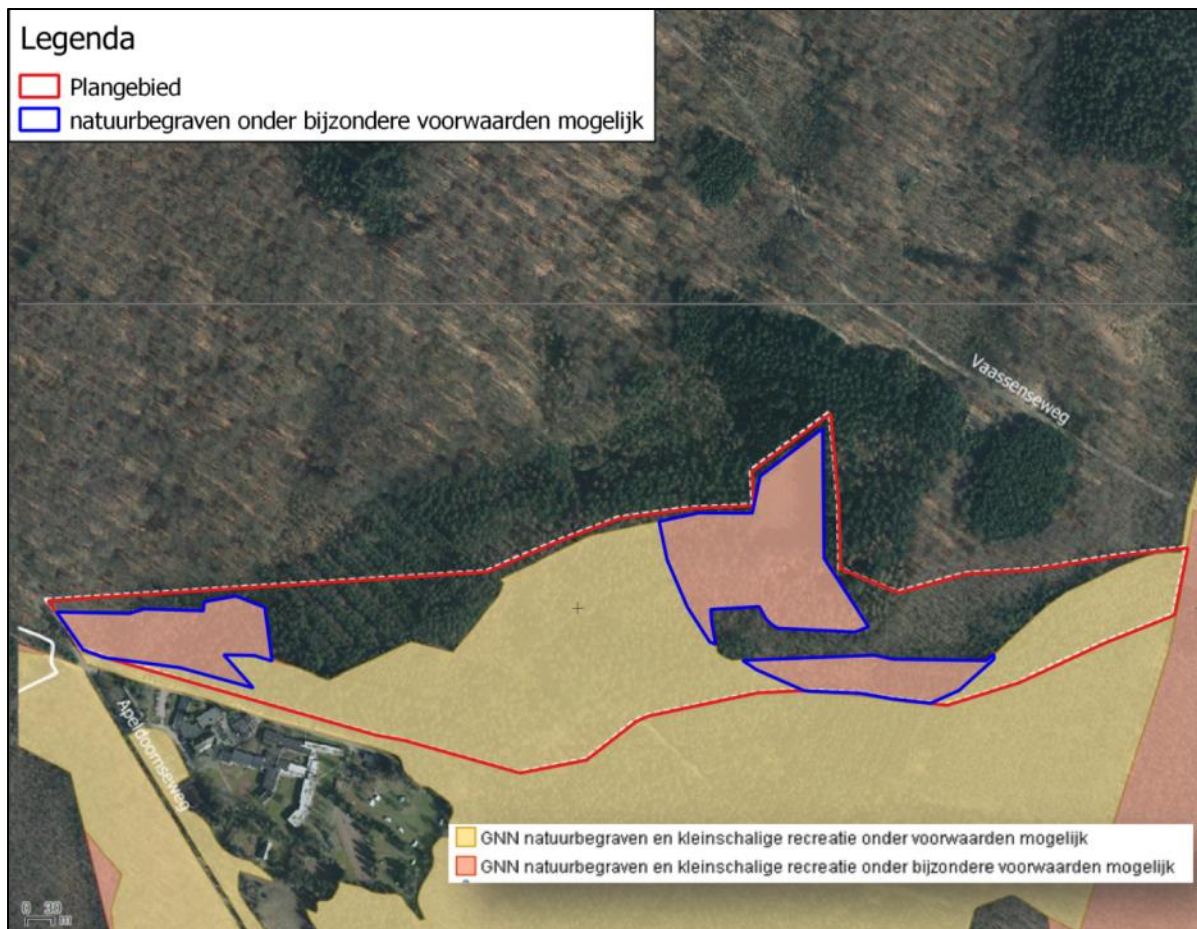
Het huidige onderzoek is uitgevoerd om de mate van verstoring van de oude bosbodems in kaart te brengen. Het onderzoek spitst zich dan ook toe op de gebiedsdelen waar natuurbegraven onder bijzondere voorwaarden mogelijk is. Tevens zullen ter referentie enkele boringen worden gezet buiten dit gebied.

3.2 Huidige situatie

Het onderzoeksgebied is grotendeels in gebruik als naaldbos (zie figuur 2 en bijlage 1). Verder maakt een wildakker onderdeel uit van het onderzoeksgebied.

3.3 Toekomstige situatie

De initiatiefnemer is voornemens om in het plangebied een natuurbegraafplaats te realiseren, met een dichtheid van 50 graven per hectare. Ter plaatse van het huidige onderzoeksgebied is de aanwezigheid van oude bosbodems daarbij een beperkende factor.

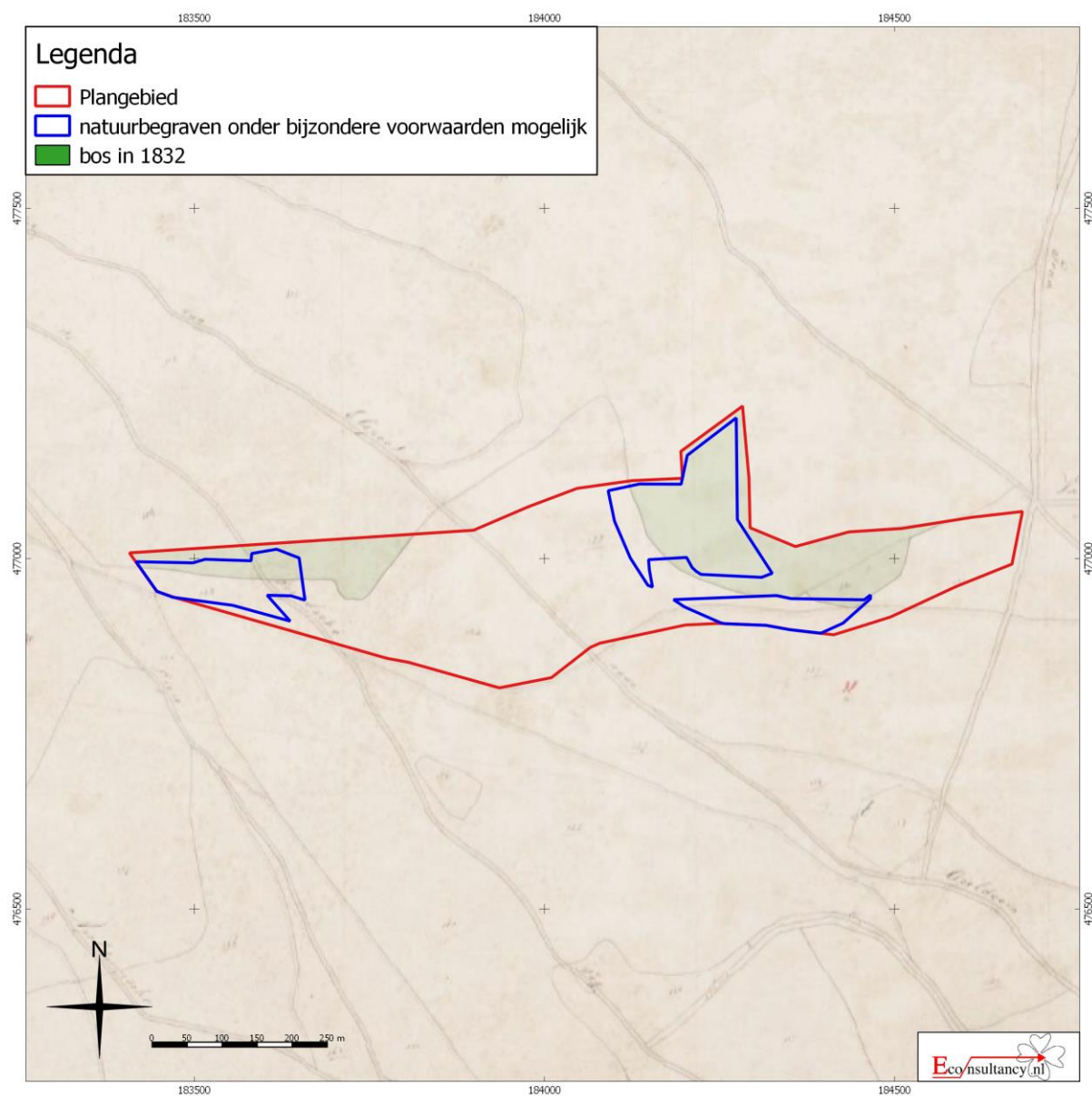


Figuur 3 Uitsnede omgevingsverordening provincie Gelderland

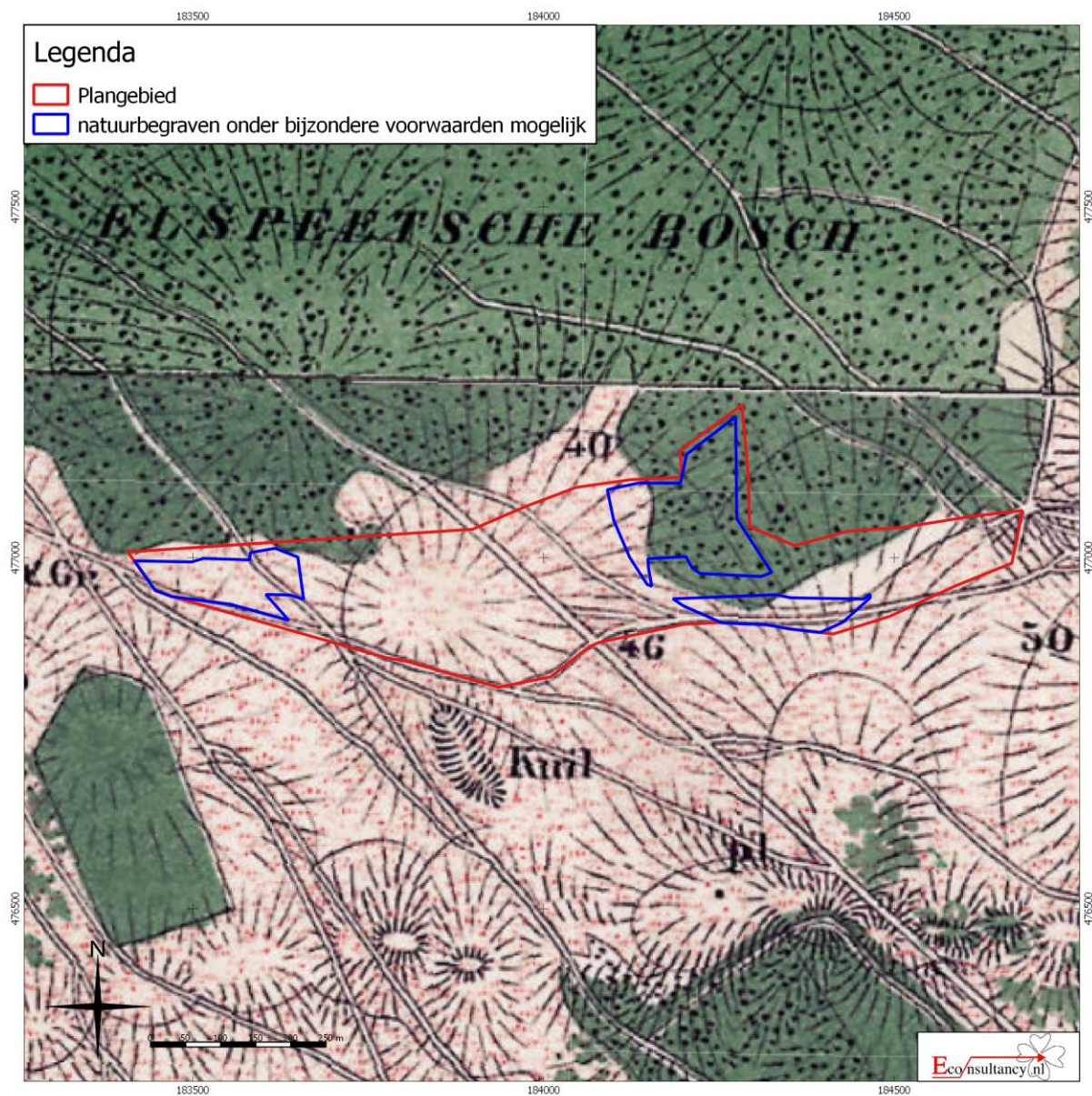
3.4 Beschrijving van het historische gebruik

Op basis van het geraadpleegde historisch kaartmateriaal was het plangebied aan het begin van de 19^e eeuw gelegen op de overgang van een heidegebied naar een ten noorden gelegen oud bosgebied (zie figuur 4). Het merendeel van het plangebied was in gebruik als heide, die ontstaan is als gevolg van agrarische activiteiten (beweiding, afplaggen, etc.). Binnen het noordelijke deel van het plangebied waren nog twee gebieden met oud bos aanwezig (lichtgroen doorschijnend in figuur 4).

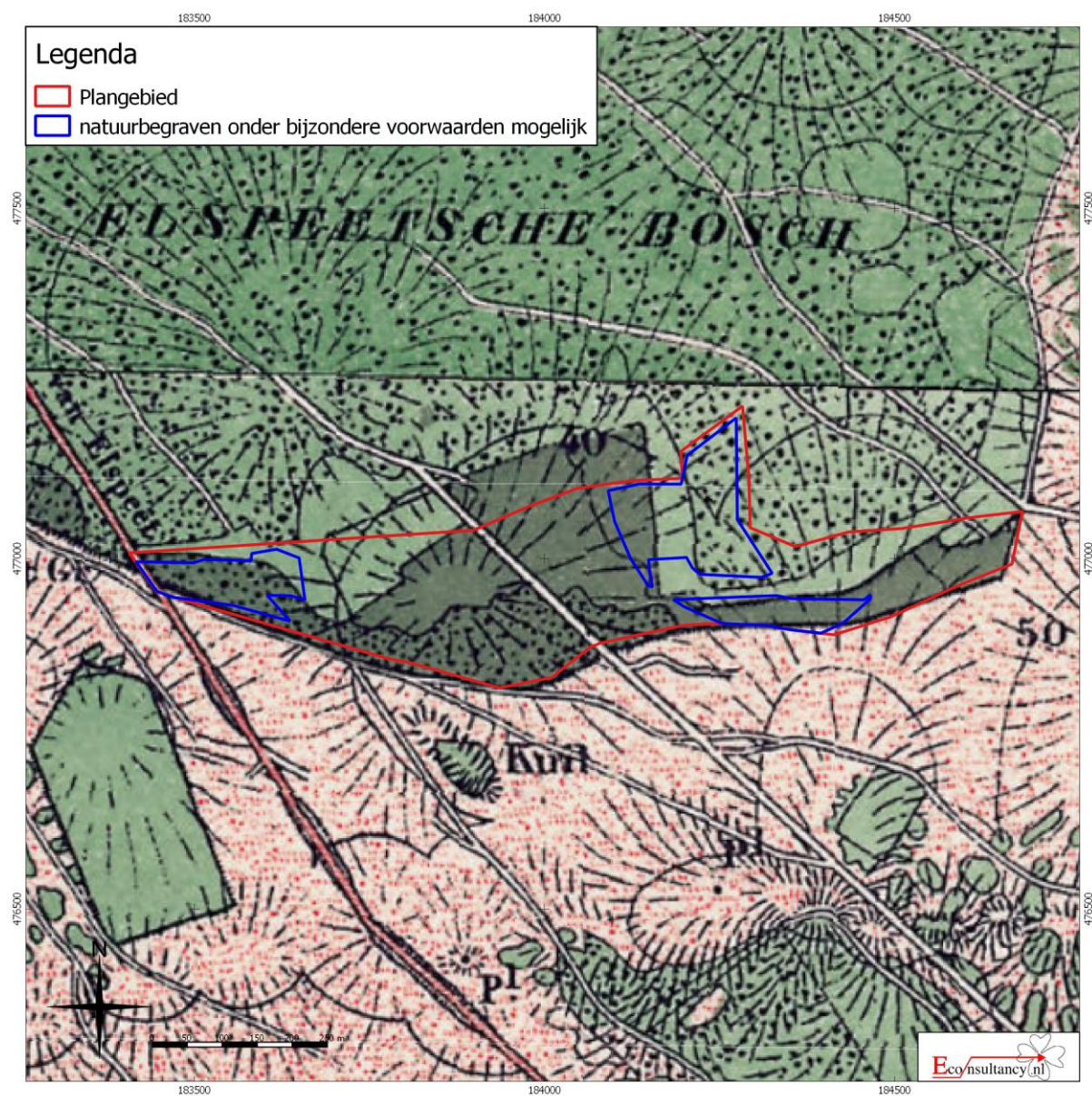
De Militaire Topografische Kaart uit 1872 laat zien dat het bos verder naar het noorden is teruggetrokken (zie figuur 5). Het areaal heidegebied is verder toegenomen binnen het plangebied en verder is binnen het oostelijke deel van het plangebied een akker aanwezig. Op de Militaire Topografische Kaart uit 1907 is te zien dat het voormalig ontboste deel van het plangebied is aangeplant met naaldbos (productiebos; zie figuur 6).



Figuur 4 Kadastraal Minuutplan uit 1811-1832



Figuur 5 Militaire Topografische Kaart uit 1872



Figuur 6 Militaire Topografische Kaart uit 1907

3.5 Aardwetenschappelijke gegevens

De volgende aardwetenschappelijke gegevens zijn bekend van het plangebied:

Tabel 1. Aardwetenschappelijke gegevens plangebied

Type gegevens	Gegevensomschrijving
Geologie ²	Formatie van Bostel op gestuwde Pleistocene Formaties
Geomorfologie ³	Smeltwaterterras (code 6E3), doorsneden door enkele droge dalen (code 11/10R3) aan de voet van een hoge stuwwal (code 15B3)
Bodemkunde ⁴	Holtpodzolgronden in grof zand, met grind ondieper dan 40 cm beginnend (code gY30)
Grondwatertrap	VII*

Het plangebied is gelegen op een smeltwaterterras, aan de voet van de ten oosten gelegen hoge stuwwal. Het smeltwaterterras wordt doorsneden door meerdere droge dalen, waarvan er twee het plangebied doorkruisen.

Het smeltwaterterras is opgebouwd uit relatief mineraalrijk erosiemateriaal van de aangrenzende stuwwal. Onder invloed van de mineraalrijke samenstelling van het sediment en de aanwezigheid van een fijne fractie (silt en klei) zijn binnen het plangebied oorspronkelijk holtpodzolgronden ontstaan, ook wel aangeduid als bruine bosgronden. Bij dit bodemtype is onder de strooisellaag een Ah-horizont aanwezig, met daaronder een Bws-horizont en vervolgens de C-horizont. De Ah-horizont is humusrijk en bevat tevens afgeloogde zandkorrels. Deze Ah-horizont gaat geleidelijk over in de Bws-horizont. De Bws-horizont is ontstaan door vertering van de primaire mineralen uit het mineraalrijke sediment. Hierbij ontstaat onder meer secundair ijzer, wat zorgt voor een oranjebruine kleur van het profiel. Het ijzer is in de Bws-horizont aanwezig als huidjes rond de zand- en grindkorrels. Ook is in de Bws-horizont sprake van een aanrijking van de fijne fractie, als gevolg van de nieuwvorming van kleimineralen. De oranjebruine kleur van de Bws-horizont wordt in holtpodzolprofielen gemaskeerd door de aanwezigheid van organische stof (moder) tussen het sediment. Deze humus is niet ingespoeld van bovenuit (wat wel gebeurt tijdens podzolformatie als bodemvormend proces), maar is het resultaat van sterke homogenisatie van het bodemprofiel als gevolg van bioturbatie. Dieper in de Bws-horizont neemt het gehalte organische stof af, waardoor de oranjebruine kleur van de ijzerhuidjes sterker naar voren komt.

Holtpodzolgronden zijn relatief vruchtbare gronden (ten opzichte van de eveneens op de stuwwallen voorkomende haarpodzolgronden) doordat het mineralogisch rijke sediment relatief veel nutriënten bevat en de aanrijking in fijne fractie zorgt voor een verbeterde vochthuishouding (vocht wordt beter vastgehouden in het profiel). Onder deze omstandigheden vindt sterke homogenisatie van het bodemprofiel plaats door bioturbatie. Wortels kunnen hierdoor diep doordringen en voedingsstoffen van relatief grote diepte opnemen. Hierdoor gaan weinig voedingsstoffen verloren in het bodemsysteem.

Onder invloed van antropogene ingrepen vindt op grote schaal degradatie van holtpodzolbodems plaats. Dit kan verschillende oorzaken hebben, maar voor het plangebied zijn met name de degradatie van het oude bos tot heide en eventuele activiteiten op de heidegebieden van belang. Daarnaast kan de wijziging in bostype/boomsoort degradatie van holtpodzolen tot gevolg hebben.

² De Mulder *et al.*, 2003.

³ Alterra, 2003.

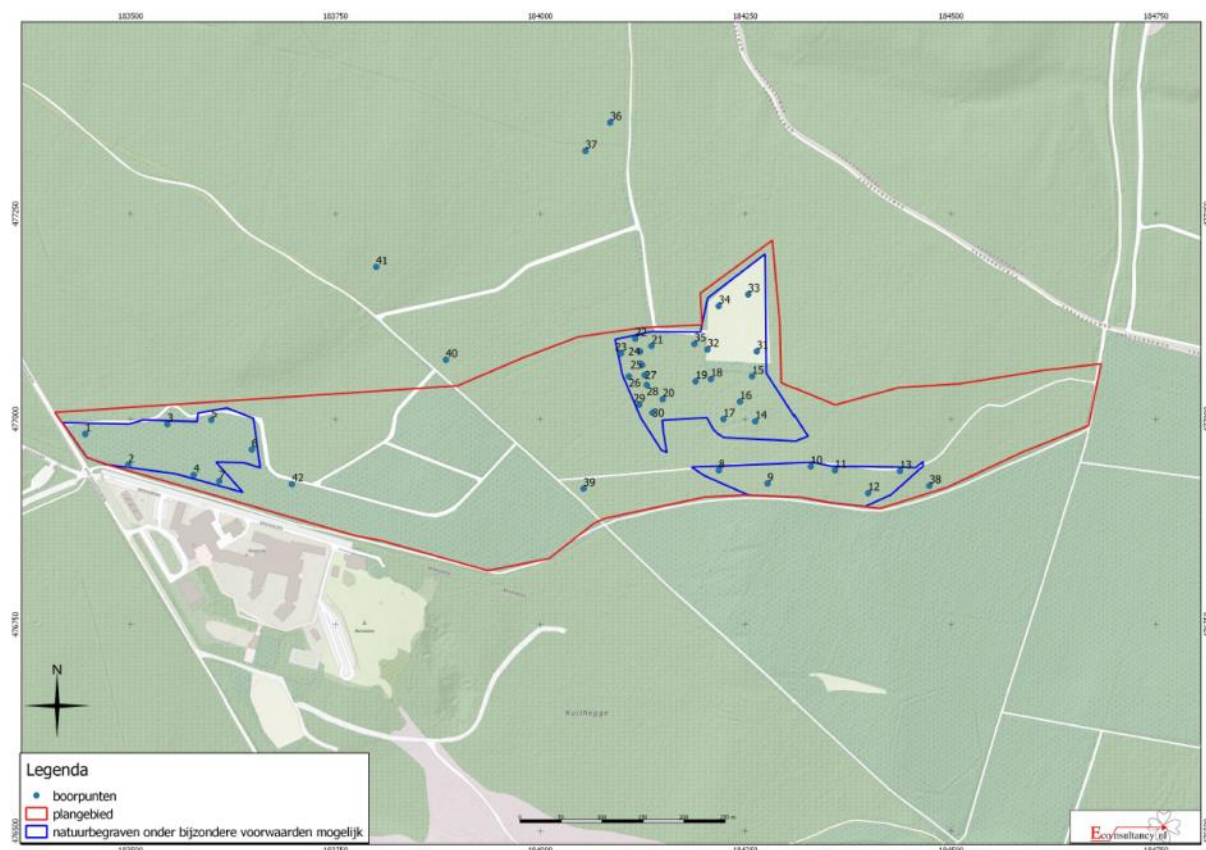
⁴ Stichting voor Bodemkartering, 1982.

Naast de fysieke verstoring van het bodemprofiel speelt podzolizatie een belangrijke rol bij de degradatie, waardoor holtpodzolgronden kunnen veranderen in haarpodzolgronden. De aanwezigheid van slecht afbreekbaar organisch materiaal in de strooisellaag remt de activiteit van bodemfauna, waardoor de activiteit van schimmels relatief toe neemt. De gebrekkige doormenging, bovengrondse stapeling van organisch materiaal en toenemende productie van humuszuren leidt tot verzuring van het profiel en uitspoeling van nutriënten. Bij een overgang van diep wortelend, oud loofbos met uitgebreide wortelstelsel naar ondieper wortelende en jongere vegetatie, zullen de uitspoelende nutriënten bovendien in mindere mate opgevangen worden door het wortelsysteem, waarmee deze in toenemende mate verloren gaan voor het bodemsysteem.

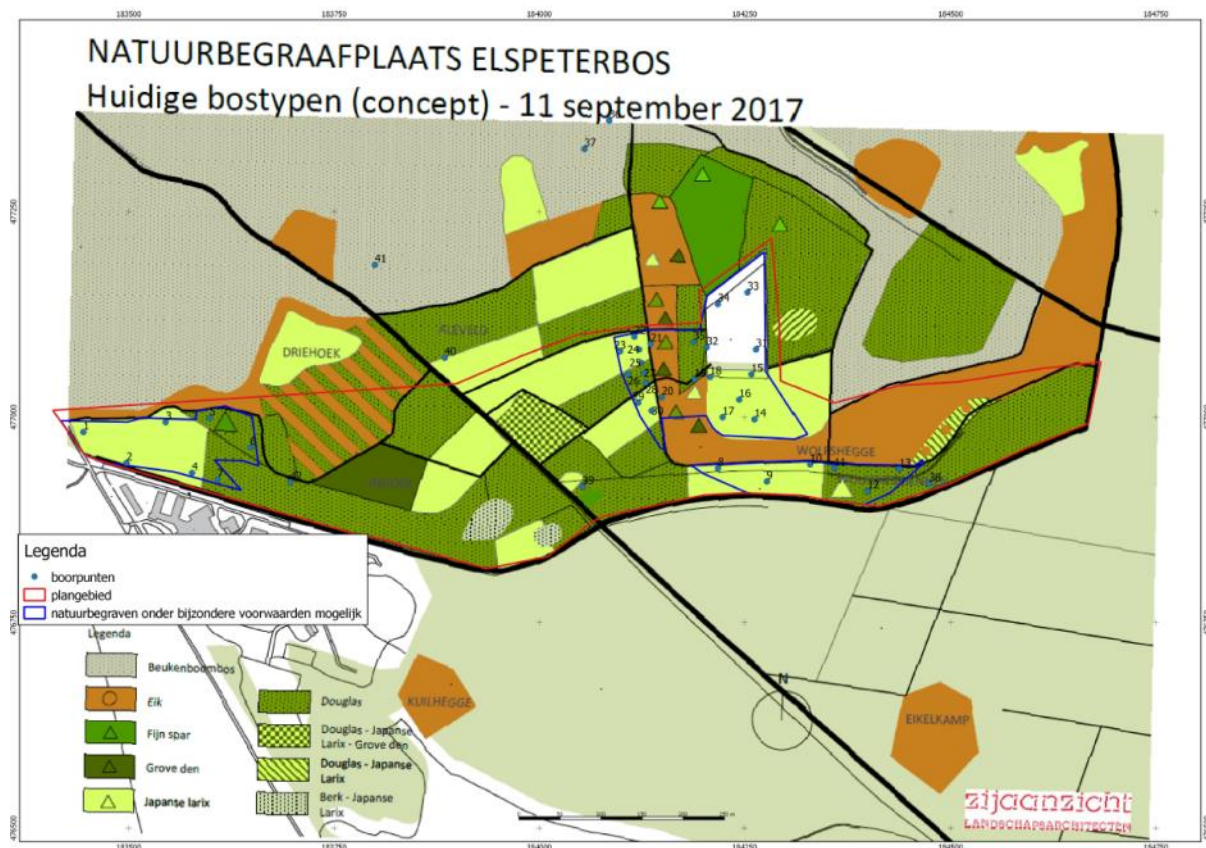
4 RESULTATEN VELDONDERZOEK

4.1 Methoden

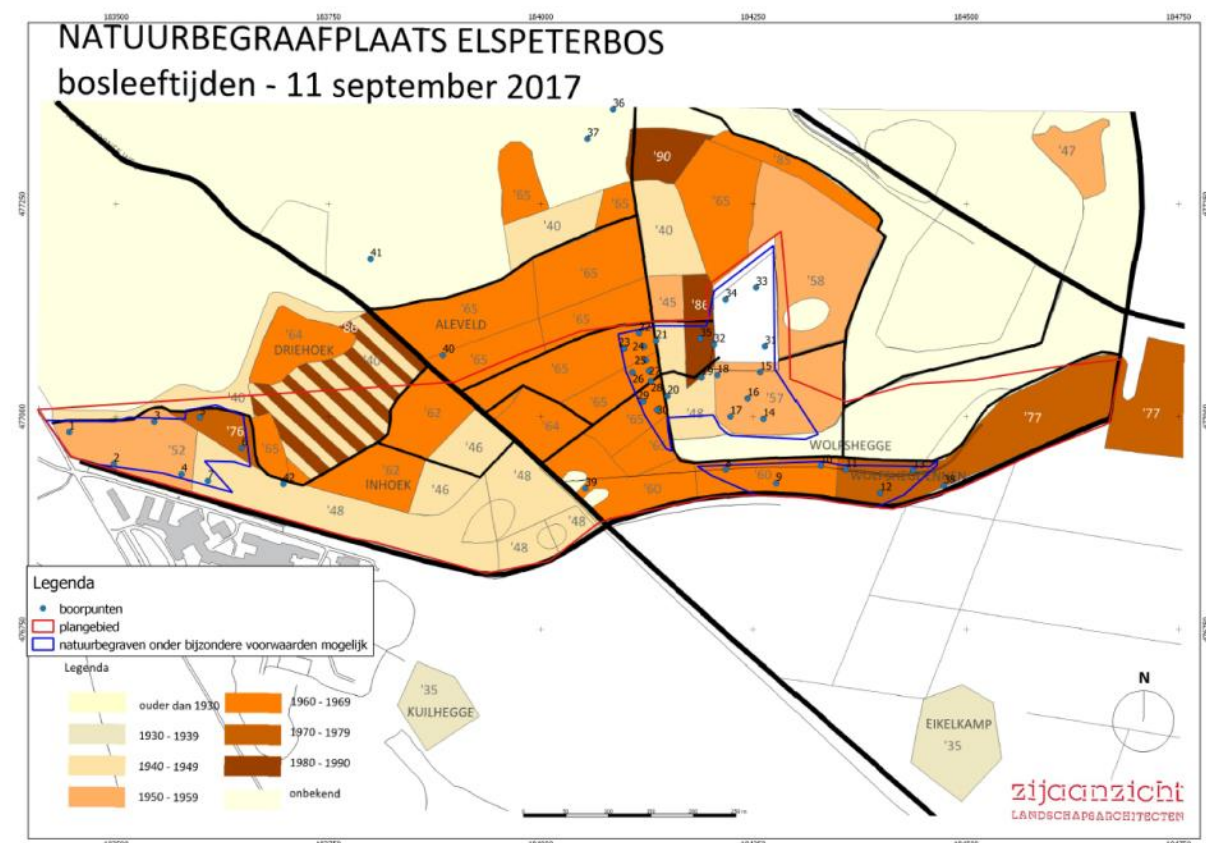
Tijdens het veldonderzoek zijn in totaal 42 boringen gezet (zie figuur 7). Daarvan zijn 35 boringen (de boringen 1 - 35) verspreid gezet over de verschillende homogene percelen (op basis van bostype, leeftijd van het bos en percelering) binnen de gebieden waar natuurbegraven is toegestaan onder bijzondere voorwaarden (zie figuren 8 en 9). Ter referentie zijn daarnaast drie boringen gezet in gebieden waar geen intacte oude bosbodems worden verwacht (voormalige heidegebieden; boringen 38, 39 en 42) en drie boringen op percelen waar de oude bosbodems vermoedelijk intact zijn (aangrenzende percelen met oud beukenbos; boringen 36, 37 en 41). Ook is een aanvullende boring gezet op een perceel waar in de toekomst mogelijk uitbreiding van de natuurbegraafplaats plaats zal vinden (boring 40).



Figuur 7 Boorpuntenkaart



Figuur 8 Boorpunten ten opzichte van bostypenkaart



Figuur 9 Boorpunten ten opzichte van bosleeftijdenkaart

De boringen zijn handmatig verricht met behulp van een edelmanboor (diameter 7 cm) tot 1,2 m onder het huidige maaiveld. Het opgeboorde materiaal is bodemkundig beschreven (strooisellaag, A-, B- en C-horizont) en beoordeeld op de mate van intactheid van het bodemprofiel.

4.2 Resultaten

In bijlage 1 zijn foto's van het opgeboorde materiaal opgenomen, tezamen met foto's van de boorlocaties. Een beschrijving van opgeboorde materiaal in de vorm van boorprofielen is opgenomen in bijlage 2 weergegeven. De aangetroffen bodemopbouw wordt hieronder per deelgebied beschreven.

4.2.1 Resultaten referentieboringen oud beukenbos

Drie referentieboringen zijn gezet in een oud beukenbos, waar intacte oude bosgronden (holtpodzolgronden) worden verwacht (boringen 36, 37 en 41). De hoofdlijnen van de opbouw van de bodem kunnen als volgt worden weergegeven:

Tabel II. Hoofddlijn bodemopbouw

Diepte (cm -mv)	Samenstelling	Interpretatie
0 - 5	Gestapelde plantenresten, met name blad. Neutraalbruin.	Strooisellaag
5 - 7	Grotendeels verteerde plantenresten. Donkergrijs.	Basis strooisellaag
7 - 12	Matig grof, zwak tot matig siltig, sterk humeus zand met (matig) veel gelaagde korrels. Donkergrijs.	Ah-horizont
12 - 25	Matig grof, zwak tot matig siltig, sterk humeus zand. Donkergrijs tot donker bruin. Geleidelijke overgang naar onderliggende bodemhorizont.	AB-horizont
25 - 45	Matig grof, sterk siltig, zwak tot matig grindhoudend zand. Donkerbruin. Geleidelijke overgang naar onderliggende horizont.	Bws1-horizont
45 - 65	Matig grof, sterk siltig, zwak tot matig grindhoudend zand. Grijsbruin, vlekkelig (bioturbatie). Geleidelijke overgang naar onderliggende horizont.	Bws2-horizont
65 - 85	Matig grof, matig siltig, zwak tot matig grindhoudend zand. Neutraalgeel. Geleidelijke overgang naar onderliggende horizont.	BC-horizont
85 - 120	Matig grof, matig siltig, zwak tot matig grindhoudend zand. Beigegeel.	C-horizont

De drie boringen in de oude bosgebieden vertonen een zeer homogeen beeld. Onder een goed ontwikkelde strooisellaag bevindt zich een humusrijke Ah-horizont met (matig) veel geloogde korrels. Hieronder bevindt zich een AB-horizont die enerzijds die enerzijds gekenmerkt wordt door een geleidelijke afname van de hoeveelheid loodzandkorrels en een toename van vertering van het moeder-materiaal in combinatie met de aanrijking van moderhumus. Er vindt tevens een kleurenomslag plaats van donkergrijs naar bruin. De B-horizont is op te delen in een homogeen, donkerbruin bovendeel (Bws1-horizont) met daaronder een vlekkerige, grijsbruine laag (Bws2-horizont). De B-horizont gaat via een (zeer) weinig humushoudende BC-horizont geleidelijk over in de C-horizont. Het aangetroffen bodemprofiel is te classificeren als een intact holtpodzolprofiel (bruine bosgrond).



Figuur 10 Boring36: intact holtpodzolprofiel onder oud bos

4.2.2 Resultaten referentieboringen voormalig heidegebied

De aangetroffen bodemopbouw in de referentieboringen ter plaatse van het voormalige heidegebied vertoont een meer wisselende opbouw. In boring 38 bleek het bodemprofiel tot een diepte van 60 cm onder maaiveld omgewerkt te zijn, vermoedelijk als gevolg van het wroeten door zwijnen (zie figuur 11). Hieronder is een dunne overgangslaag aangetroffen (BC-horizont), met daaronder de C-horizont. In de boringen 39 en 42 zijn profielen aangetroffen die (grotendeels) intact zijn. Boring 39 komt in sterke mate overeen met de boringen in het oude bosgebied (zie paragraaf 4.2.1 en figuur 12). De opbouw bestaat uit een A(h)-horizont, met daaronder een AB-horizont, twee B-horizonten en daaronder de C-horizont. De opbouw in boring 42 komt hiermee grotendeels overeen, met als belangrijkste verschil dat tussen de B- en de C-horizont een duidelijk herkenbare BC-horizont aanwezig is. Verder valt op dat de A-horizont is omgewerkt en dat het bodemprofiel relatief dun is (de C-horizont begint vanaf 70 cm onder maaiveld, terwijl dit in het oude bosgebied op circa 85 cm ligt). In boring 39 bevindt de top van de C-horizont zich op 80 cm onder maaiveld en in boring 38 op 75 cm. Wat verder opvalt is dat in alle drie de boringen de strooisellaag ontbreekt.

Op basis van de boorprofielen kan gesteld worden dat de strooisellaag, die voorafgaand aan het ontstaan van het heidegebied naar verwachting aanwezig zal zijn geweest, hier ontbreekt. Ook is de top van het onderliggende holtpodzolprofiel tot wisselde diepte omgewerkt. Verder is grotendeels sprake van goed ontwikkelde holtpodzolbodems. Wat daarbij wel opvalt, met name in boring 39, is dat de roodbruine kleur van de ijzerhuidjes in de B-horizont sterker naar voren komt dan in de boringen in het oude bosgebied (daar is sprake van een meer grijsbruine kleur). Dit kan duiden op degradatie van het bodemprofiel door verlies van humus.



Figuur 11 Boring 38: grotendeels omgewerkt holtpodzolprofiel in voormalig heidegebied.



Figuur 12 Boring 39: grotendeels omgewerkt holtpodzolprofiel in voormalig heidegebied.

4.2.3 Resultaten boringen onderzoeksgebied

Hieronder zullen de resultaten worden besproken van de boringen die gezet zijn in de gebieden waar natuurbegraven mogelijk is onder bijzondere voorwaarden. Dit betreft de boringen 1 - 35. De resultaten worden per deelgebied beschreven.

Zuidwestelijke hoek (boringen 1 - 7)

Aan het begin van de 19^e eeuw was de noordelijke rand van dit deelgebied in gebruik als bos (oud bos) en de overige delen als heide, beide doorsneden door een weg (zie figuur 4). In de tweede helft van de 19^e eeuw was (vrijwel) het gehele deelgebied in gebruik als heide.

De aangetroffen bodemopbouw komt sterk overeen met de resultaten van de referentieboringen in het voormalige heidegebied. Wat allereerst opvalt is dat ook in de boringen 1 - 7 de strooisellaag veelal afwezig is. Waar wel sprake is van een strooisellaag (boring 5), is deze relatief dun (2 cm) en ontbreekt de basis van grotendeels verteerd materiaal. Verder is de top van het onderliggende bodemprofiel ook in het merendeel van deze boringen omgewerkt tot wisselende diepte (tot 10 - 55 cm onder maaiveld). De verstoring houdt verband met het wroeten door zwijnen, wat aan het maaiveld zichtbaar is. In de boringen 3, 5 en 7 was sprake van een grotendeels intacte top van het bodemprofiel. Van belang is hierbij dat de boringen 3 en 5 tot in de tweede helft van de 20^e eeuw in een (oud) bosgebied hebben gelegen, terwijl de overige boringen gelegen zijn in een gebied dat al aan het begin van de 19^e eeuw in gebruik was als heidegebied.

Het profiel bestaat, waar intact, uit een Ah-horizont, met daaronder AB-horizont, tweeledige B-horizont en daaronder de C-horizont. Een BC-horizont is alleen in boring 7 aangetroffen. De top van de C-horizont is aangetroffen op dieptes variërend van 60 tot 75 cm onder maaiveld, waarmee de dikte van het profiel vergelijkbaar is met de referentieboringen in het voormalige heidegebied. Ook de kleur van de B-horizont komt sterker overeen met de kleur van de B-horizont in de referentieboringen in het heidegebied dan in het oude bosgebied. Op de mate van verstoring na, is er weinig verschil tussen de profielen 3 en 5, die tot in de eerste helft van de 20^e eeuw in een bosgebied lagen, en de overige boringen (die destijds onderdeel waren van een heidegebied).

Zuidoostelijke hoek (boringen 8 - 13)

In de boringen 8 - 13 bleek de strooisellaag grotendeels afwezig, op de boringen 8, 9 en 10 na. In deze laatste drie boringen is een circa 4 cm dikke strooisellaag waargenomen (zie figuur 13). De Ah-horizont, AB-horizont en de top van de B-horizont zijn in alle zes boringen verstoord tot dieptes variërend van circa 30 tot 50 cm onder maaiveld. De gemiddelde verstoringdiepte bedraagt circa 45 cm. Onder deze verstoorde laag is een restant van een B- of BC-horizont aangetroffen. Dit betreft over het algemeen een relatief zwak ontwikkelde B-horizont. Alleen in boring 12 is een sterk ontwikkelde B-horizont aangetroffen (zie figuur 14). In de overige boringen is de B-horizont relatief licht van kleur. Dit komt grotendeels door het ontbreken van de relatief donkere en relatief sterk humeuze top van de B-horizont. Op basis van de kleur van de B-horizont en de relatief geringe dikte van de bodemprofielen, die overeen komt met de dikte van de referentieprofielen op de voormalige heidegronden, wordt verwacht dat mogelijk ook sprake is geweest van enige mate van degradatie van het podzolprofiel. Dit zou eveneens een reden kunnen zijn voor de relatief lichte kleur van de aangetroffen B-horizonten.



Figuur 13 Boring 8: zwak ontwikkelde en relatief dunne B-horizont met omgewerkte top



Figuur 14 Boring 12: goed ontwikkelde B-horizont met omgewerkte top

Bosgebied noordoostelijke hoek (boringen 14 - 30 en 35)

In het bosgebied in de noordoostelijke hoek zijn zowel grotendeels intacte als verstoorde profielen aangetroffen. Hoewel een goed ontwikkelde, oude bosstrooisellaag (zoals aangetroffen in de referentieboringen in het oude bosgebied) ontbreekt, is in verschillende boringen een dunnere, relatief jonge strooisellaag aangetroffen (boringen 15, 17 - 19, 21 en 24). Ook bleek de top van het holtpodzolprofiel (Ah-horizont) in relatief veel boringen nog intact aanwezig (boringen 15, 17, 21, 26, 28 en 30). In de overige boringen bleek sprake van een omgewerkte bovengrond tot dieptes variërend van 15 tot 75 cm onder maaiveld. De B-horizont is over het algemeen humusrijk (zie figuur 15). In enkele boringen lijkt op basis van de relatief roodbruine kleur mogelijk sprake te zijn van sterke degradatie van de B-horizont, die geleid heeft tot een lager humusgehalte (boringen 14, 16, 17 en 28). In de overige boringen is over het algemeen sprake van een kleur van de B-horizont die overeen komt met de referentieboringen in het heidegebied. In slechts enkele boringen (boringen 16, 24 en 35) was sprake van een kleur die overeen komt met de humusrijke B-horizont van de oude bosgebieden (zie figuur 16). De bodemprofielen zijn over het algemeen wel relatief dik (vergelijkbaar met de dikte van de profielen in de referentieboringen in het oude bosgebied).



Figuur 15 Boring 24: goed ontwikkelde B-horizont met omgewerkte top (35 cm)



Figuur 16 Boring 19: diep (75 cm onder maaiveld) omgewerkt profiel

Wildakker (boringen 31 en 34)

De aangetroffen bodemopbouw op de wildakker bestaat uit een 20 tot 35 cm dikke, omgewerkte bovenlaag. Daaronder is een sterk ontwikkelde B-horizont aangetroffen. Deze B-horizont vertoont met name sterke kenmerken van vertering, waardoor een roodbruine kleur is ontstaan (zie figuren 17 en 18). De donker grijsbruine kleur die aanwezig is in de oude bosgebieden, en die ontstaan is door het hoge moderhumusgehalte, is hier grotendeels afwezig. Dit is het gevolg van bodemdegradatie. Door het gebruik als wildakker, waar mest wordt geïnjecteerd, treedt verzuring van de bodem op (door oxidatie van het ammoniak in de mest ontstaat salpeterzuur). Ook zal de neerwaartse beweging van voedingsstoffen in de bodem toenemen, doordat geen of minder diepwortelende planten aanwezig zijn die deze voedingsstoffen vanaf grotere diepte op kunnen nemen. Het resultaat is uitspoeling van humus en nutriënten en (mogelijk) een toename van de chemische vertering van het sediment.



Figuur 17 Boring 34: humeuze top van de B-horizont (20-30 cm -mv), daaronder met name vertering



Figuur 18 Boring 32: sterke component vertering in B-horizont en weinig humus

Potentiële toekomstige uitbreidingslocatie (boring 40)

Boring 40 is gezet op een perceel waar mogelijk in de toekomst uitbreiding van de natuurbegraafplaats plaats zal vinden. Ter plaatse bleken de ondergroei en strooisellaag afwezig als gevolg van het wroeten door zwijnen. De top van het bodemprofiel bleek tot een diepte van 35 cm onder maaiveld omgewerkt te zijn. Hieronder is een tweeledige B-horizont aanwezig die visueel het sterkst gelijkenis vertoont met de referentieboringen in de voormalige heidegebieden. De B-horizont gaat geleidelijk over in de C-horizont.

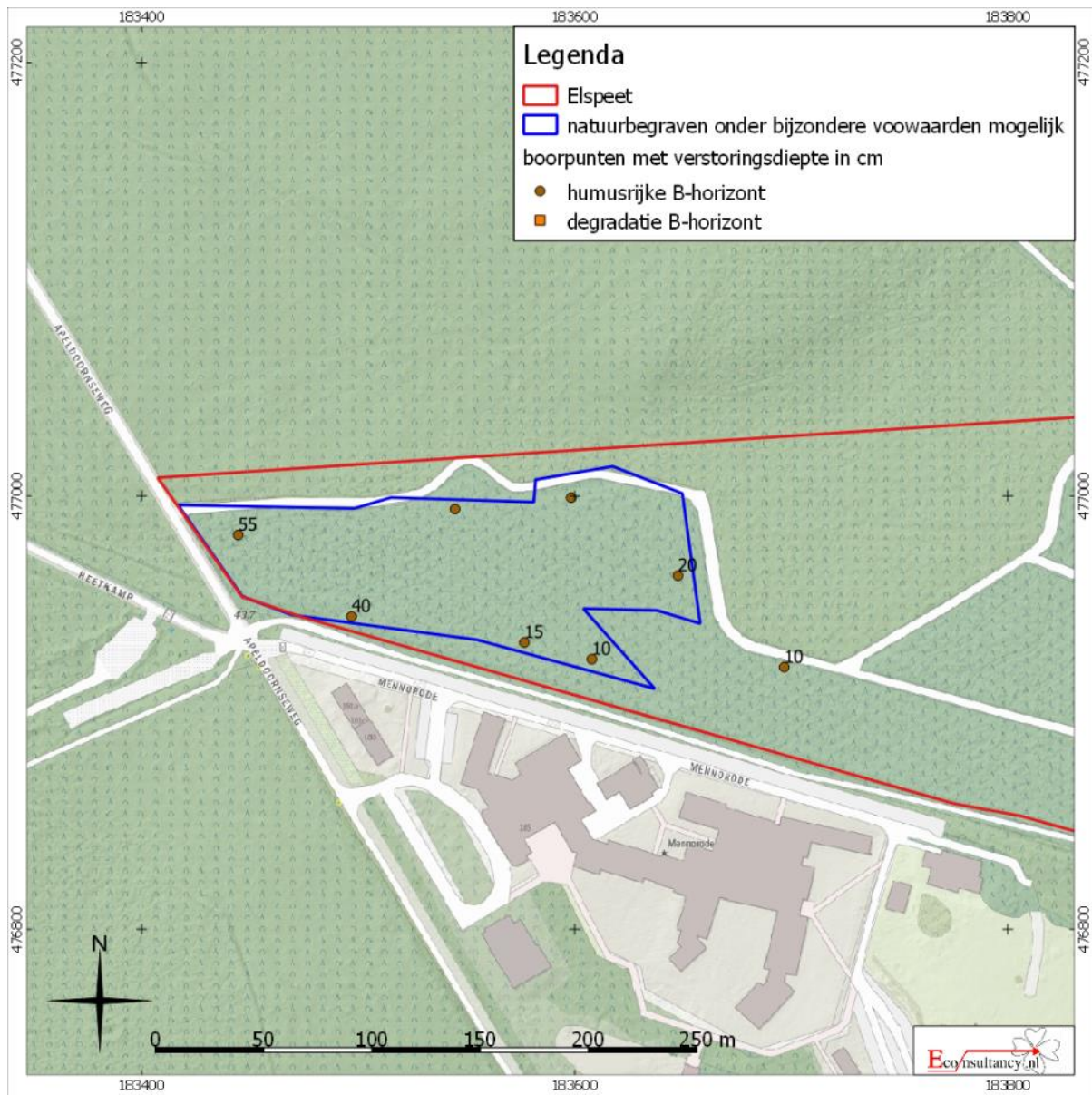


Figuur 19 Boring 40: Bovenste 35 cm omgewerkt, daaronder visuele gelijkenis met referentieboringen voormalige heidegebied.

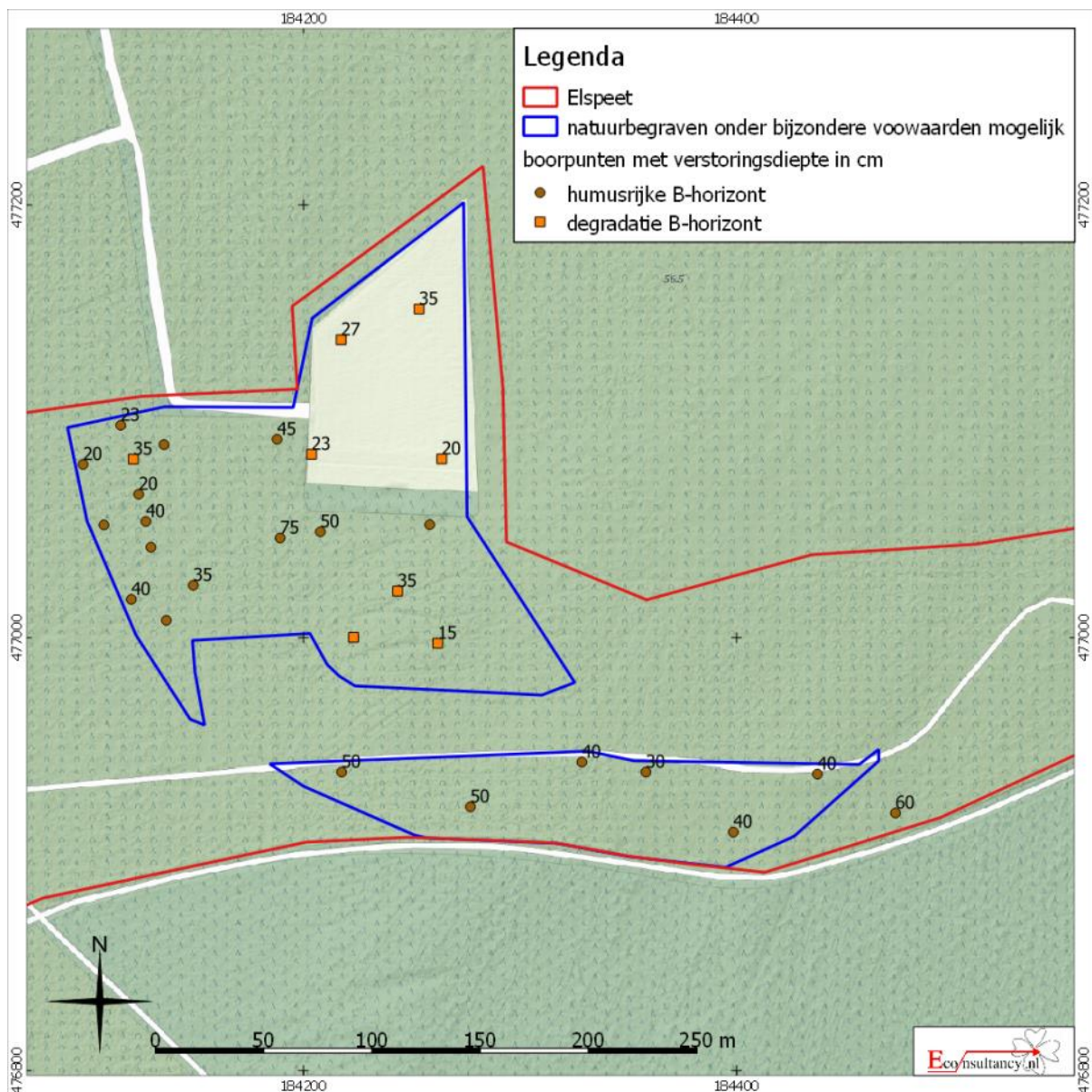
5 CONCLUSIE

De referentieboringen in de oude loofbospercelen vertonen een zeer homogeen beeld. Onder een goed ontwikkelde strooisellaag bevindt zich een humusrijke Ah-horizont met (matig) veel geloogde korrels. Hieronder bevindt zich een AB-horizont die enerzijds diep en anderzijds gekenmerkt wordt door een geleidelijke afname van de hoeveelheid loodzandkorrels en een toename van vertering van het moedermateriaal in combinatie met de aanrijking van moderhumus. Er vindt tevens een kleurenomslag plaats van donkergrijs naar bruin. De B-horizont is op te delen in een homogeen, donkerbruin bovendeel (Bws1-horizont) met daaronder een vlekkerige, grijsbruine laag (Bws2-horizont). De B-horizont gaat via een (zeer) weinig humushoudende BC-horizont geleidelijk over in de C-horizont. Het aangetroffen bodemprofiel is te classificeren als een intact holtpodzolprofiel (bruine bosgrond).

De bodemopbouw ter plaatse van de referentieboringen in het voormalige heidegebied wijkt hier duidelijk van af. Allereerst ontbreekt een goed ontwikkelde strooisellaag. Verder is sprake van omwerking van de bovengrond tot wisselende diepte. De onderliggende B-horizont is humusarmer en over het algemeen dunner dan in de oude bosgebieden.



Figuur 20 Aangetroffen verstoringsdieptes westelijke deel plangebied



Figuur 21 Aangetroffen verstoringsdieptes en relatief sterk gedegradeerde B-horizonten oostelijke deel plangebied

De boringen in het gebied waar natuurbegraven mogelijk is onder bijzondere voorwaarden laten een bodemopbouw zien die grotendeels overeen komt met de referentieboringen in het voormalige heidegebied. De strooisellaag ontbreekt grotendeels of is relatief dun en zwak ontwikkeld/jong. De top van de onderliggende podzol is tot wisselende diepte fysiek omgewerkt, grotendeels als gevolg van wroeten door zwijnen (zie figuren 19 - 21). De verstoringsdiepte varieert daarbij van enkele decimeters tot meer dan een halve meter.

Op enkele boringen na lijkt over het algemeen ook sprake te zijn van enige mate van (chemische) degradatie van de B-horizont. Deze degradatie uit zich in de vorm van een lager humusgehalte, wat resulteert in een kleur die meer richting roodbruin neigt, in plaats van grijsbruin/bruingrijs. De mate van degradatie is niet te kwantificeren, als gevolg van natuurlijke variatie in bodemvorming en sediment en het ontbreken van laboratoriumanalyses van het bodemprofiel. Wat wel opvallend is, is dat ter plaatse van de wildakker en het ten zuiden daarvan gelegen bosperceel sprake is van twee clusters van relatief sterk (ten opzichte van de overige boringen) gedegradeerde bodemprofielen. Ter plaatse van de wildakker is dit waarschijnlijk te relateren aan verzuring door bemesting en aan het ontbreken van diepwortelende beplanting. Ter plaatse van het ten zuiden hiervan gelegen bosperceel valt vooralsnog geen verklaring te geven voor deze sterke degradatie.



Figuur 22 Sterke mate van verstoring als gevolg van wroetende zwijnen

LITERATUUR

Alterra, 2003: *Digitale Geomorfologische kaart van Nederland*, schaal 1:25.000.

Mulder, E.F.J. de, M.C. Geluk, I.L. Ritsema, W.E. Westerhoff, T.E. Wong, 2003: *De ondergrond van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Stichting voor Bodemkartering, 1982: *Bodemkaart van Nederland*, schaal 1:50.000, blad 27 West.

BRONNEN

Beeldbank Cultureelerfgoed; internetsite, juni 2018
<http://www.beeldbank.cultureelerfgoed.nl>

Kadaster Topotijdreis; internetsite, juni 2018.
<http://www.topotijdreis.nl/>

Bijlage 1 Foto's boorpunten en terreinomstandigheden



Boring 1- detailfoto



Boring 1- overzichtsfoto



Boring 2- detailfoto



Boring 2- overzichtsfoto



Boring 3- detailfoto



Boring 3- overzichtsfoto



Boring 4- detailfoto



Boring 4- overzichtsfoto



Boring 5- detailfoto



Boring 5- overzichtsfoto



Boring 6- detailfoto



Boring 6- overzichtsfoto



Boring 7- detailfoto



Boring 7- overzichtsfoto



Boring 8- detailfoto



Boring 8- overzichtsfoto



Boring 10- detailfoto



Boring 10- overzichtsfoto



Boring 11- detailfoto



Boring 11- overzichtsfoto



Boring 12- detailfoto



Boring 12- overzichtsfoto



Boring 13- detailfoto



Boring 13- overzichtsfoto



Boring 14- detailfoto



Boring 14- overzichtsfoto



Boring 15- detailfoto



Boring 15- overzichtsfoto



Boring 16- detailfoto



Boring 16- overzichtsfoto



Boring 17- detailfoto



Boring 17- overzichtsfoto



Boring 18- detailfoto



Boring 18- overzichtsfoto



Boring 19- detailfoto



Boring 19- overzichtsfoto



Boring 20- detailfoto



Boring 20- overzichtsfoto



Boring 22- detailfoto



Boring 22- overzichtsfoto



Boring 23- detailfoto



Boring 23- overzichtsfoto



Boring 24- detailfoto



Boring 24- overzichtsfoto



Boring 25- detailfoto



Boring 25- overzichtsfoto



Boring 28- detailfoto



Boring 28- overzichtsfoto



Boring 29- detailfoto



Boring 29- overzichtsfoto



Boring 30- detailfoto



Boring 30- overzichtsfoto



Boring 32- detailfoto



Boring 32- overzichtsfoto



Boring 34- detailfoto



Boring 35- detailfoto



Boring 35- overzichtsfoto



Boring 36- detailfoto



Boring 36- overzichtsfoto



Boring 37- detailfoto



Boring 37- overzichtsfoto



Boring 38- detailfoto



Boring 38- overzichtsfoto



Boring 39- detailfoto



Boring 39- overzichtsfoto



Boring 40- detailfoto



Boring 40- overzichtsfoto



Boring 41- detailfoto



Boring 41- overzichtsfoto



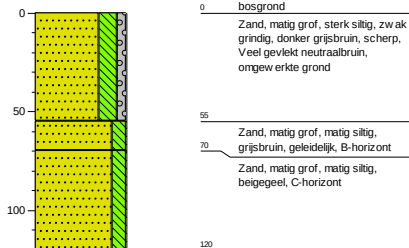
Boring 42- detailfoto



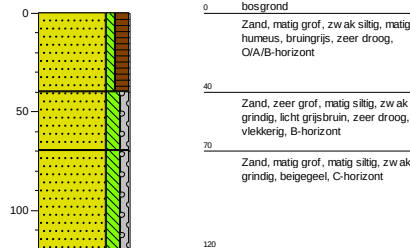
Boring 42- overzichtsfoto

Bijlage 2 Boorprofielen

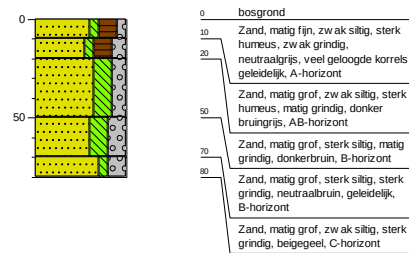
01



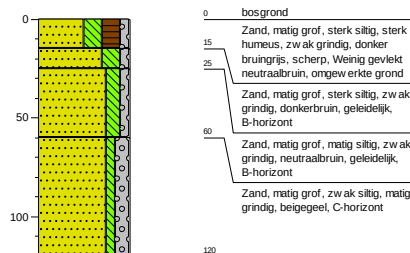
02



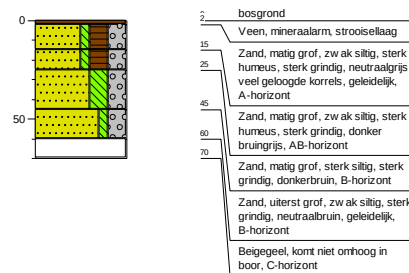
03



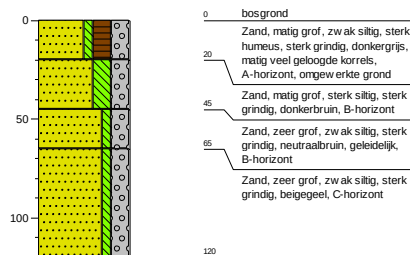
04



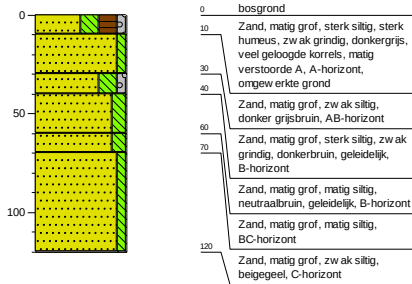
05



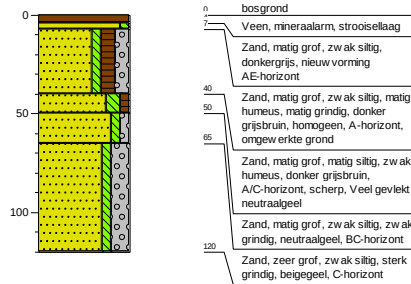
06



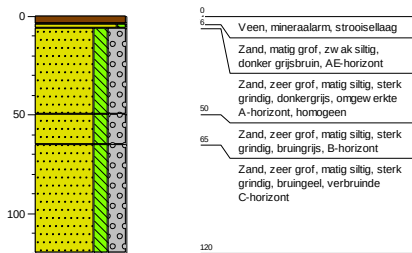
07



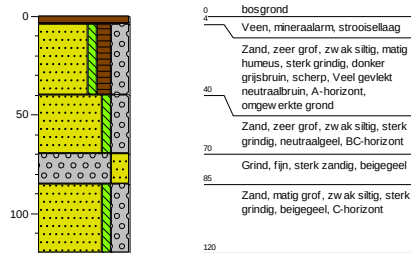
08



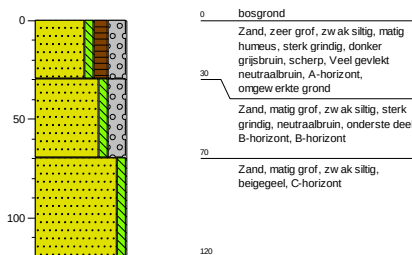
09



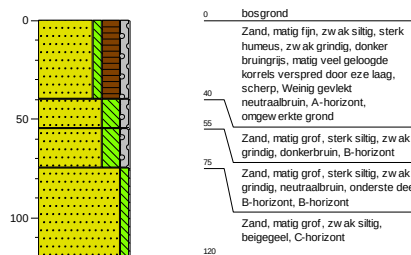
10



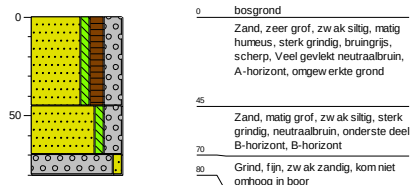
11



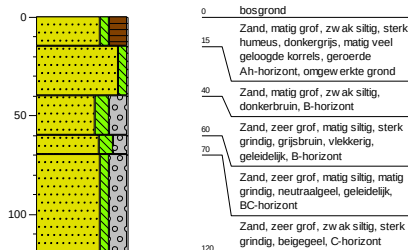
12



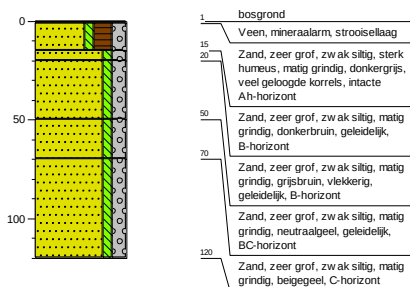
13



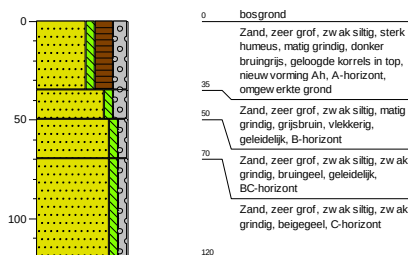
14



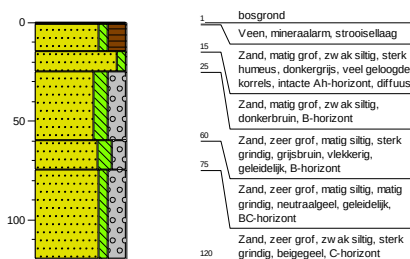
15



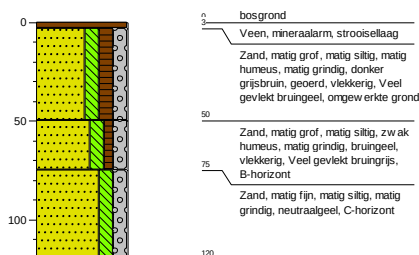
16



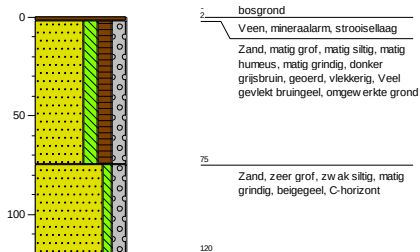
17



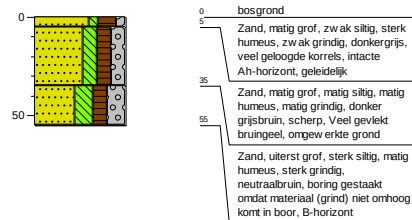
18



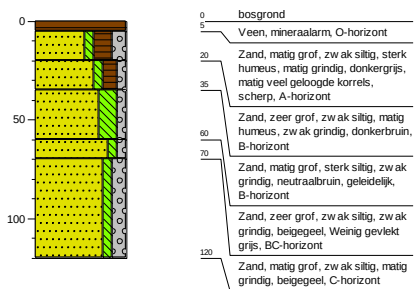
19



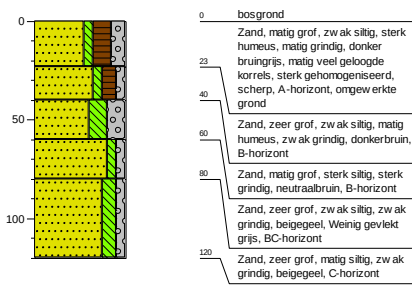
20



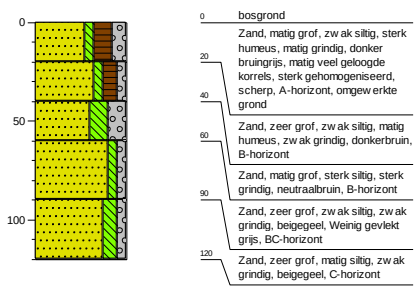
21



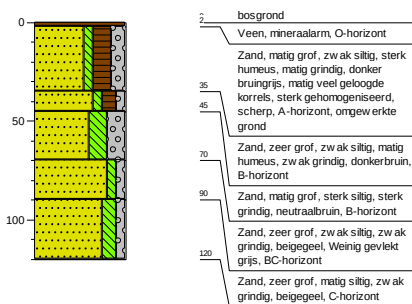
22



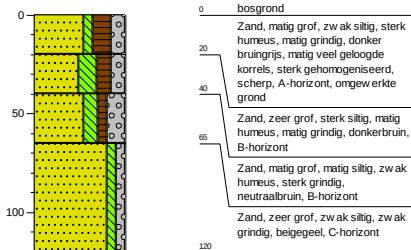
23



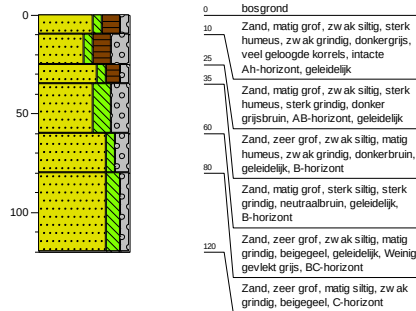
24



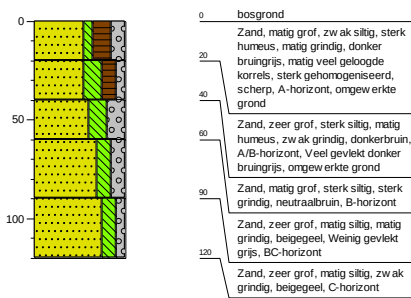
25



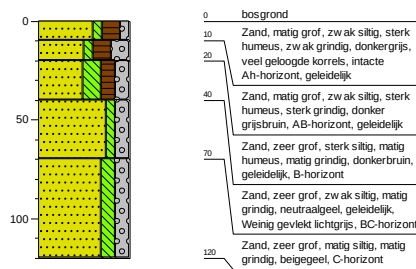
26



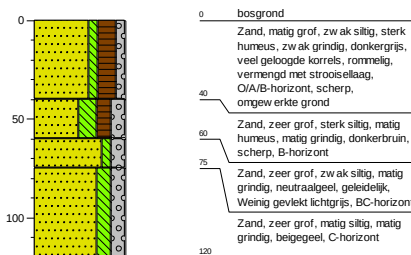
27



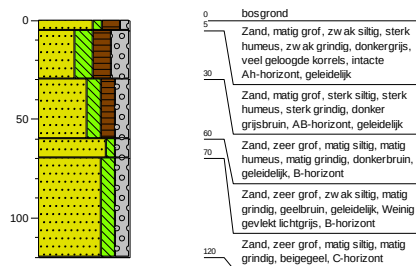
28



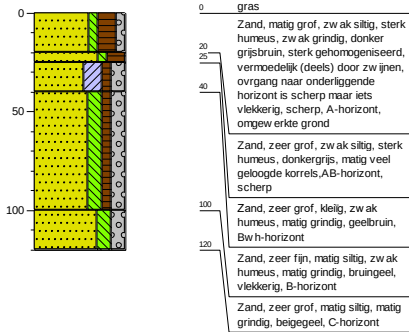
29



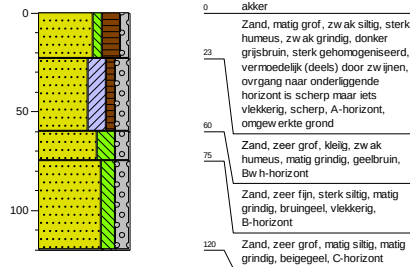
30



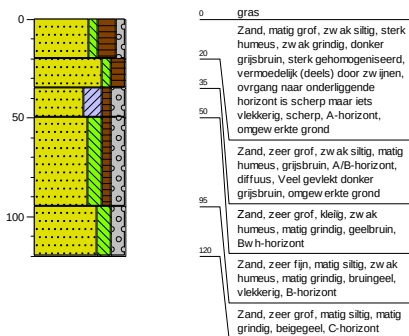
31



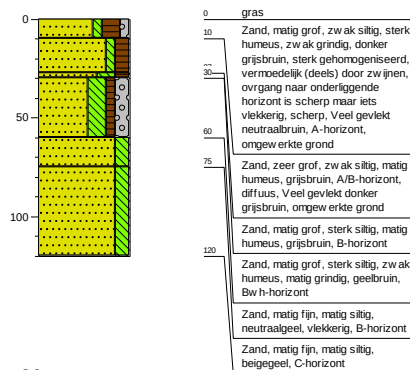
32



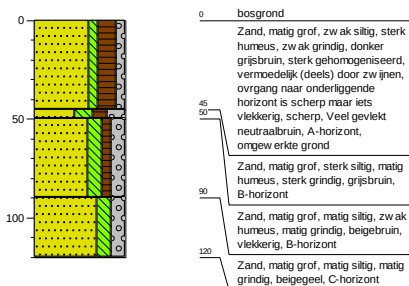
33



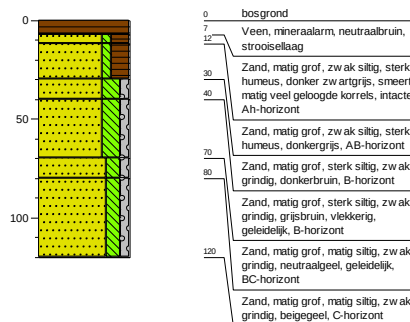
34



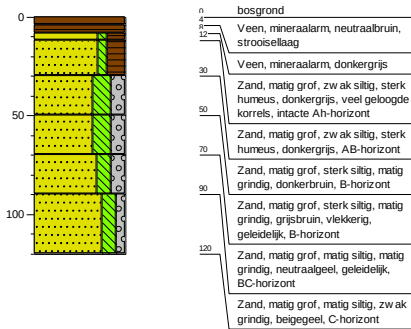
35



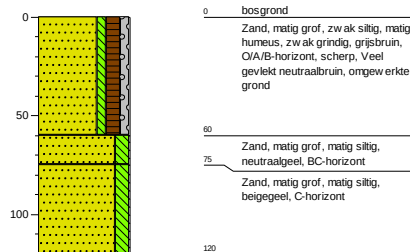
36



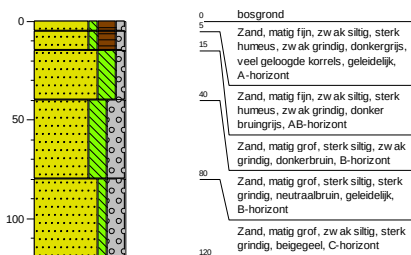
37



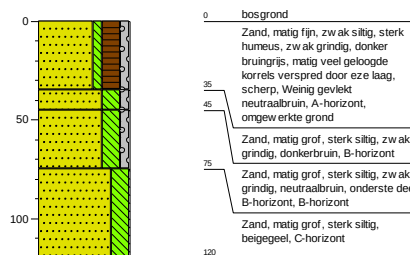
38



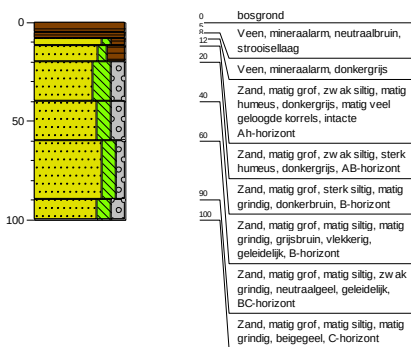
39



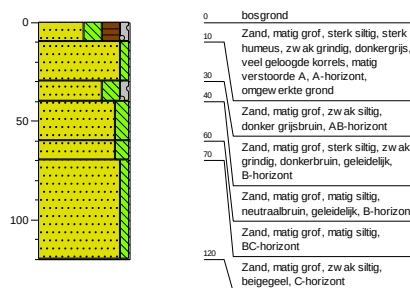
40



41



42



Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

geur

	geen geur
	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

olie

	geen olie-water reactie
	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

	> 0
	> 1
	> 10
	> 100
	> 1000
	> 10000

monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster
	volumering

overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

