

Aan Mijnheer Bram Abrams
Arrondissementscommissaris Provincie Antwerpen
Koningin Elisabethlei 22
2018 Antwerpen

ONS KENMERK

UW KENMERK

LEUVEN

Uw vraag per email van 1 Juni 2020
5 december 2020

Uw vraag in verband met bodemkundige aspecten van de Vallei van de Kleine Nete, n.a.v. de nota van de Bedrijfs-gilde Geel aan de gouverneur van 29 april 2020.

Beste Mijnheer Abrams,

Graag verwijst ik naar onze correspondentie per email van 1 juni 2020 in verband met het actieplan van de opvolgingscommissie van de Kleine Nete, en uw vraag om de elementen met betrekking tot bodem in de discussienota van de Bedrijfs-gilde Geel aan de gouverneur van 29 april 2020 te kaderen vanuit mijn academische expertise over het gebied.

Zoals u weet verzamelen we al sinds 2013 gegevens rond bodemeigenschappen en bodemkoolstof in verschillende gebieden in de provincie Antwerpen, waaronder het gebied in en rond 'De Zegge'.

U vindt een beknopte analyse van kaartmateriaal en terreingegevens in bijlage. De verwijzingen naar de nota van de Bedrijfs-gilde zijn in vetjes weergegeven. Om verwarring te voorkomen en naar analogie met de nota verwijst ik verder naar de 'ontginning Zeggengebied'/'landbouwgebied de Zegge' als 'het landbouwgebied' en naar het 'natuurreserveaat De Zegge' van K.M.D.A als 'het natuurgebied' of 'het (natuur)reserveaat'. Graag benadruk hierbij dat ik in mijn advies enkel de elementen heb opgenomen die rechtstreeks met bodem en gerelateerd landgebruik te maken hebben. Voor de gedeelten over hydrologie of ecologie verwijst ik graag naar collega's met meer specifieke expertise in die vakdomeinen.

Graag wil ik hierbij mijn dank betuigen aan de collega's die de nota hebben nagelezen, en me zo de kans hebben gegeven om nog een aantal onduidelijke formuleringen weg te werken. Uiteraard steeds bereid voor een verdere toelichting of gesprek.

Met vriendelijke groet,

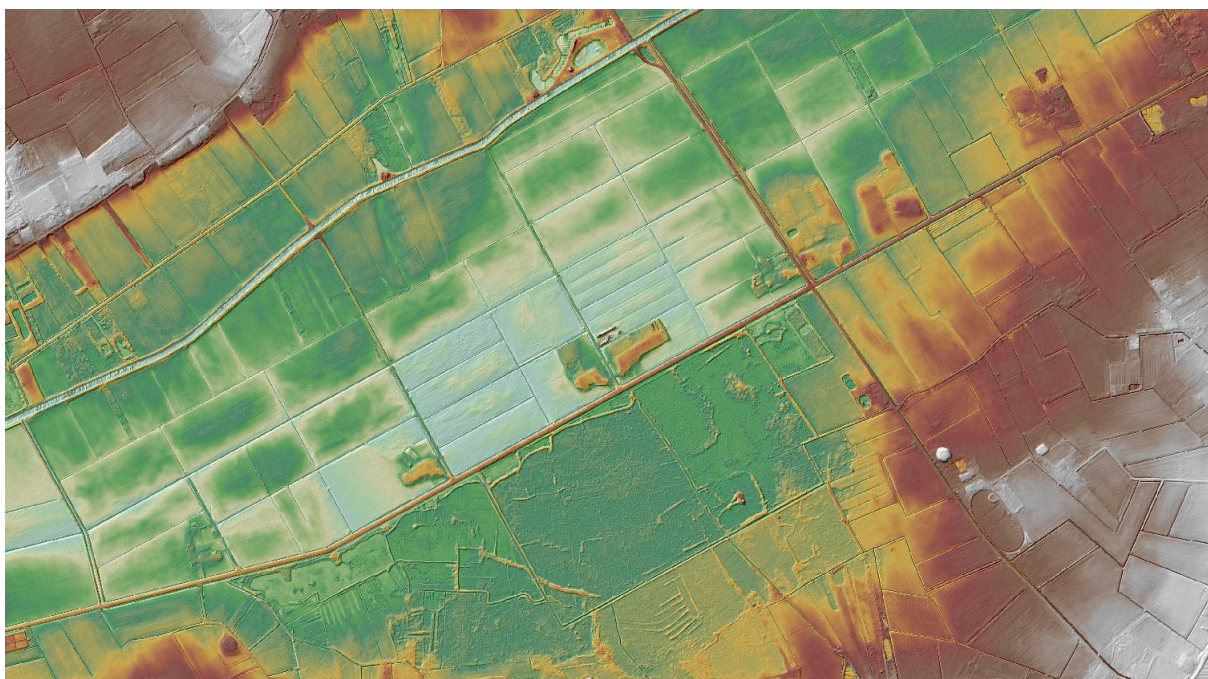


Prof. Karen Vancampenhout

KU Leuven

1. Algemene setting

Om de vragen van de Bedrijfs Gilde goed te kunnen kaderen is een eerste stap het begrijpen van de geomorfologie van de Netevalleien. Omwille van de kenmerken van het tertiaire substraat (glauconietrijk zand en kleig zand) dat in deze vallei onder de kwartaire dekzanden voorkomt, schuurden de Netes brede en ondiepe valleien uit met een beperkt verval. In de Kleine Netevallei ter hoogte van het landbouwgebied en het natuurreservaat wordt de vallei bovendien breder, omdat een aantal zijlopen er de Kleine Nete vervoegden voor de herinrichting. Zo ontstond lokaal een brede en zeer natte depressie. Die depressie omvatte het huidige natuurgebied en een groot gedeelte van het huidige landbouwgebied, zoals nog goed te zien is op onderstaande uitsnede uit het DTM (figuur 1). Door het geringe verval overstromden de waterlopen bovendien regelmatig (bv. beschrijvingen in Baeyens en Tavernier, 1975; Vandamme J. en Van Ruymbeke M., 1966). Die omstandigheden zijn gunstig voor de vorming van veenbodems of Histosols (e.g. Driessen et al., 2001).



Figuur 1: Uitsnede uit het Digitaal Hoogte Model ter hoogte van het landbouwgebied en natuurreservaat 'De Zegge'.

2. Ontwaterings- en inklinkingsprocessen in veenbodems (duiding bij sectie 3.3 en vraag 6 uit sectie 3.10)

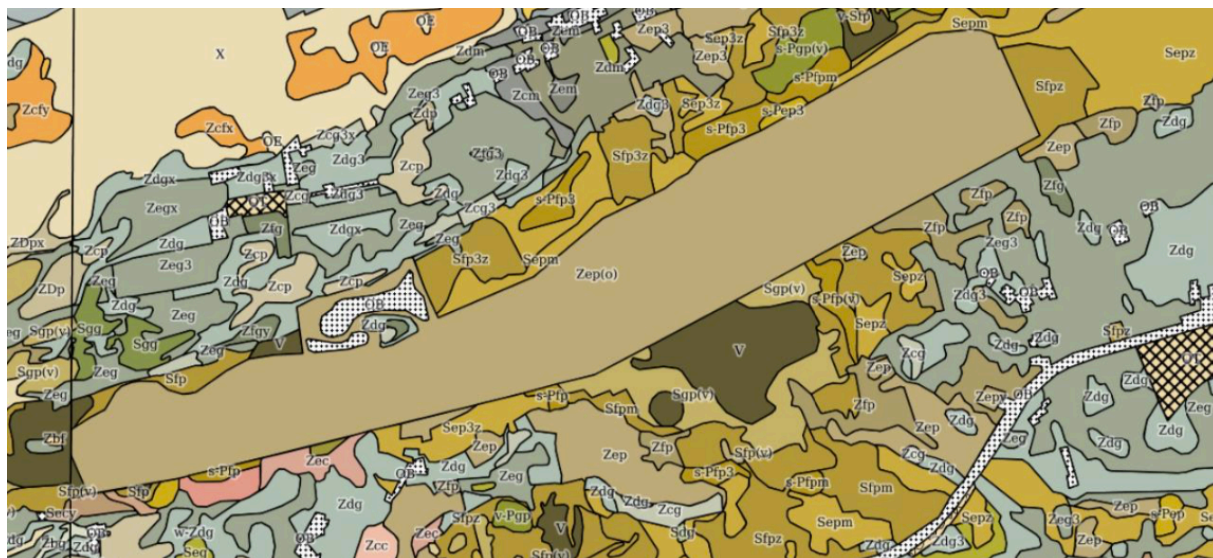
Op figuur 1 is goed te zien dat een deel van de percelen in het landbouwgebied lager liggen dan de percelen waar de rivier doorheen loopt/heeft gelopen. Het historisch tracé van de Kleine Nete loopt ter hoogte van het ontginningsgebied door de percelen op de zuidelijke oever van de huidige loop, maar is vrijwel niet meer te ontwaren op het DTM. De percelen die grenzen aan het bemalingsstation op het Vijzelloopje vormen vandaag het laagte punt in de vallei. Opmerkelijk is een abrupt en onnatuurlijk hoogteverschil tussen het noorden (landbouwgebied) en zuiden (natuurgebied) van de Roerdompstraat. Dat hoogteverschil kan verklaard worden door een verschil in bodemdaling tussen het landbouwgebied en het natuurgebied:

Zo'n bodemdaling -ook wel inklinken genoemd- gebeurt wanneer veenbodems of Histosols worden gedraineerd. Het proces is goed beschreven in de internationale literatuur. Histosols bestaan immers voornamelijk uit organisch materiaal. Dat materiaal breekt niet af zolang de bodem verzadigd is met water. Men spreekt dan van een thermodynamische of enzymatische 'grendel': bodem-microorganismen

kunnen geen zuurstof gebruiken als elektronenacceptor en moeten ze gebruik maken van alternatieve acceptoren zoals nitraat, mangaan, ijzer of zwavel. Die acceptoren zijn minder effectief als oxidans, waardoor de afbraak van componenten als lignine, polyfenolen, sphagnan en LNOS-verbindingen energetisch niet voordelig is en wordt stilgelegd (e.g. Freeman et al., 2001; Boye et al., 2017). Andere componenten die omwikkeld zijn door deze 'vergrendelde' componenten worden zo ook onbereikbaar voor afbraak door micro-organismen. De groei van veenmos versterkt het effect, door waterbuffering via gespecialiseerde plantendelen en het produceren van componenten die vrijwel niet afbreken in afwezigheid van zuurstof. Heel wat wetenschappelijke studies tonen aan dat zelfs korte perioden van droogvallen die 'grendels' kunnen doen wegvallen (e.g. Fenner & Freeman 2011; Brouns et al., 2017). Als de droge periode aanhoudt wordt het veen gemineraliseerd en verdwijnt er steeds meer organisch materiaal het uit het profiel, waardoor het bodemoppervlak daalt.

Ten noorden van de Roerdompstraat wordt het landbouwgebied sinds de ontginning kunstmatig gedraineerd, waardoor een intens inklinkingsproces heeft kunnen plaatsvinden. De mineralisatie van het veen in het landbouwgebied wordt door Vanierschot (2014) conservatief geschat op 110 000 tot 170 000 ton CO₂ eq. In het natuurgebied ten zuiden van de Roerdompstraat wordt het water opgestuwd om het verdrogen (en dus inklinken) van het veen tegen te gaan, waardoor de bodem er veel minder gedaald is. De bodemindicatoren die mijn onderzoeksgroep sinds 2013 meet om de gezondheid van het veen te monitoren (bulkdensiteit, biochemie, emissies en bodemfauna) tonen evenwel aan dat bijkomende inspanningen nodig zijn om het veen van verdere schade te vrijwaren (Vanierschot, 2014; Moris, 2020; De Jonghe, 2020).

In tegenstelling tot sommige andere gedraineerde veengebieden werden in de Vallei van de Kleine Nete geen meetpalen aangebracht om die bodemdaling op te volgen (zover bekend). De nota van de bedrijfsgilde verwijst naar de digitale versie van de bodemkaartbladen op 1/20000 van Baeyens en Tavernier uit 1970 als referentie (figuur 2). De perceptie die in de nota op basis van die kaart is ontstaan, i.e. dat de kaart aangeeft dat "het gehele landbouwgebied één grote zandpartij is" (**sectie 3.3**), is niet correct. De bodemkaart dateert van na de inrichting van het gebied, en het achtervoegsel (o) in de bodemserie geeft bodems aan met 'sterke antropogene invloed'. De bodemkaart geeft dus eigenlijk weer dat de bodems in het landbouwgebied sterk gewijzigd zijn door menselijk ingrijpen (zie ook de verklarende tekst bij het bodemkaartblad 30E; Baeyens en Tavernier, 1975).



Figuur 2: Uitsnede uit de digitale bodemkaart van Vlaanderen, gebaseerd op de bodemkaart op 1/20000 van Baeyens en Tavernier uit 1970, zoals weergegeven in de nota van de bedrijfsgilde (**sectie 3.3**)

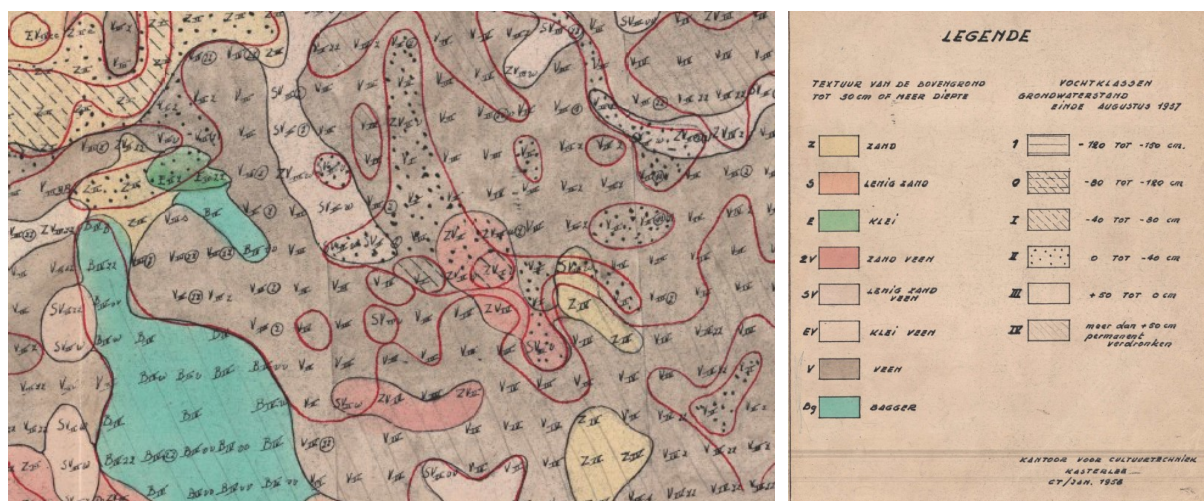
Uw vraag van 1 Juni 2020
05/12/2020

Een goede referentie voor de bodemsituatie van voor de ontginning in het landbouwgebied is de bodemkaart op 1/2500 die in 1958 door Decaestecker werd opgemaakt in opdracht van de Nationale Maatschappij voor de Kleine Landeigendom, in voorbereiding van de ontginning van het Zeggengebied (figuur 3). Deze wordt bewaard in het archief van VLM en werd geëfereerd door Vanierschot (2014). Ze beslaat het gebied van de verkaveling tussen de Roerdompstraat en de Kleine Nete en toont de oorspronkelijke bodemsamenstelling (tot 30 cm of dieper) en de oorspronkelijke laagste grondwaterstand (GLG, eind augustus 1957). De roze, witte en grijze gebieden geven bodems met een hoog veengehalte aan. De lichtblauwe zones staan voor los veen of 'bagger' (figuur 3). Door figuur 1 en figuur 3 te vergelijken wordt duidelijk dat de percelen die voor de verkaveling het meeste veen hadden, nu overeenkomen met het laagstgelegen gedeelte in het landschap, analoog aan de schatting van Vanierschot (2014) van een verlies van 110 000 tot 170 000 ton CO₂ eq. In het kader van deze studie deden we eveneens boringen in het landbouwgebied die de kaartanalyse bevestigen.

Hiermee hoop ik alvast opgehelderd te hebben waar er zich veen bevond in het huidige landbouwgebied, en voldoende geïllustreerd te hebben dat het landbouwgebied onderhevig geweest is aan inklinkingsprocessen en bodemdaling.



Figuur 3a: Bovengrond en vochtigheidskaart van ontginning Zeggengebied in augustus 1957 op 1/2500 door K. Decaestecker in opdracht van de Nationale Maatschappij voor de Kleine Landeigendom, 1958.



Figuur 3b: detail van de kaart door K. Decaestecker ter illustratie (ontginning ten noorden van de Roerdompstraat, ter hoogte van de Eerselingsedijk) en detail van de legende.

3. Bodemgegevens bij vragen aangaande de historische vochttrap in het landbouwgebied en het natuurreservaat (sectie 3.3, 3.1 en 3.10 - vraag 1, 2 en 11)

In **sectie 3.3** wordt ook de vraag gesteld of de grondwaterstand in het landbouwgebied inderdaad sterk gedaald is. Voor zover mij bekend werden er historisch geen waterstanden t.o.v. een vaste datum (bv. TAW) genoteerd, maar historisch bodemkaartmateriaal en terreinobservaties in 2013 kunnen ook hier



verduidelijking brengen. Uit de kaart in figuur 3 blijkt immers dat het laagste grondwaterpeil in het overgrote deel van het gebied tot klasse II of hoger behoort, wat wil zeggen dat de laagste grondwaterstand (GLG) zich max - 40 cm onder het maaiveld bevond (zones met stippen; huidige vochttrap g), en op heel wat plaatsen zelfs tot boven het maaiveld reikte (zones III en IV, zonder arcering of met lichte potloodarcering). Die hoge waterstand wordt ook bevestigd in de kaart van het Dépôt de la Guerre uit 1929 en is te zien op een foto uit 1905 door J. Massart (figuur 5, Uyttenhove et al., 2006). De bodemkaart van 1970 geeft voor dezelfde zone een vochttrap e aan (GLG meer dan -80 cm onder het maaiveld) en in boringen in het kader van de Masterproef van Vanierschot in 2013 werd een vochttrap d vastgesteld in het landbouwgebied tussen het reservaat en de kleine Nete (GLG buiten boorbereik; Vanierschot, 2014). Belangrijk is hierbij op te merken dat bij het bepalen van de vochttrap de stand van de GLG wordt uitgedrukt tov het maaiveld op het ogenblik van zijn bepaling (Van Ranst E. en Sys C., 2000). In de voorbije 60 jaar is dit maaiveld in het landbouwgebied gevoelig gedaald (*vide supra*, punt 2), waardoor we kunnen besluiten dat de grondwatertafel in de oorspronkelijk natste en veenrijkste gebieden van de landbouwpolder met ruim twee meter is weggezakt. Een daling van de grondwaterstand lager in de vallei verandert bovendien ook de dynamiek van het uittreden van kwel afkomstig van inzijsgebieden hoger in het landschap (**sectie 3.7**; van Diggelen & Grootjans, 2019).

Tenslotte werd het huidige hydrostatisch drukverschil tussen het zuiden en noorden van de Roerdompstraat recent ingemeten t.o.v. de TAW datum. Dit verschil bedraagt 1.6 m (Piet De Becker, persoonlijke mededeling), wat aangeeft dat de huidige lekverliezen doorheen de dijk aanzienlijk zijn en onze metingen bevestigd dat het overblijvende veen sterk bedreigd is (Moris, 2020; De Jonghe, 2020).

De vermelding in de nota dat het huidige landbouwgebied volgens oudere bewoners voor de verkaveling een aantal bewerkbare, drogere beemden had (**sectie 3.8**; **p.5**) wordt bevestigd op de kaart van Decaestecker: in het veen van het gekarteerde gebied kwamen volgens die kaart enkele drogere, hoger gelegen ruggen voor die trouwens ook op de kaarten van Ferraris (1771-1778) en het Dépôt de la Guerre (1869-1929) te zien zijn, waar ze zijn aangegeven als 'donken' met heidevegetatie. De drie kaarten geven echter ook aan dat die donken heel beperkt waren in oppervlakte.

Naast vragen over de oorspronkelijke waterstand, wordt op verschillende plaatsen in het document de vraag gesteld of de Zegge zelf niet altijd droger is geweest dan de landbouwpolder, bijvoorbeeld op pagina 1 (**sectie 3.1**) vragen de auteurs: "*Mogelijks is het reservaat vroeger ook al droger geweest, omdat dit op het hoogste punt ligt van de omgeving*". De vraag wordt herhaald in **sectie 3.10 (vraag 2)**. Ik weet niet zeker in welke tijdsperiode de auteurs van de nota interesse hebben met de verwijzing 'vroeger' of 'historisch' in bovenstaande stellingen (**sectie 3.8 en sectie 3.10 – vraag 11**), maar wellicht zijn onderstaande elementen uit oude bodem- en landgebruikskaarten interessant:

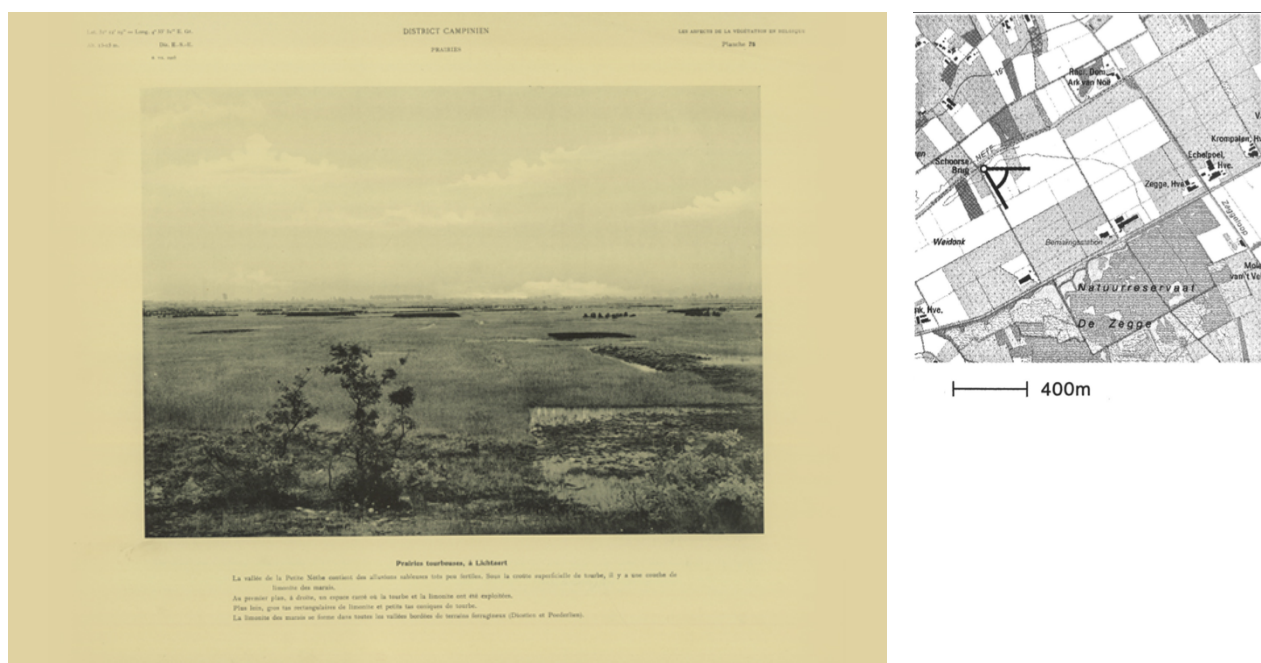
- Het reservaat is niet het hoogste punt van de omgeving, maar ligt vandaag wel hoger dan het landbouwgebied tussen het natuurgebied en de Kleine Nete. Wellicht is dat wat de auteurs bedoelen.
- De vochttrappen op de bodemkaart uit 1970 (zoals weergegeven in figuur 2) geven weer dat de bodems van het reservaat eind jaren '60 zeer nat tot uiterst nat waren (hoogst mogelijke grondwaterstanden uit de Belgische bodemclassificatie).
- Verder terug, geven de oudere beschrijvingen en de hoogtelijnen op de kaart van het Dépôt de la Guerre (1869 en 1929) aan dat het oorspronkelijke verval in de depressie zeer laag was: er is geen hoogteverschil van meer dan 1 m aangegeven tussen de percelen bij de (historische) bedding van de Kleine Nete, het natuurgebied en het gebied ertussen in.
- De kaart van het Dépôt de la Guerre vermeldt het natuurgebied (en het meest venige stuk van het aangrenzende deel van het landbouwgebied) als de natste uit de depressie en ook de Ferrariskaart (1771-1778) geeft een gelijkaardig beeld van een ontoegankelijk moeras ter hoogte van het huidige natuurgebied, omgeven door moerassig grasland. De kaart het Dépôt uit 1873 en die van Vandermaelen (1846-1854) geven minder detail maar tonen beiden een open landschap met turfputten ter hoogte van het reservaat.

- Het archief van VLM bevat ook een anonieme hoogtekaart van het ontginningsgebied, vermoedelijk van rond dezelfde periode als de bodemkaart van Decaestecker (in 2020 georeferentieerd door L. Damen, Agentschap voor Natuur en Bos). De referentiehoogte of datum die voor deze metingen werd gebruikt wordt niet vermeld, waardoor deze kaart helaas geen referentie kan vormen voor bodemdaling. Wel bevestigt ze de aanduidingen aangaande het oorspronkelijke reliëf in de hierboven aangehaalde beschrijvingen en oude kaarten, i.e. dat een aanzienlijk deel van het verkavelingsgebied zich in een brede depressie met beperkt verval bevond, en dat lokaal enkele kleine, hogere 'donken' voorkwamen in het landschap.
- De bodemkaart uit 1970 vermeldt een aantal bodemseries met variante ...m (bijvoorbeeld Sepm, s-Pfpm), waarmee het voorkomen van een ijzerrijke bovengrond (moerasijzererts of moerasijzeroer) wordt aangeduid. De vorming van moerasijzererts is typisch voor de laagste en natste delen van landschappen met beperkt verval, waar het ijzer uit de omgeving kan accumuleren. Op de foto van Massart is te zien dat dat moerasijzeroer in 1905 ook in het huidige landbouwgebied aanwezig was.



Figuur 4: Ferrariskaart (boven links), kaart van Vandermaelen (boven rechts) en eerste (onder links) en tweede (onder rechts) kartering volgens van het Dépôt de la Guerre, weergave en legenda via Cartesius.be. De tweede kaart van het Dépôt toont het landgebruik rond 1929 met het meeste detail. De horizontale arceringen geven grasland en ter hoogte van de ontginning vooral drasland weer (arcering met blauwe aanduiding), de blauw-witte gedeelten zijn diepe moerassen en veenputten en de groene gedeelten veelal kreupelhout. De met zalmroze omliggende donken waren begroeid met heide. Akkers kwamen niet voor ter hoogte van de huidige ontginning of het huidige natuurgebied.

Hieruit kunnen we besluiten dat historische kaarten van bodem en landgebruik niet aangeven dat het huidige natuurgebied altijd al droger was dan het landbouwgebied of omliggende gebied, ze tonen eerder het tegendeel. Het zou bovendien niet stroken met de processen van veenvorming en ijzeroervorming, die typisch op de laagste en natste plekken het sterkst zijn. Het historische menselijke landgebruik waarvan sprake in **sectie 3.8** bleef volgens die kaarten beperkt tot gras- en drasland en turfwinning. Op de donken was er sprake van heide. Gewassen worden nergens vermeld. Een foto van Massart uit 1905 van de zuidelijke over van de Kleine Nete ter hoogte van de Eerselingsedijk bevestigt dat landgebruik. De waterstand tot aan het maaiveld is ook goed te zien op deze foto (Uyttenhove et al., 2006).

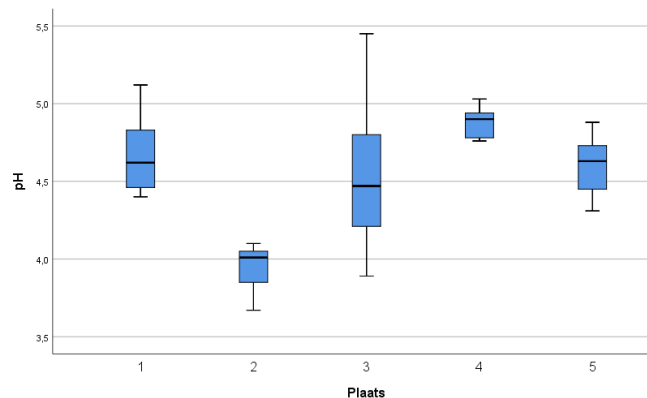


Figuur 5: Foto genomen door J. Massart in 1905 vanop de Zuidelijke oever van de Kleine Nete ter hoogte van de Eerselingsedijk en in de richting van het huidige landbouwgebied (het kaartje rechts toont de locatie en kijkrichting van de foto). Het bijschrift vermeldt een landgebruik van 'Prairies tourbeuses', de watertafel tot aan het maaiveld is goed te zien. Ook de ontginning van moerasijzererts (langwerpige stapels) en turf (kleinere kegelvormige stapels) zijn beschreven en duidelijk zichtbaar (uit: Uyttenhove, 2006).

4. Hoe ernstig is de verzuring in de Zegge (sectie 3.5 en sectie 3.10 – Vraag 8)

In de nota vragen de auteurs verduidelijking over de ernst van de verzuring in het natuurgebied, in relatie tot deposities uit de landbouw. De verzuring in dat gebied moet echter niet alleen toegeschreven worden aan atmosferische deposities, maar ook door een verschuiving in de balans tussen regenwater en grondwater/kwel (zie bv. van Diggelen en Grootjans, 2019) en door eventuele schade aan het veen.

In de zomer en het najaar van 2019 werd de pH in het natuurgebied door ons opgevolgd op 5 meetpunten (figuur 6; Moris, 2020). De gemiddelde zuurtegraad over alle meetgegevens bedroeg 4.5 en per locatie is de gemiddelde zuurtegraad bijna overal beduidend lager dan het gunstig bereik voor de instandhouding van het habitatype (4.9 – 5.9 ; Raman et al., 2014). De pH was het laagste en het minst gebufferd nabij het Elzenbroekbos, waar de verstoring van de hydrologie volgens van Diggelen (2019) het grootst is. Uit respiratiegegevens (Moris, 2020) en tellingen van de bodemfauna (De Jonghe, 2020) blijkt ook dat het veen hier sterk bedreigd is.



Figuur 6: boxplots van bodem-pH gegevens (gemeten in water, 0-10 cm) voor 5 meetpunten in het natuurgebied, maandelijks gemeten tussen augustus en december 2019.

Besluit:

Voor de vragen in **sectie 3.10** van de nota kunnen de beschikbare gegevens wat betreft de bodem als volgt worden samengevat (nummering zoals in de nota):

1. *Speelt de uitzonderlijke droogte van de laatste jaren niet mee in dit verhaal?*

Kaarten en terreinobservaties tonen dat de daling van het grondwater in het landbouwgebied al veel langer aan de gang is. Foto- en kaartmateriaal uit 1905-1924 tonen een waterstand tot aan het maaiveld. Vlak voor de ontginning werd in augustus 1957 voor het eerst een vochttrap ten opzichte van het maaiveld bepaald, die de stand van de laagste grondwatertafel (GLG) vastlegt op 0-40 cm onder het maaiveld. In 1970 was die GLG gezakt tot > 80 cm onder het maaiveld, en in 2013 werd de GLG niet meer teruggevonden binnen boorbereik (>1.20m). Omdat de vochttrap wordt uitgedrukt tov het maaiveld op het ogenblik van zijn bepaling en omdat tijdens de voorbije 60 jaar dit maaiveld gevoelig daalde (punt 2 van de nota) is de daling van de grondwatertafel in de ruimere vallei (uitgedrukt in TAW) nog meer opmerkelijk en verder reikend dan het effect van de voorbije droge jaren. Als we die bodemdaling in rekening brengen kunnen we besluiten dat de grondwatertafel in de oorspronkelijk natste en veenrijkste gebieden van de landbouwpolder met meer dan twee meter is weggezakt in de voorbije 60 jaar.

Het huidige hydrostatisch drukverschil tussen het zuiden en noorden van de Roerdompstraat (1.6 m) en gemeten veenkwaliteitindicatoren in het natuurgebied geven bovendien aan dat het resterende veen sterk bedreigd is door verdroging.

2. *Was de plaats waar het reservaat zich nu bevindt voor de landinrichting al niet de droogste plaats (en hoogste) in de omgeving?*

Historisch kaartmateriaal toont aan dat de plaats waar het reservaat zich nu bevindt niet de droogste was voor de landinrichting, integendeel.

6. *Kan er worden aangetoond dat de landbouwpolder vanaf de jaren '60 tot op heden één meter gezakt*

Op het terrein en op kaartmateriaal is de voormalige aanwezigheid van veen in het landbouwgebied goed te zien, er zijn ook zeer duidelijke aanwijzingen van het inklinken van dat veen. Bij gebrek aan



meetpalen of andere historische metingen ten opzichte van een referentiehoogte kan het hoogteverschil tussen het noorden en ten zuiden van de Roerdompstraat als conservatieve schatting van de bodemdaling worden gebruikt.

8. *Kunnen er concrete cijfers gegeven worden van de actuele verzuring van het reservaat de Zegge?*

De gemiddelde zuurtegraad over alle meetlokaties in het reservaat bedroeg 4.5 (zomer van 2019). Dat is lager dan de pH die nodig is voor de duurzame instandhouding van laagveen en het bijbehorend habitattypen.

11. *Kan de exacte historische situatie van de Zegge in kaart worden gebracht om zo de correcte aannames te kunnen doen in verdere studies (zoals de ecohydrologische studie)?*

De kaarten van Ferraris, Vandermaelen, het Dépôt de la guerre, de kaart van Decaestecker en de bodemkaart bevatten waardevolle informatie over de bodemkenmerken en vochttrap. Een meer doorgedreven studie van dit kaartmateriaal en van het archief van de ontginning bij VLM zal een nog gedetailleerder en ruimtelijk explicieter beeld kunnen geven, maar de algemene historische situatie en evolutie komt uit bovenvermelde kaarten duidelijk naar voren.

Referenties:

- Anoniem, 1985 (?). Hoogtekaart van de 'ontginning Zeggengebied', vermoedelijk in opdracht van de Nationale Maatschappij voor de Kleine Landeigendom (karteringsstijl vergelijkbaar met Decaestecker, 1985). Archief van VLM Herentals.
- Baeyens L., Tavernier R., 1970. Bodemkaartblad Kasterlee 30 E op 1/20000. Uitgegeven door het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk onderzoek in Nijverheid en Landbouw (I.W.O.N.L.) en het Militair Geografisch Instituut, Brussel.
- Baeyens L., Tavernier R., 1975. Verklarende tekst bij het kaartblad Kasterlee 30 E. Uitgegeven door I.W.O.N.L., Brussel.
- Boye, K. et al. 2017. Thermodynamically controlled preservation of organic carbon in floodplains. *Nature Geoscience* 10, 415-419.
- Brouns K., Verhoeven J.T.A. en Hefting M.M., 2014. Short period of oxygenation releases latch on peat decomposition. *Science of the Total Environment* 481, 61-68.
- Decaestecker K., 1958. Bovengrond en vochtigheidskaart van ontginning Zeggengebied. In opdracht van de Nationale Maatschappij voor de Kleine Landeigendom.
- De Jonghe F., 2020. De bodemfauna in de veenbodems van de Zegge. MSc thesis biowetenschappen, promotor Karen Vancampenhout, KU Leuven.
- Driessen, P., Deckers J., Spaargaren O., Nachtergaele F., 2001. Lecture notes on the major soils of the world. Uitgegeven door FAO, Rome.
- Fenner N., Freeman, C., 2011. Drought-induced carbon loss in peatlands. *Nature Geoscience* 4, 895-900.
- Freeman C., Ostle N., Kang, H., 2001. An enzymic 'latch' on a global carbon store. *Nature* 409, 149.
- Moris V., 2020. Dynamiek van koolstof en nutriënten in veenbodems van natuurreservaat De Zegge MSc thesis biowetenschappen, promotor Karen Vancampenhout, KU Leuven.
- Raman, M., De Keersmaecker, L., Denys, L., Leyssen, A., Provoost, S., Vandevorde, B., Hens, M., Wouters, J., 2014. *Bepaling van het gunstig abiotisch bereik voor Europese habitattypen in Vlaanderen*. INBO.R.2014.3019274.
- Uyttenhove P., Vanbelleghem D., Van Bouwel i., Notteboom b., Debergh R., Willequet B., 2006. Recollecting Landscapes. A&S/Books en recollectinglandscapes.be
- Vandamme J., Van Ruymbeke M., 1966. Voorstudie van het kaartblad Kasterlee 30 E. Uitgegeven door I.W.O.N.L., Brussel.
- van Diggelen R., Grootjans A. 2019. Bedreigingen en herstelmogelijkheden van het KMDA reservaat "De Zegge", Rapport van de Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer van de Universiteit van Antwerpen.
- Vanierschot L., 2014. Bodemorganische koolstof in het landschap: relatie met natuurlijke en antropogene gradiënten in de Kempen. MSc thesis bio-ingenieurswetenschappen land- en bosbeheer, promotor Karen Vancampenhout, KU Leuven.
- Van Ranst E. en Sys C., 2000. Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (schaal 1/20 000). Uitgave van de Universiteit Gent, raadpleegbaar via de Bodemverkenner van de Vlaamse Overheid.