



POTENTIES EN KNELPUNTEN VOOR DE GRASLANDEN VAN DE SINT-PIETERSBERG

Onderzoek naar mogelijkheden voor het vergroten van de
soortenrijkdom op basis van bodemchemie, landschappelijke
ligging en mogelijke herstelmaatregelen

Colofon

Opdrachtgever:

Natuurmonumenten

Titel:

Potenties en knelpunten voor de graslanden van de Sint-Pietersberg

Onderzoek naar mogelijkheden voor het vergroten van de soortenrijkdom op basis van bodemchemie, landschappelijke ligging en herstelmaatregelen zoals aanbrengen maaisel

Status:

Eindrapportage

Datum:

12 mei 2024

Auteur(s):

Philippine Vergeer¹, Mark de Jong¹, Joop Schaminée², Leon van den Berg³

¹ Wageningen Universiteit

² Wageningen Environmental Research

³ Bosgroep Zuid Nederland

P. Vergeer, J. Schaminée

Foto's:

P. Vergeer (Veldsalie in het Poppelmondedal)

Foto voorzijde

Kaartmateriaal:

Alle kaarten zijn gemaakt met QGIS. Open Source data

Projectnummer:

159.Oz.418

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Achtergrond	3
1.3	Vraagstelling	4
1.4	Leeswijzer	4
2	Algemene referenties en systeembeschrijvingen	5
2.1	Systeembeschrijving	5
3	Aanpak en systeembeschrijving	10
3.1	Aanpak	10
3.2	Bodembemonstering	12
3.3	Analyse potenties	13
4	Resultaten bodemonderzoek per deelgebied	16
4.1	Enci wei	16
4.2	Luzerneakker	18
4.3	Kannerstort	19
4.4	Zandhoek	20
4.5	Poppelmondedal Noord	22
4.6	Jekerdalwei	25
4.7	Jekerdalwei Noord	27
4.8	Kannerwei	29
4.9	Kannerhei en Soldatenhoekje	30
4.10	Rammenwei	32
4.11	Groeve Duchateau en ENCI Groeve	33
4.12	Duchateauwei	34
4.13	Akker mergelweg, Paardenakker en Paardenwei	36
4.14	Westhelling	38
4.15	Plateau Noord	40
4.16	(Oud) hondenlosloopgebied	42
4.17	Voormalige maisakker	44
4.18	Oehoevallei	45
4.19	ENCI kalkgrasland	47
4.20	Plateau Zuid	49
4.21	Zonneberg Noord (deel A en deel C)	51
4.22	Zonneberghoeve	53
4.23	Zonneberg Noord (deel B en deel D)	55
4.24	Grasland Slavante	57

5	Graslandtypen op de Sint-Pietersberg	59
5.1	Kiezelkopgraslanden	59
5.2	Heischrale graslanden	60
5.3	Kalkgraslanden	64
5.4	Pioniergraslanden op kalk	69
5.5	Glanshaverhooilanden	72
5.6	Kruidenrijke graslanden en kruidenrijke akkers	73
6	Aanvullende overwegingen	76
7	Literatuur	78
8	Bijlagen	81

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De graslanden van de Sint-Pietersberg behoren tot de meest soortenrijke en meest unieke graslanden van Nederland. Op relatief korte afstanden komen hier graslanden op diverse bodemtypen zoals kalk, zandige löss en colluvium voor die vaak nog unieke soorten van de Zuid-Limburgse flora herbergen. Toch zijn niet alle graslanden soortenrijk. Het historisch gebruik van de graslanden (landbouw, bos, mijnbouw) en de bodemgesteldheid spelen hierbij mogelijk een zeer belangrijke rol.

Natuurmonumenten heeft, in overeenstemming met de N2000 doelen, het doel om de oppervlakte en de kwaliteit van bestaande kalkgraslanden (H6210), heischrale graslanden (H6230dkr) en glanshaverhooilanden (H6510A) in het N2000 gebied Sint-Pietersberg & Jekerdal (159) te vergroten en te verbeteren. Om deze doelen te kunnen halen is kennis over de natuurpotenties en hun knelpunten van de huidige graslanden noodzakelijk. Ondanks enkele zeer waardevolle onderzoeken zoals bijvoorbeeld het bodemonderzoek Life Pays Mosan (2016) blijven enkele belangrijke kennislacunes bestaan. Zo zijn er van diverse graslandpercelen geen bodemchemische gegevens, is de relatie met de onderliggende bodem en het historisch landgebruik niet altijd duidelijk en is het onduidelijk of de beschikbaarheid en verspreiding van zaden knelpunten zijn voor de ontwikkeling van deze graslanden naar een hogere soortenrijkdom.

Natuurmonumenten heeft Wageningen Universiteit gevraagd onderzoek te doen naar potenties en mogelijke knelpunten van de ontwikkeling van de graslanden in het N2000 gebied Sint-Pietersberg & Jekerdal.

1.2 Achtergrond

Op de Sint-Pietersberg komen van nature diverse typen graslanden voor, waaronder glanshaverhooiland, soortenrijke heischrale graslanden en kalkgraslanden, onder andere als gevolg van geologie, bodemchemie en historisch gebruik. Een belangrijke factor in de ontwikkeling van deze graslanden is de bodemgesteldheid en bodemchemie.

Bodemchemische condities kunnen zowel directe als indirecte invloed hebben op het voorkomen van soorten. Zo kunnen hoge voedingswaarden (zoals fosfor, vaak gemeten als P-Olsen en/of totaal P, en ammonium en nitraat) zorgen voor een dominantie van voedselrijke soorten en resulteren in het verdwijnen of niet vestigen van karakteristieke soorten van het schralere milieu (indirect effect via competitie). Dit speelt uiteraard in de schrale (voedselarme) kalk- en heischrale graslanden, maar ook in de wat voedselrijkere glanshaverhooilanden. De mate van buffering en verzuring (en de daaruit resulterende verhoudingen tussen bijvoorbeeld vrij aluminium en calcium) kunnen ook een grote rol spelen in het voorkomen van soorten en de ontwikkeling naar soortenrijke vegetaties. Te hoge concentraties (vrij) aluminium kunnen toxisch zijn waardoor soorten die gevoelig zijn voor aluminium verdwijnen (directe effecten).

De bodemgesteldheid speelt ook een grote rol. Op kalkrijke delen of op graslanden waar kalk dicht aan het oppervlak vinden we vaak een hoge buffering (en hoge pH), hoge calcium en magnesium concentraties en een lage aluminium/calcium ratio. Echter op bodems waar kalk ondiep aan het oppervlak ligt is het bovenliggende bodempakket dun en zeer droogtegevoelig. Dit in tegenstelling tot bodems met een dik bodempakket (vaak colluvium, of kleefarde) waar door capillaire werking de bodems vele malen minder droogtegevoelig zijn.

Naast de bodem en de bodemchemische factoren speelt beheer een belangrijke rol in de ontwikkeling van graslanden. Met beheer kunnen noodzakelijke verspreidingsvectoren gerealiseerd worden (schapenbegrazing) of kunnen woekerende soorten in toom gehouden

worden (bijvoorbeeld door maaien en afvoeren). Regulier beheer kan ook volgen op overgangsbeheer. Zo kan het nodig zijn dat sommige graslanden eerst verschaald moeten worden alvorens reguliere begrazing kan resulteren in duurzame ontwikkeling van soortenrijke graslanden. Echter, de ontstaansgeschiedenis van sommige graslandpercelen op de Pietersberg maken de algemeen geldende richtlijnen soms niet toepasbaar omdat bijvoorbeeld grote stenen in sommige percelen het maaien soms onmogelijk maakt. Ook kan het voorkomen dat graslanden, vanwege het ontbreken van verspreidingsroutes en -vectoren, niet of zeer onwaarschijnlijk zullen verder ontwikkelen naar soortenrijke graslanden. In deze gevallen kan het nuttig zijn om een initiële herstelmaatregel uit te voeren, zoals het inbrengen van donormaaisel (maaisel van een geschikt grasland met daarin zaad van doelsoorten) of specifieke soorten via zaad, alvorens regulier beheer toe te passen.

1.3 Vraagstelling

Dit onderzoek heeft betrekking op de geselecteerde graslandpercelen (zie figuur 2a en 2b) en geeft antwoord op de volgende vragen:

1. Bodemchemie: wat zijn de bodemchemische condities van elk perceel in toplaag (en daar van toepassing ook in diepere bodemlagen)
2. Bodemchemie: Hoe verhouden de bodemchemische parameters zich tot die van referentielocaties (goed ontwikkelde vormen van het betreffende graslandtype)
3. Landschap en Bodemgesteldheid: Wat is de huidige ligging van de graslandpercelen op de bodemtypen en welk type grasland kan men hier verwachten?
4. Vegetatie: Welke percelen zijn goed ontwikkeld en welke zijn minder goed ontwikkeld?
5. Relatie bodemchemie en huidige vegetatie: Is de bodemchemie beperkend voor de ontwikkeling van de vegetatie en wat zijn mogelijke verklaringen voor de huidige kwaliteit van vegetatie in de bodemchemie?
6. Landschappelijke connectiviteit en herstel door middel van maaisel: Welke graslandpercelen kunnen verbeteren door middel van bevorderen connectiviteit en/of het inbrengen van maaisel (zie 7)
7. Maaisel: wanneer inbrengen van maaisel kan worden overwogen: welk type en van welke herkomst moet gebruikt worden voor het verhogen van de soortenrijkdom op de graslanden?

1.4 Leeswijzer

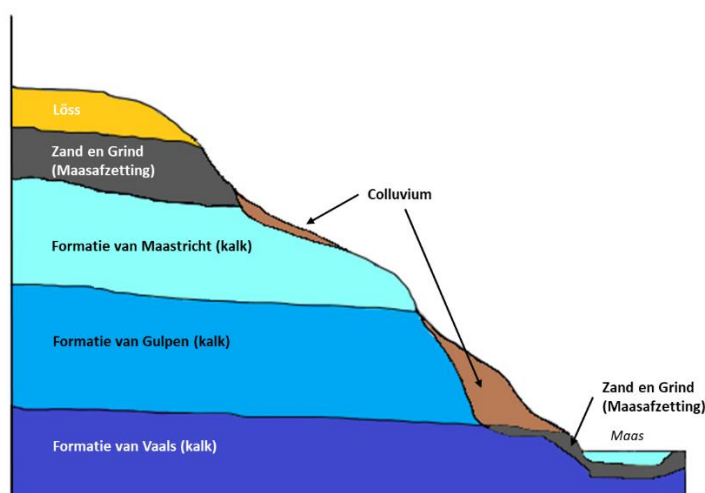
In hoofdstuk 2 worden algemene referentiekaders en systeembeschrijvingen (zowel bodemchemisch, landschappelijk als ook vegetatiekundig) gegeven voor alle relevante typen graslanden. In hoofdstuk 3 worden kort de methoden en de monsterlocaties gegeven en hoofdstuk 4 geeft de resultaten van dit onderzoek per deelgebied. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de potenties per graslandtype. In hoofdstuk 6 worden enkele aanvullende overwegingen beschreven.

2 Algemene referenties en systeembeschrijvingen

2.1 Systeembeschrijving

Niet alleen binnen Nederland maar ook binnen Europa neemt Zuid-Limburg een bijzondere positie in. De eerste constatering is algemeen bekend en behoeft weinig toelichting: voor zowel de flora als de fauna is het Mergelland van grote betekenis. Meerdere zeldzame planten en dieren komen in Nederland alleen nog in Zuid-Limburg voor. Ook binnen Europa heeft het zuiden van ons land bijzondere karakteristieke eigenschappen, onder andere vanwege het uitwijken van de montane gebieden tegen het laagland. Hierdoor is een bijzondere en kleinschalige landschappelijke setting ontstaan. Met name in het westen van de provincie zijn de kalkgesteenten uit het Krijt afgedekt door Pleistocene rivierafzettingen, zoals zanden en grinden. De ligging van het Zuid-Limburgse Heuvelland aan de noordwestgrens van het Midden-Europese bergland maakt ook dat veel soorten en gemeenschappen hier de grens van hun verspreiding bereiken. Evolutionair gezien zijn zulke areaalgrenzen doorgaans van hoge waarde vanuit het oogpunt van genetische verscheidenheid en aanpassingen die hier mogelijk hebben plaatsgevonden. Veel soorten bezitten aan de rand van hun verspreidingsgebied een smalle ecologische amplitudo en aanwijzingen bestaan dat allerhande evolutionaire processen zich juist hier afspelen (Schaminée et al. 2010).

Wanneer we wat verder inzoomen op het Zuid-Limburgse Heuvellandschap, dat feitelijk niet uit heuvels maar uit dalen bestaat die zich in het geleidelijk van noordwest naar zuidoost oplopende plateau hebben ingesneden, dan valt een sterke gradiënt te onderscheiden die ook voor de Sint-Pietersberg geldt (zie figuur 1). Deze gradiënt vormt de leidraad voor onze rapportage. Op en aan de randen van het door terrasafzettingen gevormde plateau bevinden zich allereerst zogeheten kiezelkopgraslanden (Par. 2.2.1), die sterk zijn bepaald door de onderliggende zanden en grinden afgezet door de Maas. Op de hellingen treffen we heischrale graslanden (Par. 2.2.2) en kalkgraslanden (Par. 2.2.3) aan, afhankelijk van de ligging en daaraan verbonden invloed van het kalkgesteente. Op plekken waar het kalkgesteente dagzoomt, zijn door mijnbouw plaatselijk mergelgroeven ontstaan, waar we pioniergemeenschappen op kalk (Par. 2.2.4) aantreffen. Op rijkere bodems, bijvoorbeeld op löss (bovenop het plateau) en op plekken waar colluvium (geërodeerd bodemmateriaal van bovenliggende hellingen) zich heeft opgehoopt, of die onder invloed staat van de toevoer van voedingsstoffen uit de landbouw, bevinden zich Glanshaverhooilanden (Par. 2.2.5) en kruidenrijke graslanden (Par. 2.2.6).



Figuur 1. Schematische weergave van de verschillende afzettingen van de Sint-Pietersberg.

2.1.1 Kiezelkopgraslanden

Kiezelkopgraslanden zijn lange tijd een onderbelicht element geweest van de gradiënt van de hellingenlandschappen in Zuid-Limburg. Zij zijn te vinden op de hoogste delen daarvan, op de van oorsprong kalkarme en zeer voedselarme terrasafzettingen, met zand en grind als belangrijkste substraten. Met name met de publicatie van 'De Bemelerberg', een bundel artikelen over de natuur- en cultuurhistorische betekenis van een droog schraalland-reservaat in Zuid-Limburg, kregen ze de aandacht die ze verdienden (Schaminée 1984). Het gaat hierbij om open, droge grazige begroeiingen, die grotendeels uit hemicryptofyten, eenjarigen en mossen bestaan, met Fijn schapengras (*Festuca filiformis*) en Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*) als dominante grassen en soorten als Vroege haver (*Aira praecox*), Zilverhaver (*Aira caryophyllea*), Zandblauwtje (*Jasione montana*), Schapenzuring (*Rumex acetosella*), Gewone veldbies (*Luzula campestris*), Zandhoornbloem (*Cerastium semidecandrum*), Muizenoor (*Pilosella officinarum*) en Gewoon biggenkruid (*Hypochaeris radicata*) als belangrijkste begeleiders. Van de mossen noemen we Gewoon haarmos (*Polytrichum juniperinum*), Ruig haarmos (*Polytrichum piliferum*) en Gewoon purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*). Plantensociologisch zijn deze graslanden te rekenen tot het verbond *Thero-Airion*, waarbinnen in ons land slechts één associatie wordt onderscheiden, de Vogelpootjes-associatie (*Ornithopodo-Corynephorum*). Er bestaat nog enige discussie of de Zuid-Limburgse kiezelkopgraslanden hier wel toe zijn te rekenen, of dat ze een eigen status verdienen die beter aansluit bij opvattingen in het buitenland. Door toevoer van voedingsstoffen van aangrenzende landbouwpercelen en ontoereikend beheer verkeren veel kiezelkopgraslanden in een slechte staat.

2.1.2 Heischrale graslanden

Heischrale graslanden, ook wel grasheiden genaamd, behoren tot de meest bedreigde plantengemeenschappen van ons land. Hoewel ze binnen Nederland een ruime verspreiding kennen, is het voorkomen versnipperd en de oppervlakte dienovereenkomstig gering. Ze komen weliswaar voor in verschillende landschapstypen, maar in alle gevallen zijn het betrekkelijk voedselarme, gebufferde systemen met een smalle range in pH. Op de Pleistocene zandgronden en ook in de duinen gaat het hierbij zowel om relatief droge als om vochtige standplaatsen, in Zuid-Limburg zijn deze graslanden gebonden aan grindhoudende, lemige (löss) hellingen op en aan de voet van terrasafzettingen, zoals die vooral zijn aan te treffen in het Maasdal en daaraan gelieerde droogdalen. Begrazing is een voorwaarde voor het behoud van deze halfnatuurlijke graslanden, zowel in het laagland als op de hellingen van het Heuvelland. De sterke teloorgang van deze graslanden in de tweede helft van de vorige eeuw is hier met het opnieuw invoeren van de schapenbeweiding weliswaar deels een halt toegeeroepen, maar van een verregaand herstel is nog geen sprake, alle inspanningen ten spijt.

Alle heischrale graslanden in ons land, althans voor zover ze goed ontwikkeld, dat wil zeggen op associatieniveau te benoemen zijn, maken deel uit van het gelijknamige prioritaire habitatype H6230, dat formeel de ietwat misleidende naam 'Soortenrijke heischrale graslanden op arme bodems van berggebieden' draagt; de gemeenschappen in het laagland zijn pas later aan dit habitatype toegevoegd, overigens met dezelfde prioritaire status. De desbetreffende begroeiingen in ons land behoren tot het verbond *Nardo-Galion saxatilis*, met als typische soorten onder andere Borstelgras (*Nardus stricta*), Tandjesgras (*Danthonia decumbens*), Hondsviooltje (*Viola canina*), Struikhei (*Calluna vulgaris*), Stijve ogentroost (*Euphrasia stricta*) en Tomentil (*Potentilla erecta*). Tot de zeldzame soorten behoren Valkruid (*Arnica montana*), Gelobde maanvaren (*Botrychium lunaria*), Welriekende nachtorchis (*Platanthera bifolia*), Rozenkransje (*Antennaria dioica*) en Herfstschroeforchis (*Spiranthes spiralis*). De gemeenschappen in het Zuid-Limburgse Heuvelland wijken floristisch sterk af van

die van de zandgronden in de lagere delen van ons land en zijn dienovereenkomstig als een eigen associatie beschreven, de Associatie van Betonie en Gevinde kortsteel (*Betonico-Brachypodietum*). Een opvallend kenmerk is het samengaan van zuur- en basenminnende soorten, waarbij de laatste groep wordt vertegenwoordigd door soorten als Kleine pimpernel (*Pimpinella saxifraga*), Voorjaarszegge (*Carex caryophylla*), Ruige leeuwentand (*Leontodon hispidus*), Kleine pimpernel (*Sanguisorba minor*), Bevertjes (*Briza media*) en de naamgever Gevinde korsteel (*Brachypodium pinnatum*). Kensoorten van de associatie zijn de uiterst zeldzaam Groene nachtorchis (*Dactylorhiza viridis*) en de tweede naamgevende soort Betonie (*Stachys officinalis*).

De sterke achteruitgang van de heischrale graslanden in Zuid-Limburg kan treffend worden geïllustreerd door te kijken naar de historische verspreiding van een aantal kenmerkende soorten. Diverse van deze soorten zijn zelfs uitgestorven, met blikvangers als Valkruid, Rozenkransje, Veldgentiaan (*Gentianella campestris*) en Parnassia (*Parnassia palustris*). De laatste komt weliswaar alleen nog voor in het kalkmoeras van Groeve Curfs, maar niet meer in heischraal grasland; de laatste waarneming betrof de bovenrand van de Kunderberg in het oosten van het Mergelland. Parnassia bijvoorbeeld was in het verleden bekend van 59 vindplaatsen, verdeeld over 47 kilometerhokken (Willems 1982b). Diverse soorten die tegenwoordig vaak beperkt zijn tot één of hooguit enkele vindplaatsen kenden in het verleden een ruimere verspreiding, maar ook eertijds algemene soorten hebben het tegenwoordig zwaar. Van de eerste groep noemen we de orchideeën Groene nachtorchis, Welriekende nachtorchis en Herfstschroeforchis, voorbeelden van de tweede groep zijn Hondsviooltje, Borstelgras, Kruipbrem (*Genista pilosa*) en Betonie. Zoals hiervoor al aangegeven liggen de belangrijkste terreinen met heischraal grasland in het Maasdal en gelieerde droogdalen, met de Bemelerberg, de Schiepersberg en ook de Sint-Pietersberg als belangrijkste locaties. In het oosten is de Berghofweide een opmerkelijk terrein, waar het heischrale grasland deels gezoned maar bovenal vermengd is met kalkgrasland.

2.1.3 Kalkgraslanden

Kalkgraslanden worden in ons land uitsluitend aangetroffen op hellingen in het Mergelland, op kalkverweringsgronden die op geringe diepte overgaan in vast kalkgesteente. Het zijn halfnatuurlijke graslanden, die van oudsher begraasd worden door heideschape dan wel door runderen. In het eerste geval worden de gemeenschappen gerekend tot het Kalkgrasland (*Gentiano-Koelerietum*, verbond *Mesobromion erecti*), in het tweede geval tot de Associatie van Ruige weegbree en Aarddistel (*Galio-Trifolietum*, verbond *Cynosurion cristati*); de met runderen beweidde graslanden bevatten wat meer rozetplanten en soorten van voedselrijke omstandigheden, waaronder een aantal algemene graslandplanten. Hooien is een alternatieve beheersvorm die in het verleden ook is toegepast, met name in de periode dat schape geheel uit beeld waren verdwenen. Met name dankzij de inspanningen van Henk Hillegers is het in Zuid-Limburg traditionele mergellandschap weer in het landschap teruggekeerd, mede dankzij een nauwgezet uitgevoerd fokprogramma (Hillegers & Reuten 1978; Hillegers 1993). Mergellandschape worden tegenwoordig veel veelvuldig toegepast in het graslandbeheer.

De kalkgraslanden maken deel uit van het Habitatype Kalkgraslanden (H6210), waarvan vormen met een opmerkelijk aantal aan orchideeën als prioritair te boek staan (Janssen & Schaminée 2003). Ze behoren tot de soortenrijkste levensgemeenschappen van ons land met plantensoorten als Grote centaurie (*Centaurea scabiosa*), Kalkwalstro (*Galium pumilum*), Kleine pimpernel, Ruige leeuwentand, Duitse gentiaan (*Gentianella germanica*), Grote tijm (*Thymus pulegioides*), Duifkruid (*Scabiosa columbaria*), Wondklaver (*Anthyllis vulneraria*), Driedistel (*Carlina vulgaris*), Zeegroene zegge (*Carex flacca*), Ruige weegbree (*Plantago media*),

Aarddistel (*Cirsium acaule*), en diverse orchideeën waaronder Grote muggenorchis (*Gymnadenia conopsea*) en Soldaatje (*Orchis militaris*). Zeldzame kensoorten zijn onder andere Geel zonneroosje (*Helianthemum nummularium*), Echte gamander (*Teucrium chamaedrys*), Breed fakkelgras (*Koeleria pyramidata*) en Beemdhaaver (*Avenula pratensis*). De kalkgraslanden in Nederland worden vooral gedomineerd door het gras Gevinde kortsteel. In het buitenland voert Bergdravik (*Bromus erecta*) doorgaans de boventoon, een soort die de laatste jaren in onze contreien met een opmerkelijke opmars bezig is en daarbij problematisch kan worden omdat ze weinig ruimte laat aan andere soorten.

Als gevolg van het wegvallen van de traditionele beheervormen in samenhang met verbossing, grootschalige mergelwinning en de intensivering van de landbouw is het areaal aan kalkgraslanden in de voorbije eeuw dramatisch achteruitgegaan. Historische beelden van de Zuid-Limburgse hellingen laten een overwegend kaal landschap zien, waar nu struiken en bomen het beeld bepalen. Van de vele honderden hectaren kalkgrasland resteren tegenwoordig nog slechts een dertigtal hectaren, waarvan niet meer dan tien hectaren in goed ontwikkelde vorm (Willems 1987; Schaminée & Willems 1996; Schaminée et al. 2010; Ter Harmsel 2023). De belangrijkste locaties met kalkgraslanden liggen in het oosten van het Mergelland met het Gerendal, de Berghofweide, de Wylre-akkers, de Wrakelberg en de Kunderberg als grootste terreinen. In het westen gaat het om kleinere gebieden, waaronder de Zure Dries, de Wolfskop en delen van de Bemelerberg, de Schiepersberg en ook de Sint-Pietersberg.

2.1.4 Pioniergraslanden op kalk

De pioniergraslanden op kalk betreffen open, warmteminnende begroeiingen op nagenoeg kale kalkbodems die slechts bedekt zijn met een dun verweringslaagje, plaatselijk met materiaal dat afkomstig is van hoger gelegen terrasgronden (zand en fijn grind). Plantensociologisch zijn deze gemeenschappen, die in ons land uitsluitend voorkomen op de randen van mergelrotsen in Zuid-Limburg, beschreven als een eigen associatie; de Associatie van Tengere vetmuur binnen het verbond *Alyso-Sedion*. De soortenrijke vegetatie komt al vroeg in het seizoen tot ontwikkeling en wordt gedomineerd door eenjarigen, vetplanten (in het bijzonder *Sedum*), kortlevende rozetplanten en mossen. Van de vele kenmerkende soorten noemen we Tengere vetmuur (*Sabulina tenuifolia*), Kandelaartje (*Saxifraga tridactylites*), Plat beemdgras (*Poa compressa*), Stijf hardgras (*Catapodium rigidum*), Kleine steentijm (*Clinopodium acinos*), Berggamander (*Teucrium montanum*), en Voorjaarsganzerik (*Potentilla tabernaemontani*) en de mossen Klein duinsterretje (*Syntrichia ruralis* var. *Calcicola*), Gekapt haartandmos (*Trichostomum crispulum*), Viltig kronkelbladmos (*Tortella inclinata*), Groot klokhoedje (*Encalypta streptocarpa*) en Hakig kronkelbladmos (*Pleurochaete squarrosa*).

De pioniergraslanden op kalk vormen een prioritair habitatype (H6110) dat ernstig wordt bedreigd en momenteel in ons land niet meer dan een oppervlakte van enkele tientallen vierkante meters beslaat. Vroeger hadden de gemeenschappen een bredere verspreiding in Zuid-Limburg en kwam het habitatype ook op diverse plekken in het oosten van het Mergelland voor, maar hier zijn de gemeenschappen op wat fragmenten na zo goed als verdwenen (Bakker et al. 2020). De nog resterende groeiplaatsen in ons land liggen alle aan de randen van het Maasdal, met de Bemelerberg, Schiepersberg en Sint-Pieterberg als belangrijkste blikvangers. Verwante gemeenschappen op kunstmatig substraat, zoals muren en spoorwegemplacements, worden niet tot het habitatype gerekend.

Beschaduwing vormt de grootste bedreiging voor de thermofiele pioniergraslanden op kalk. Het is dus zaak niet alleen de standplaatsen zelf maar ook de nabije omgeving vrij te houden

van opslag met struiken en bomen. Daarnaast eisen toevoer van voedingsstoffen en klimaatverandering hun tol. De eutrofiëring zien we de laatste jaren bijvoorbeeld terug in een sterke toename van het nitrofiële, eenjarige gras *Ile dravik* (*Anisantha sterilis*), een soort die vroeger volledig ontbrak op de groeiplaatsen van deze pioniergraslanden. Ook zien we dat de toplaag van de kalkbodem op veel plaatsen broos wordt of zelfs verpulvert waardoor deze ongeschikt wordt voor vestiging van de kenmerkende soorten, mossen en vaatplanten. Soms spoelt de verweerde laag in korte tijd helemaal weg, zodat slechts kale rotsbodem overblijft. Soms breken hele delen van de kalkwanden af, waarbij grote stukken gesteente omlaag donderen. Een jaar geleden betekende dit nagenoeg het einde van de groeiplaats van de Berggamander (op de Bemelerberg, die hier al zeker honderdvijftig jaar heeft standgehouden). Er lijkt sprake te zijn van een vorm van cryoturbatie, waarbij het kalkgesteente door de overvloedige neerslag in de winter met water verzadigd raakt, waarna korte perioden met vorst ervoor zorgen dat het gesteente in brokken uiteenbarst.

2.1.5 *Glanshaverhooilanden*

Glanshaverhooilanden zijn te vinden op delen van de hellingen waar een zekere toevoer van voedingsstoffen plaatsvindt, zoals aan de wat voedselrijkere randen van de graslanden (als gevolg van toevoer van meststoffen uit naastliggende landbouwpercelen) of aan de voet van de hellingen waar sprake is van colluvium. Vlakvormig zijn ze te vinden op in percelen waar geen intensieve landbouw meer wordt gepleegd; dat kunnen zowel akkers als graslanden zijn. Net als de andere hellinggraslanden kunnen deze Glanshaverhooilanden zeer soortenrijk zijn, met algemene en minder algemene graslandsoorten die de boventoon voeren. Denk daarbij aan soorten als Glanshaver (*Arrhenatherum elatius*), Zachte haver (*Avenula pubescens*), Kropaar (*Dactylis glomerata*), Gewoon knooppkruid (*Centaurea pratensis*), Rode klaver (*Trifolium pratense*) Goudhaver (*Trisetum flavescens*), Veldlathyrus (*Lathyrus pratensis*), Margriet (*Leucanthemum vulgare*), Scherpe boterbloem (*Ranunculus acris*), Glad walstro (*Galium mollugo*), Groot streepzaad (*Crepis biennis*, die in Zuid-Limburg lange tijd betrekkelijk zeldzaam was maar de laatste jaren met een duidelijke opmars bezig is) en Gele morgenster (*Tragopogon pratensis*), maar ook aan wat minder algemene planten als Beemdkroon (*Knautia arvensis*), Veldsalie (*Salvia pratensis*) en Rapunzelklokje (*Campanula rapunculus*). Plantensociologisch zijn deze graslanden beschreven als de Glanshaver-associatie (*Arrhenatheretum elatioris*) van het verbond *Arrhenatherion elatioris*.

2.1.6 *Kruidenrijke graslanden*

Onder kruidenrijke graslanden verstaan we alle soortenrijke en daarbij ook vaak bloemrijke graslanden die geen deel uitmaken van de genoemde kiezelkopgraslanden, heischrale graslanden, kalkgraslanden, pioniergraslanden op kalk en Glanshaverhooilanden. Zij zijn vooral aan te treffen aan de voet van hellingen die niet langer in (intensief) landbouwkundig gebruik zijn; ook braakliggende akkers kunnen tot deze categorie worden gerekend. Deze kruidenrijke graslanden zijn in het bijzonder van belang voor de fauna, zowel voor insecten en andere kleine fauna, als voor akkervogels en muizen. Het is niet mogelijk aan deze waaier van uiteenlopende gemeenschappen een plantensociologisch label toe te kennen, maar in het bijzonder het verbond *Dauco-Melilotion* is goed vertegenwoordigd, met veelal rijkelijk bloeiende tweejarige en overblijvende soorten, waaronder Wilde peen (*Daucus carota*), honingklavers (*Melilotus*), Boerenwormkruid (*Tanacetum vulgare*), distels (*Cirsium* en *Carduus*), Echt bitterkruid (*Picris hieracioides*), Duizendblad (*Achillea millefolium*), Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en Avondkoekoeksbloem (*Silene latifolia*). Evenals de kiezelkopgraslanden vinden deze kruidenrijke graslanden geen bescherming onder Natura 2000.

3 Aanpak en systeembeschrijving

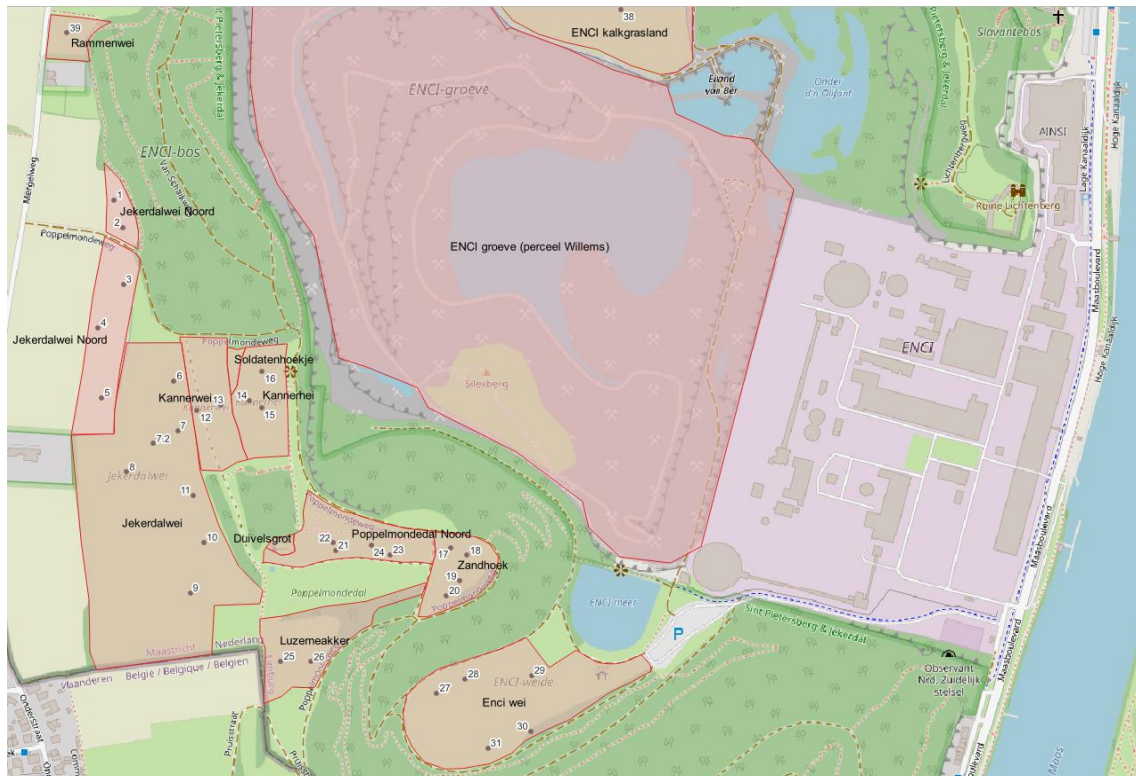
3.1 Aanpak

De bodemchemie en de bodemgesteldheid zijn zeer belangrijke factoren in dit onderzoek. De keuze voor de monsterlocaties is daarom van groot belang. Om te kunnen komen tot een goede selectie van de locaties van bemonstering binnen elk perceel is gebruik gemaakt van informatie uit eerdere onderzoeken over bodemgesteldheid (o.a. Rövekamp rapporten 1988 en 1992), bodemchemie (o.a. Life Pays Moysan) en vegetatie (Landelijke Vegetatie Databank, Kwaliteitstoets Sint-Pietersberg 2015-2021, vegetatiekarteringen en SNL). Deze gebundelde gegevens zijn vervolgens per perceel beoordeeld op variatie en kwaliteit. Aan de hand van deze gegevens en een veldbezoek is bepaald waar monsterlocaties voor bodemchemie noodzakelijk werden geacht. Bij zeer heterogene percelen (op basis van vegetatie en/of bodem) zijn meerdere monsterlocaties per perceel geselecteerd om de heterogeniteit van dit perceel in kaart te kunnen brengen.

In totaal werden 81 locaties verdeeld over 25 deelgebieden bemonsterd (zie figuur 2a en 2b). Op alle locaties is de bovenste 10cm (minerale) bodem bemonsterd. Op 38 locaties is tevens een diepere bodemlaag (20-30cm) bemonsterd. In figuur 3 zijn de bij ons beschikbare recente vegetatieopnamen aangegeven (307 opnamen vanaf 1996). Daarnaast zijn vele oudere opnamen en een vegetatiekartering (van Schaik 1950, bijlage 3) geanalyseerd.

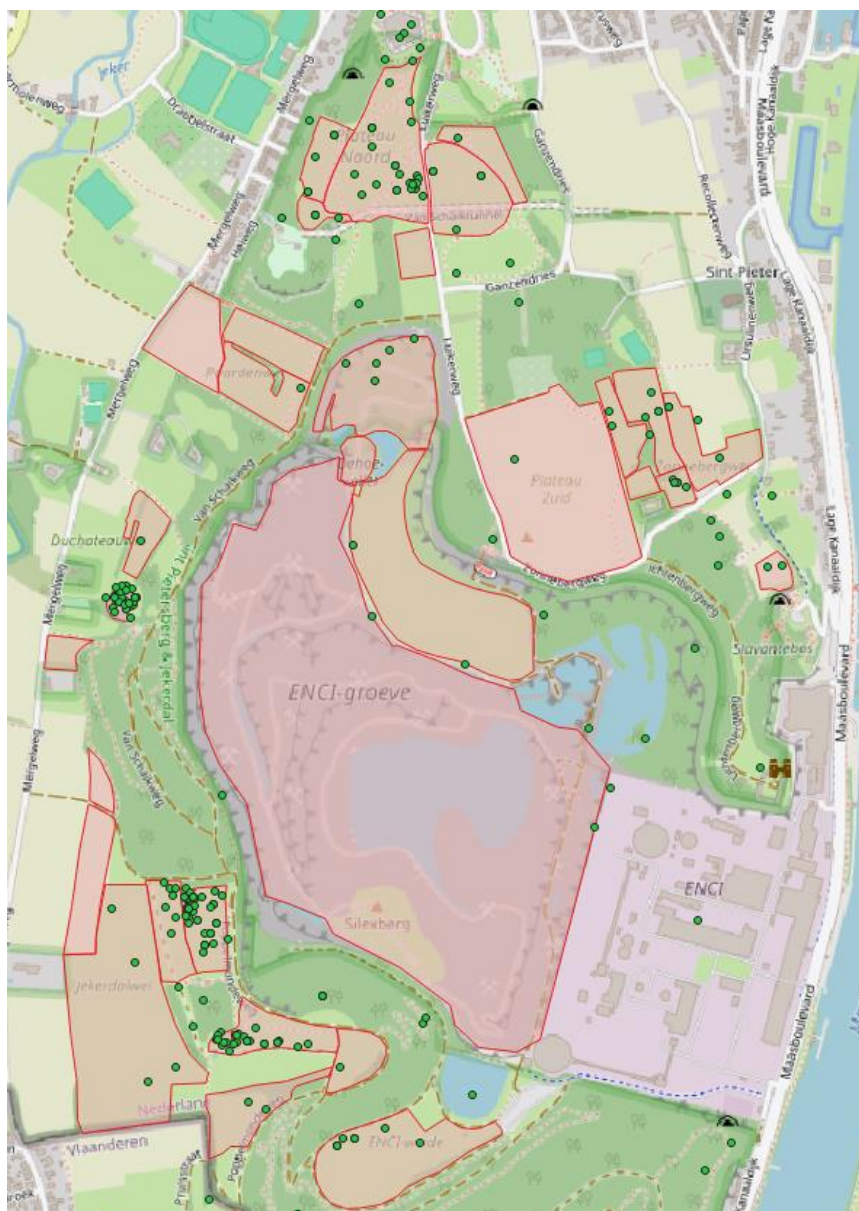


Figuur 2a. Noordelijke onderzoekslocaties onderverdeeld in deelgebieden, met daarin aangegeven de locaties van bodembemonstering.



Figuur 2b. Zuidelijke onderzoekslocaties onderverdeeld in deelgebieden, met daarin aangegeven de locaties van bodembemonstering.

De bodemgesteldheid is helaas niet goed beschreven op de Sint-Pietersberg. Daarom werden voor een aantal specifieke deelgebieden aanvullende boringen uitgevoerd. Aan de hand van deze boringen (tot 80cm diepte of ondieper als vanwege grind het niet mogelijk was dieper te boren) werd bepaald welk bodemtype aanwezig was en wat de fysische gesteldheid van de bodem was (kalkrijk, leemrijk, aanwezigheid van grind etc.). De aanwezigheid van kalk werd getest met behulp van zoutzuur ('bruistest'). In totaal werden 68 aanvullende boringen uitgevoerd (locaties aangegeven bij de betreffende deelgebieden). Bodemprofielen werden gefotografeerd als deze voor het gebied kenmerkend bleken.



Figuur 3. Locaties met beschikbare recente vegetatieopnamen (307 opnamen vanaf 1996), data van Landelijke Vegetatie Databank en NM.

3.2 Bodembemonstering

De bodemmonsters voor chemische analyse zijn in september en oktober 2023 genomen. Na bemonstering zijn de bodemmonsters bij 4 graden opgeslagen tot verdere analyse. De bodemmonsters zijn vervolgens binnen enkele weken verwerkt en geanalyseerd.

Op elke bemonsteringslocatie is een bodembeschrijving gemaakt aan de hand van een boring met een edelmanboor. De kalkdiepte (indien aanwezig) en type bodem zijn hierbij beschreven. Daarnaast is een bodemmonster van de toplaag (0-10cm) genomen voor analyse van de bodemchemie. Elk monster is een samengesteld monster ('mengmonster') bestaande uit minimaal 5 sub-monsters. De sub-monsters zijn geselecteerd in een straal van ongeveer 5 meter. Tevens is op elke locatie een monster voor de bulkdichtheid van de bodem genomen met behulp van een volumering. Diepere bodemlagen (20-30cm) zijn bemonsterd in gebieden met een (voor het graslandtype) hogere productiviteit. In 38 van de 81 locaties zijn diepere bodemlagen bemonsterd.

Aan de bodemmonsters is bepaald: na zoutextractie (0.2 M NaCl-oplossing): pH, basische kationen (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+}) als maat voor de buffering en stikstof (NH_4^+ , NO_3^-), sulfaat (SO_4^{2-}) en

fosfaat (PO_4^{3-}) als maat voor eutrofie, aluminium (Al^{3+}), ijzer (Fe^{3+}), mangaan (Mn^{2+}). Tevens is na Olsen extractie het de hoeveelheid beschikbare fosfor (P-Olsen) gemeten, en is na een zuurdigestie het totaal stikstof (totaal N) en totaal fosfor (totaal P) bepaald. Daarnaast is van elk bodemonmonster het organisch stof gehalte en de bulkdichtheid gemeten. De pH is gemeten met een WTW pH-meter. NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} en PO_4^{3-} en P-Olsen concentraties zijn op een 'Skalar segmented flow analyser' gemeten. Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} en Mn^{2+} zijn gemeten met inductief gekoppelde plasma-atoomemissiespectroscopie (ICP-OES). De hoeveelheden totaal N en totaal P zijn na zuurdestructie geanalyseerd op een auto analyzer. Alle waarden zijn gerapporteerd in μmol per kg droge bodem, μmol per liter verse bodem en mg per kg droge bodem (zie bijlage 1). Ook zijn ratio's zoals Al/Ca of NH_4/NO_3 ratio berekend.

3.3 Analyse potenties

3.3.1 Bodemchemie

Voor elk van de verschillende graslandtypen zijn streefwaarden voor bodemchemie uit referentiegebieden bekend. Deze streefwaarden komen voort uit metingen van WUR en Bosgroep Zuid Nederland (eigen referentiedatabase) en zijn aangevuld met gerapporteerde metingen in Nederland en Vlaanderen. De mate van voedselrijkdom en buffering is sterk bepalend voor het type grasland, de kwaliteit, en hoe het zich kan ontwikkelen. Daarnaast is de fysieke bodemgesteldheid en bijvoorbeeld de dikte van het lösspakket bepalend voor het vochtgehalte en de bereikbaarheid van de kalk (en daarmee zuurgraad en het voorkomen van soorten). Zo kunnen bodems met dikke pakketten löss meer water vasthouden en zijn daardoor minder droogtegevoelig dan dunne, zanderige bodems die juist droogte- (en erosie) gevoelig kunnen zijn en daardoor andere vegetatietypen herbergen. In onderstaande paragrafen worden de biochemische referenties besproken. Deze zijn samengevat in tabel 1. De waarden van de bodemonsters zijn vergeleken met referentiewaarden waarna de biochemische potentie is beoordeeld en of bodemchemie mogelijk een knelpunt vormt voor ontwikkeling van het beoogde graslandtype.

Kalkgraslanden

Kalkrijke graslanden of graslanden waar kalk dicht aan het oppervlak zit worden gekarakteriseerd door een hoge pH. In goed ontwikkelde kalkgraslanden wordt een $\text{pH}_{(\text{NaCl})}$ gevonden tussen de 6.4 en 7.8 (Weijters et al. 2015, Van Calster et al. 2020), met een gemiddelde pH van 7.5. Het kennisstelsel SynBioSys geeft waarden die gebaseerd zijn op een landelijke database en geeft een wat lager gemiddelde van 6.8 (Hennekens et al. 2010). Stikstofwaarden van nitraat en ammonium zijn zeer variabel gedurende het jaar en kunnen (tijdelijk) hoog zijn. Ceulemans et al. (2009) rapporteren concentraties tussen 700 en 2850 $\mu\text{mol/kg}$ bodem ammonium op referentiepercelen voor heischraal grasland in België. Sommige onderzoeken in Nederland (Weijters et al. 2015) geven ook zeer lage waarden aan als referentie (zie tabel 1). Deze waarden worden echter niet als leidend beschouwd, vanwege de hoge variabiliteit door het jaar heen en zeker ook omdat nitraat snel kan uitspoelen uit de bodem.

Van kalkgraslanden is bekend dat een hoge beschikbaarheid van stikstof en fosfor kan resulteren in woekering van soorten als Gevinde kortsteel (*Brachypodium pinnatum*) en Bergdravik (*Bromus erectus*) (Bobbink 1991, van den Berg et al. 2011). Voor goed ontwikkelde kalkgraslanden wordt een grenswaarde van tussen de 100-378 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem NH_4^+ en 300 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem P (gemeten als P-Olsen) aangehouden (Weijters et al. 2015, Van Calster et al. 2020, van der Zee et al. 2020). Eigen waarnemingen van WUR en Bosgroep Zuid Nederland ($n=90$) tonen dat P-Olsen hoger kan zijn (400 $\mu\text{mol/kg}$) maar gemiddeld niet boven 300 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem. Ammonium en met name nitraat (door nitrificatie) kunnen hoog

zijn met gemiddelden van respectievelijk 320 en 748 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem. Een grenswaarde voor nitraat is door sterke wisselingen niet goed te geven en afhankelijk van temperatuur en vochtgehalte vlak voor bemonstering. Het calciumgehalte is direct gerelateerd aan de aanwezigheid van kalk in deze bodems en is in kalkgraslanden hoog met waarden >38000 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem en gemiddeld rond de 74000 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem (eigen waarnemingen en Smits and Schaminée 2004, van der Zee et al. 2017). De lagere waarden overlappen hier met sterk gebufferde heischrale graslanden en ook glanshaverhooilanden (zie onder). Kalkgraslanden zijn echter nooit calcium-arm.

Heischrale graslanden

Bij goed ontwikkelde heischrale graslanden in het heuvelland ligt de $\text{pH}_{(\text{NaCl})}$ lager: tussen 5 en 6.5 (Bobbink et al. 1988, Weijters et al. 2015). In deze goed ontwikkelde heischrale graslanden wordt een grenswaarde van tussen de 300-700 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem NH_4^+ en tussen 100 en 300 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem P (gemeten als P-Olsen) gegeven (Weijters et al. 2015, Van Calster et al. 2020, van der Zee et al. 2020). Onze eigen waarnemingen ($n=90$) verifiëren deze waarden met een gemiddelde P-Olsen van 330 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem (max 800). Wederom zijn ammonium en nitraat afhankelijk van temperatuur en vochtgehalte vlak voor bemonstering en kunnen sterk variëren, ook in zeer goed ontwikkelde vegetaties. In Zuid-Limburg werden gemiddelden waarden van respectievelijk 720 en 450 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem voor ammonium en nitraat gemeten. Calcium is redelijk hoog en ligt tussen 12000 en 60000 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem (Smits and Schaminée 2004). In zuurdere graslanden en dus ook heischrale graslanden is de ratio tussen aluminium (dat vrijkomt bij verzuring) en calcium een goede indicator voor de kwaliteit van de bodem (De Graaf et al. 1997, Kleijn et al. 2008). Voor heischrale graslanden is het wenselijk dat de Al/Ca ratio laag is, in ieder geval lager dan 3 (van der Zee et al. 2020). In de goed gebufferde heischrale graslanden in Zuid-Limburg zal de Al/Ca ratio doorgaans ruimschoots onder 3 liggen vanwege het relatief hoge calciumgehalte.

Kiezelkopgraslanden

Kiezelkopgraslanden op (vaak hoog gelegen) zuurdere locaties in Zuid-Limburg komen chemisch gezien wat beter overeen met de heischrale graslanden van het pleistocene zandlandschap in Nederland. Hier vinden we dan ook een lagere pH van tussen 3.0 en 4.0. P-Olsen ligt laag <300 $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem. Het calcium gehalte is hier beduidend lager dan in de beter gebufferde heischrale graslanden met waarden tussen 3000-12000 $\mu\text{mol/kg}$ bodem.

Glanshaverhooilanden en Kruiden- en Faunarijke graslanden

Goed ontwikkelde glanshaverhooiland komt in Zuid-Limburg doorgaans voor op goed gebufferd kalkhoudend leem of klei. Vaak is dit colluvium of alluviaal afgezet materiaal. Van Calster et al. (2020) geven waarden onder 300 μmol P-Olsen/kg droge bodem. Raman et al. (2016) geven hogere waarden tot 800 μmol P-Olsen/kg droge bodem. Voor glanshaverhooilanden wordt een streefconcentratie gehanteerd van 400- 650 μmol P-Olsen/kg droge bodem. Voor de ontwikkeling van een vochtig glanshaver- en vossenstaarthooiland wordt een streefconcentratie gehanteerd van ongeveer 385-495 μmol P-Olsen/kg droge bodem (Tilley 2014). Soortenarme glanshaverhooilanden komen voor tot een P-Olsen van 980 $\mu\text{mol/kg}$ bodem (Schelfhout et al. 2017, Vangansbeke et al. 2017). Vandevoorde geven ook hoge waarden van maximaal 1200 μmol P-Olsen/kg droge bodem in soortenrijke graslanden (Vandevoorde et al. 2019) wat aangeeft dat deze graslanden ook erg voedselrijk kunnen zijn. Bij hogere P-Olsen waarden (tot 1200 $\mu\text{mol/kg}$ bodem) komen we echter over het algemeen in het kruiden en faunarijke grasland. De pH van glanshaverhooilanden kan redelijk hoog zijn met een range van pH_{NaCl} 4.1-7.0 (de Schrijver et al. 2013, Van Calster et al. 2020). Ook calciumwaarden zijn vaak hoog tot zeer hoog (Mullekom en Smolders, (2016), met soms zeer

hoge calciumwaarden (vergelijkbaar met kalkgraslanden) in de Zuid-Limburgse glanshaverhooilanden door de inspoeling van kalkresten. Ammonium en nitraat streefwaarden zijn voor deze graslanden niet goed bekend. Voor kruiden- en faunarijk grasland zijn geen referentiewaarden bekend.

In dit rapport worden ook kruidenrijke akkers besproken. Biochemische waarden van goed ontwikkelde soortenrijke akkers worden gegeven door Eichhorn et al. (2020) en Dorland et al. (2019). Hierbij gaat het om P-Olsen waarden die zeer hoog kunnen zijn (<1200 $\mu\text{mol/kg DW}$) en totaal P gehalten tussen 20 en 28 mmol P/kg droge bodem (Dorland et al. 2019, Eichhorn et al. 2020).

*Tabel 1. Gehanteerde referentiewaarden voor graslanden in Zuid Limburg. Waarden van calcium (Ca^{2+}), P-Olsen, ammonium (NH_4^+) en nitraat (NO_3^-) in $\mu\text{mol/kg}$ droge bodem. nb = niet bekend. Calcium, ammonium, nitraat en pH zijn allen verkregen na zoutextractie. P-Olsen na bicarbonaat extractie volgens Olsen. P totaal na destructie en weergegeven in mmol/kg DW. Om gegevens van diverse bronnen onderling te kunnen vergelijken is een omrekenfactor voor de bulkdichtheid van deze bodems gebruikt van 0.9 (kg droge bodem/L verse bodem) gebaseerd op de referentiedata van Zuid-Limburgse bodems van WUR en Bosgroep Zuid Nederland (n=90). *= ammonium en nitraat waarden in gebufferde systemen zijn sterk afhankelijk van nitrificatie en onderhevig aan temperatuur en vochtigheid. Deze waarden kunnen dan ook sterk variëren. ** Vlaamse literatuur geeft zeer hoge calcium waarden tot 200 mmol/kg DW. Waarden tussen haakjes geven gevonden extreme van nog goed ontwikkelde situaties van het betreffende vegetatietype.*

	pH _(NaCl)	Ca ²⁺	Al/Ca	P (Olsen)	P totaal	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
Kiezelkopgrasland	3.0-4.0	3000-12000	Nb	<300	nb	nb	nb
Heischraal grasland (Z Limburg)	5-6.5	12000-60000	<3	100-300 (400)	<3	<700*	<450*
Kalkgrasland	6.4-7.8	>38000	NVT	100-300 (400)	<3	<320*	<750*
Glanshaver hooiland	4.1-7.0	17000-19000**	Nb	400-650 (980)	8-30	nb	nb

3.3.2 Relatie bodemchemie en vegetatie en suggesties voor herstel

Op basis van veldbezoeken en gegevens uit NDFF is gekeken naar het voorkomen van belangrijke soorten (kensoorten voor vegetatietypen of SNL soorten). Aan de hand van deze informatie, aangevuld met de (recente en oudere) vegetatiekarteringen en gegevens over de bodemchemie is beoordeeld of maatregelen zoals afgraven of uitmijnen zinvol kunnen zijn. Het inzetten van deze maatregelen betekent namelijk per definitie ook het (tijdelijk) terugzetten van deze vegetatieontwikkeling. Middels expert-judgement is bepaald of het terugzetten van de ontwikkeling uiteindelijk meer winst oplevert voor de biodiversiteit dan continueren met het huidige beheer. Ook is bepaald of kenmerkende soorten ontbreken die er logischerwijs wel zouden kunnen voorkomen of waarvan bekend is dat ze er ooit voorkwamen.

De bodembeschrijvingen, tezamen met de hoogtekkaart en informatie over het huidige en historische (land)gebruik zijn beoordeeld om te bepalen welk type grasland men van nature en vanuit cultuurhistorie op de betreffende locatie mag/kan verwachten. Vervolgens is gekeken of er mogelijke kansen of knelpunten voor graslandvegetatie zijn door de bodemchemie op diverse diepten te vergelijken met referenties. Tenslotte is gekeken of de 'ontbrekende soorten' de gebieden mogelijk op een natuurlijke manier kunnen bereiken. Hierbij is gelet op connectiviteit, soortverspreiding en of verwacht kan worden dat de soort binnen afzienbare tijd vanzelf kan terugkeren of uitbreiden in het grasland. Wanneer dit niet het geval wordt geacht, dan is gekeken of inbrengen van soorten met behulp van maaisel of zaad een optie kan zijn en waar deze zaden of maaisel eventueel gehaald kunnen worden ('donorlocaties').

4 Resultaten bodemonderzoek per deelgebied

4.1 Enci wei

Eind jaren '70 is ENCI begonnen met de afwerking van een zuidwestelijke lob van de ENCI groeve, later de ENCI wei. In 1995 heeft Natuurmonumenten het beheer overgenomen en wordt het gebied in gedeelten afwisselend gemaaid en begraasd door schapen om ontwikkeling tot kalkgrasland te bevorderen. In de ENCI wei is de bodem op 5 locaties bemonsterd. De locaties van bemonstering (en nummers van de bodemonsters) zijn aangegeven in onderstaande figuur.



4.1.1 Bodem en bodemchemie

De bodemboringen laten een rommelig profiel zien met een dikke laag (gem. 30cm) zandig leem met kalkresten, grind en af en toe puin. De zuurgraad is vrij hoog (pH_{NaCl} 7.2-7.5) en valt ruimschoots binnen de referentiewaarden van kalkgraslanden. De bodems zijn goed gebufferd (calciumwaarden variërend van 24 tot 31 mmol/kg DW) en vallen binnen de range van goed gebufferde graslanden. Opvallend zijn de relatief hoge kalium en magnesium waarden. De hoeveelheid beschikbaar fosfor was laag (P-Olsen waarden variërend van 28 – 111 $\mu\text{mol/kg}$ DW op locatie 28 t/m 31). Op locatie 27 was het beschikbare fosfor echter wel iets verhoogd (224 $\mu\text{mol/kg}$ DW), maar nog steeds binnen de referentie waarden van schrale graslanden. Het vrij beschikbare stikstof (ammonium en nitraat) varieert sterk met zeer hoge waarden op locatie 27 (ammonium + nitraat samen 5 mmol/kg DW) en verhoogde waarden op de andere locaties. Ook het totaal stikstof is iets verhoogd. Het totaal fosfor gehalte ligt met gemiddeld 12 mmol/kg DW echter weer ruimschoots binnen de referentie voor kalkgraslanden. De $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ volgens Iteratio zit rond de 7.1 en classificeert daarmee als zeer goed gebufferd. In het onderzoek Pays Mosan werd in de bovenste bodemlaag een vergelijkbare pH gemeten ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ >8.0) met ook vergelijkbaar lage P-Olsen waarden.

4.1.2 Graslandpotenties

Biochemisch gezien liggen hier potenties voor verdere ontwikkeling van een goed gebufferd kamgrasweide / glanshaverhooiland. De hoge pH, relatief hoge kalium en magnesium waarden en lage fosfor beschikbaarheid zullen zeker positief uitwerken op een verdere ontwikkeling naar een soortenrijk systeem. De bodem is echter relatief stikstofrijk en op sommige locaties (m.n. locatie 27) extreem hoog. Stikstofverlagende maatregelen zijn hier noodzakelijk om verdere vergrassing en verruiging tegen te gaan en de ontwikkeling naar een soortenrijke

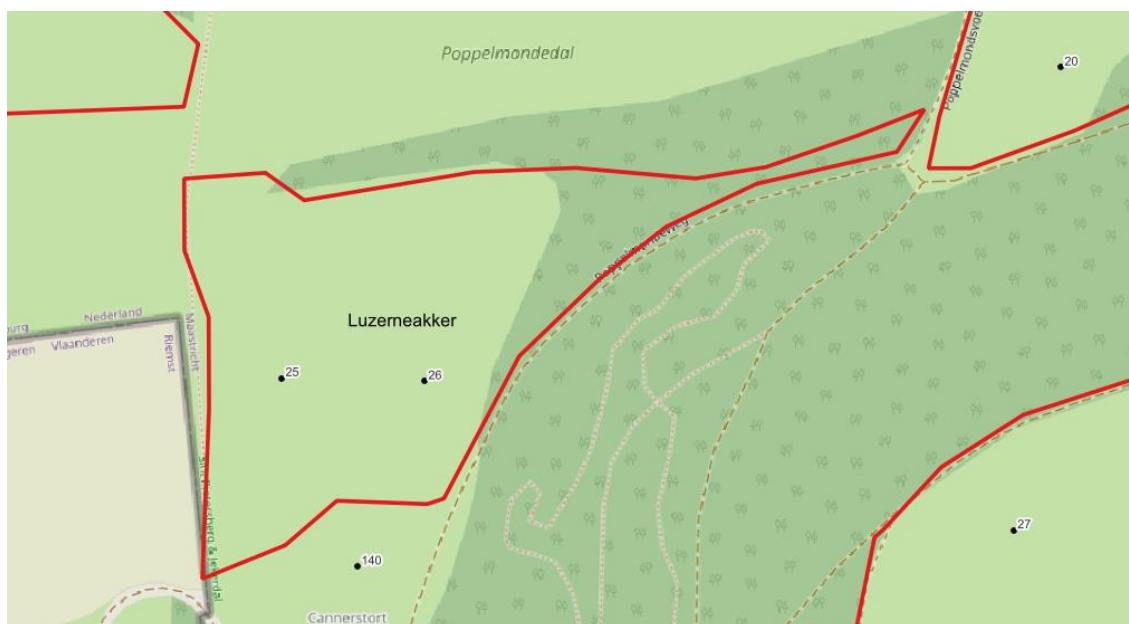
grasland te bevorderen. Het grasland kan echter niet gemaaid worden vanwege de stenen en kalkbrokken op maaiveld. Vandaar dat het grasland met beweiding (weinig afvoer van nutriënten) zich eerder naar een soortenrijke kamgrasweide met kalkminnende soorten zal ontwikkelen. Hoger op de helling aan de zuidkant is de bodem een stuk schraler. De hoogste potentie voor soortenrijke graslanden wordt dan ook op de zuidhelling (locatie 30 en 31) verwacht, daar waar momenteel bijvoorbeeld ook Wilde akelei voorkomt. Hier kan mogelijk een kalkgraslandvegetatie ontwikkelen. Echter warmteminnende soorten zullen zich hier waarschijnlijk niet vestigen aangezien deze helling een noordelijke expositie heeft en tegen de bosrand aan ligt wat voor een relatief koeler en vochtiger microklimaat zal zorgen.

4.1.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

Om een verdere ontwikkeling naar soortenrijke graslanden te bevorderen zijn stikstofverlagende maatregelen noodzakelijk, in het bijzonder op de noordhelling (locatie 27!). Maaien en afvoeren is hier moeilijk vanwege het onregelmatige reliëf en aanwezigheid van stenen en brokstukken in de bodem. Er wordt nu gedeeltelijk gemaaid met een vingerbalk. Het advies is dit zoveel mogelijk door te zetten, in combinatie met beweiding. Wanneer voor beweiding met schapen wordt gekozen dan zal het grasland zich meer richting een kalkgrasland ontwikkelen, bij begrazing met koeien zal eerder een kamgrasweide met kalkminnende soorten (en veel rozet planten) ontstaan. Het advies is om begrazing op meerdere momenten in te zetten, ook op het moment dat de grassen in bloei komen (drukbegrazing in de zomer), om (verdere) verruiging tegen te gaan.

4.2 Luzerneakker

Op de Luzerneakker is op 2 locaties geboord (locatie 25 en 26), waarbij op locatie 25 ook de diepere bodemlaag is bemonsterd.



4.2.1 Bodem en bodemchemie

De bodemboringen tonen een relatief dikke A-horizont van lemig materiaal met af toe grind. Kalkresten zijn nergens aangetroffen. De A-horizont is gemiddeld 30-35cm dik, gevolgd door een dunne AC-horizont (max 5cm) die vervolgens overgaat in een C-horizont. Dit materiaal is sterk lemig en kleverig. In de A-horizont vinden we een hoge pH (pH_{NaCl} 7.4) welke ruimschoots binnen de referentiewaarden van zowel glanshaverhooiland als kalkgrasland valt. Dit wordt bevestigd door de pH op basis van de vegetatie (ITERATIO) en het bodemonderzoek Pays Mosan. De calcium waarden zijn echter aan de lage kant (gemiddeld 28 mmol/kg DW) voor ontwikkeling van een kalkgrasland vegetatie. Ook werd geen kalk in de bovenste bodemlaag aangetroffen. Beschikbaar fosfor (P-Olsen), totaal fosfor (totaal P) en met name stikstof zijn in de bovenste bodemlaag te hoog vergeleken met referentiewaarden voor kalkgraslanden, maar vallen wel binnen de range van glanshaverhooiland. De stikstofwaarden zijn dermate hoog dat stikstofminnende soorten hiervan zullen profiteren, hetgeen ook blijkt uit het veelvuldig voorkomen van Grote brandnetel. Minder eutrofe condities worden aangetroffen in de diepere bodemlaag, op 20-30cm diepte.

4.2.2 Graslandpotenties

Op basis van biochemie kan de vegetatie in deelgebied Luzerneakker zich ontwikkelen tot een soortenarm glanshaverhooiland.

4.2.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Gezien de hoge stikstofwaarden is het advies stikstofverlagende maatregelen uit te voeren, zoals meerdere keren per jaar maaien en afvoeren, gedurende enkele jaren, alvorens maaisel op te brengen voor extra soorten. Geadviseerd wordt om naast de reguliere maaireeks ook een voorjaarsmaaironde uit te voeren. Gefaseerd kort voorjaarsmaaien kan op voedselrijke of vergraste locaties juist leiden tot een impuls voor een bloemrijke vegetatie en bijbehorende fauna, omdat de vegetatie tijdens de voorjaarsgroei relatief veel voedingsstoffen bevat.

Soorten als Kropaar kunnen slecht tegen kort maaïen. Als de vegetatie aan het begin van het groeiseizoen gefaseerd wordt gemaaid en afgevoerd, gaat dit vergrassing van de vegetatie tegen en wordt kruidenrijkdom gestimuleerd. Een ander voordeel van maaïen in het voorjaar, voordat de Gestreepte witbol in bloei staat, is dat de lichtkiemers onder de kruiden meer kans krijgen tot bloei te komen terwijl grassen als Gestreepte witbol veel minder kans krijgen zaad te zetten. Het maaïen en afvoeren op deze locatie zal wel met lichte machines en in een relatief droge periode moeten worden uitgevoerd om diepe insporing te voorkomen.

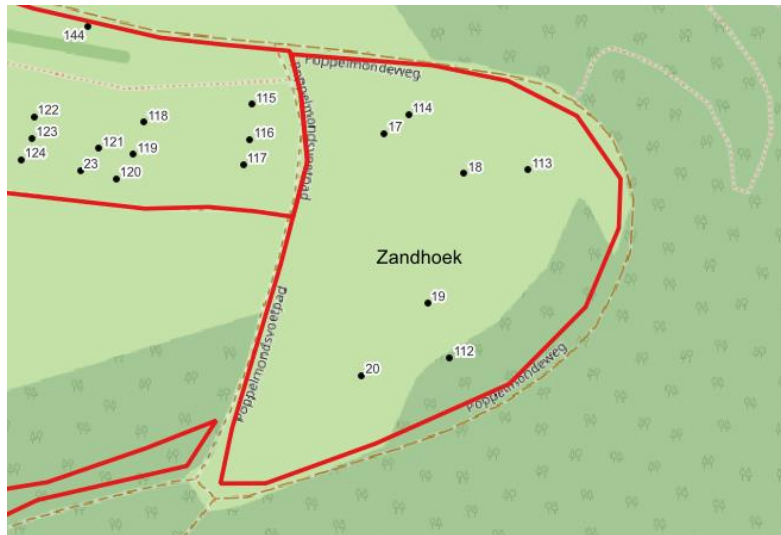
Uitmijnen is gezien de fosfor waarden, die binnen de range van glanshaverhooiland liggen, niet aan de orde. Na meerdere jaren van maaïen en afvoeren kan maaisel worden uitgereden om de soortenrijkdom te verhogen. Dit maaisel kan afkomstig zijn van kalkgebonden graslanden binnen het Pietersberg complex (zoals de Zandhoek in het Poppelmondedal), van de Wolfskop of eventueel van kalkgebonden graslanden uit het Belgische Maasdal.

4.3 Kannerstort

Additioneel zijn 2 boringen uitgevoerd op de Kannerstort om te kijken wat voor bodem zich hier bevindt en of er kalk in de bodem aanwezig is. Dit zijn boringen locatie nr. 140 en 141 op de kaart. Op de lagere delen troffen we een lemige bodem met af en toe grote kalkbrokken en puin (vnl. baksteen en beton). De bodem zelf is niet kalkrijk. De hogere delen van deze stortplek ontwikkelen zich tot een schraal vegetatietype met struweel van Brem (*Cytisus scoparius*), roos en Eenstijlige meidoorn (*Crataegus monogyna*). De lager gelegen delen liggen op het colluvium maar zijn lokaal verreikt door kalk en puin. Hier kunnen zich lokaal spontaan kalksoorten vestigen. Potentie voor ontwikkeling van een kalkgrasland of glanshaverhooiland is niet aan de orde vanwege het ontbreken van kalk in de bodem en omdat je er niet kan maaïen. Voor insecten en kleine zoogdieren kan deze struweelrijke vegetatie nog steeds heel waardevol zijn.

4.4 Zandhoek

In de Zandhoek in het Poppelmondedal is op 4 locaties de bodem bemonsterd (locatie 17 t/m 20), waarbij op locatie 17 en 19 ook de diepere bodemlaag is meegenomen. Op 3 locaties (locatie 112, 113, 114) is aanvullend bemonsterd om te kijken of er kalk in de bodem aanwezig is.



4.4.1 Bodem en bodemchemie

De lager op de helling (lager in de kom) gelegen locaties 18 en 19 bevatten lemig colluviaal materiaal. Er is een relatief dunne A-horizont van gemiddeld 10-15cm aangetroffen, gevolgd door een dunne (maximaal 5cm) BC-horizont. Op gemiddeld 15cm begint de leemrijke C-horizont. In de eerste 60cm werd geen kalk aangetroffen (zie bijlage 2). Op 70 tot 80cm zit men op kalkrijk zand. De hoger op de helling gelegen locaties (locatie 17 en 20) zijn zandiger met soms grind aanwezig. Ook hier werd geen kalk in de bovenste 60cm aangetroffen. Op basis van de zuurgraad en buffering (gemiddelde pH_{NaCl} van 6.5, gemiddelde calciumwaarden 24 mmol/kg DW) worden referentiewaarden van glanshaverhooiland of heischrale graslanden gebruikt. Wat betreft nutriënten is het deelgebied Zandhoek beduidend een stuk armer dan de deelgebieden Luzerneakker en Poppelmondedal Noord, en vallen goed binnen de referentiewaarden voor glanshaverhooilanden. Ondanks dat de beschikbare hoeveelheid fosfor (P-Olsen) relatief laag is, werden relatief hoge waarden totaal P gemeten (variërend van 4 tot 12 mmol/kg DW), welke buiten de referentiewaarden voor heischraal grasland vallen.

4.4.2 Graslandpotenties

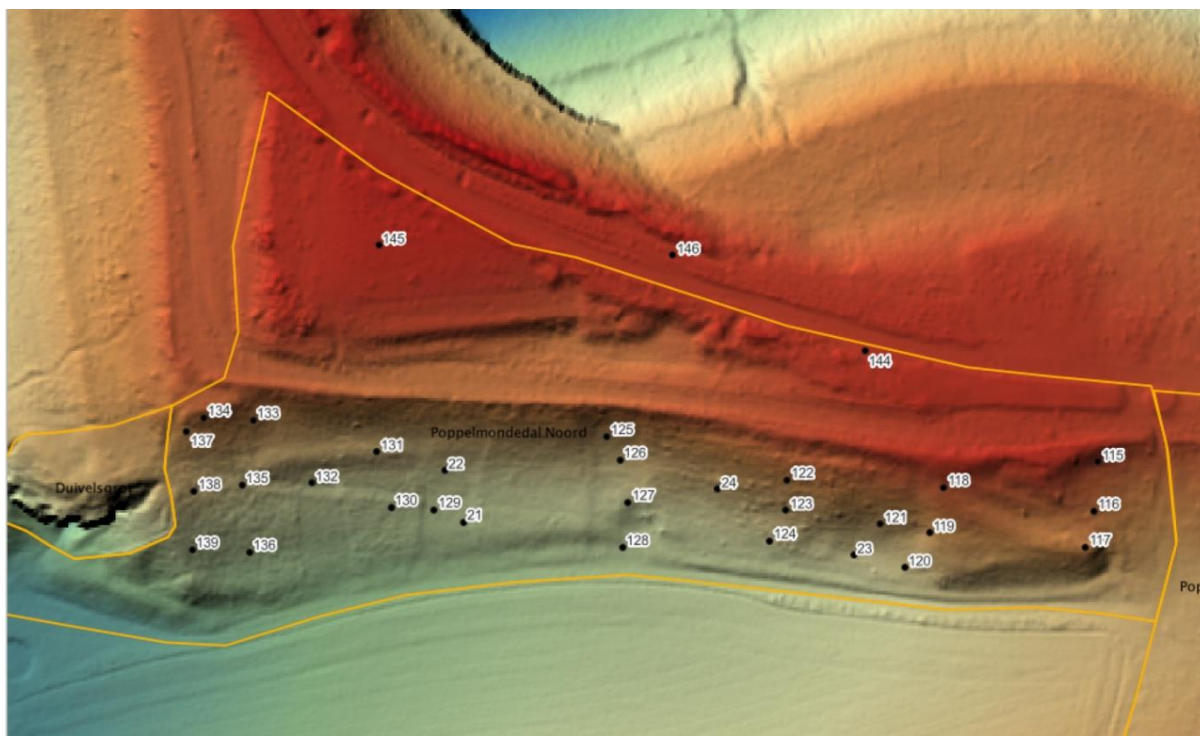
Het deelgebied Zandhoek heeft biochemisch gezien goede potentie voor verdere ontwikkeling van een soortenrijk glanshaverhooiland. Op de iets wat zandigere bodems van de hoger gelegen delen van de kom (locatie 17 en 19) zal zich een wat schraler type van het glanshaverhooiland vormen. De lager gelegen delen in de kom hebben hogere calciumwaarden maar ook hogere totaal P waarden waardoor deze graslanden binnen het glanshaverhooiland zullen blijven en zich niet richting een schraal grasland ontwikkelen. Kalkminnende soorten zullen zich hier en daar wel kunnen vestigen.

4.4.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

Na hooien kan maaisel van de Kannerwei worden gebruikt om lokaal soorten te verspreiden binnen dit habitattype. Verder is dit van zichzelf al een bijzonder goede bronlocatie voor maaisel elders op de Sint-Pietersberg.

4.5 Poppelmondedal Noord

De bodemchemie is op 4 locaties in het Poppelmondedal Noord bemonsterd (locatie 21 t/m 24). Naast de 4 bemonsteringlocaties voor bodemchemie is op 28 locaties geboord naar aanwezigheid van kalk in de bovenste 60cm, en om in kaart te brengen waar (vermoedelijk) grond is opgebracht.

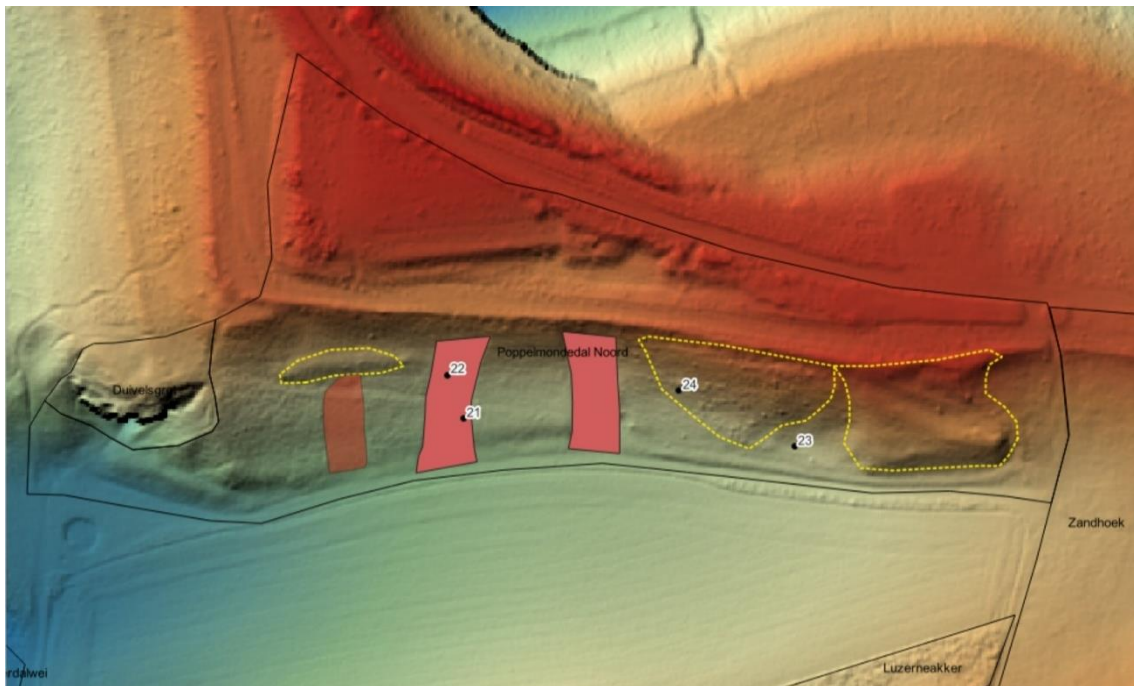


4.5.1 Bodem en bodemchemie

Het deelgebied Poppelmondedal Noord is vrij heterogeen vanwege (vermoedelijk) lokaal opgebracht materiaal (locaties 115 t/m 118), een grindwaaier (locatie 122, 123, 124) en 2 oude plagstroken (plagstrook 1: locatie 125 t/m 128; plagstrook 2: locatie 22, 21 en 129). Bovenaan de helling vindt men vooral zandig leem met grind, onderaan de helling wordt voornamelijk

colluviaal materiaal aangetroffen. Aan de oostkant van het deelgebied (locatie 115 t/m 118) werd opvallend humeuze bodem aangetroffen, vermoedelijk aangebracht materiaal (zie onderstaande figuur binnen gele stippellijnen). Helemaal bovenop, langs het wandelpad Poppelmondeweg (bij locaties 146, 144), treft men kalkhoudend zand met grind. Direct in de berm van dit wandelpad werd kalk vaak in de bovenste bodemlaag aangetroffen, op de ietwat hoger gelegen delen naast het wandelpad (bij het bankje, westkant, locatie 145) was de bodem vooral grindig.

De zuurgraad varieert van pH_{NaCl} 6.0 onderaan de geplagde grindwaaier (locatie 21, plagstrook 2) tot pH_{NaCl} 7.1 in delen waar kalk in de bovenste 15 tot 30cm werd aangetroffen. De bodem is goed gebufferd met calciumwaarden variërend van 22 mmol/kg DW in de grindwaaier (locatie 24) tot ruim 39 mmol/kg DW in de kalkrijkere delen. Deze waarden vallen ruimschoots binnen de referentie van zowel heischraal grasland als soortenrijk glanshaverhooiland. De kalkrijkere locaties vallen tevens binnen de referentie van een kalkgrasland vegetatie. De beschikbaarheid van fosfor (P-Olsen) is laag, en vallen binnen de referentie waarden van een kalkgrasland vegetatie. Het beschikbaar stikstof varieert van relatief laag tot licht (locatie 21) en sterk (locatie 23) verhoogd, oplopend tot 3 mmol/kg DW (locatie 23). Dit is tevens terug te zien in de verrijking die momenteel plaatsvindt.



Mogelijk opgebracht materiaal binnen gele stippellijnen. Voornamelijk grind met opvallend donkere Löss. De oude plagstroken zijn aangegeven in rood, in het donderrood een vermoedelijke (documentatie onbekend) oude plagstrook.

4.5.2 Graslandpotenties

Poppelmondal Noord heeft hoge potentie voor een soortenrijk glanshaverhooiland met kalkminnende soorten, heischraal grasland en kalkgrasland, al is de bodem nog relatief stikstofrijk en op sommige locaties (locatie 23) zeer hoog. Stikstofverlagende maatregelen zijn hier noodzakelijk om verdere vergrassing en verrijking tegen te gaan en de ontwikkeling naar een soortenrijk grasland te bevorderen. Op enkele plekken zal de vegetatie zich kunnen ontwikkelen naar een kalkgrasland. Deze locaties beperken zich echter tot een smalle strook (ca 10-12 meter breed) ten oosten van de Duivelsgrut (locatie 134, 137-139), de plagstrook aan de westzijde (locatie 22, 21, 129), en ter hoogte van locatie 127 richting het oosten tot en met locatie 23 (zie bijlage 5). Alleen op deze locaties is kalk relatief ondiep (tot 40cm) in de bodem

aanwezig en bereikbaar na plaggen. Op de plagstrook ten westen van de grote eik (rondom locatie 129) is kalk al in de bovenste 15cm aanwezig. De potentie voor kalkgraslandvegetatie blijkt tevens uit de aanwezigheid van kalk-indicerende soorten zoals Duifkruid, Geelhartje en Gulden sleutelbloem, welke in Poppelmondedal Noord alleen zijn aangetroffen in de Duivelsgrot en ter hoogte van locatie 127. In de andere delen van het Poppelmondedal Noord werd, ondanks de hoge buffering (hoge calciumwaarden), geen kalk in de bovenste bodemlaag gevonden, waardoor er geen kalkgrasland vegetatie zal ontwikkelen. De hoger gelegen delen op de helling kunnen zich, na verschrallende maatregelen, ontwikkelen tot een heischraal grasland. Dit geldt ook voor de grindwaaier (locatie 122, 123, 124) wanneer deze niet wordt geplagd. Kalk werd hier echter op 40 cm diepte aangetroffen, wat betekent dat er potentie is voor ontwikkeling van een kalkgraslandvegetatie wanneer er geplagd wordt. Helemaal bovenop en onderaan de helling, op het colluvium, ligt potentie voor een soortenrijk glanshaverhooiland met kalkminnende soorten.

4.5.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

Stikstofafvoerende maatregelen zijn noodzakelijk om verdere ontwikkeling tot een soortenrijk glanshaverhooiland met kalkminnende soorten te bevorderen. Uit herhaalde PQ opnamen in dit perceel in de plagstroken en daarbuiten wordt een toename van ruigte-grassen zoals Kropaar, Gestreepte witbol, Gevinde kortsteel en Glanshaver en een afname van bijvoorbeeld Wilde marjolein waargenomen. Ondanks dat deze waarnemingen gebaseerd zijn op slechts 2 herhalingen, geeft dit wel het beeld dat doelsoorten niet zomaar terugkeren en dat het huidige beheer met drukbegrazing de grassen niet voldoende onderdrukt.

Een eerste manier om in dit grasland de kwaliteit te verhogen is handhaving van het maai- en afvoerbeheer, met mogelijk zelfs een extra maaironde (2 of 3 keer maaien). Bij deze maatregel zal het overgrote deel van het grasland zich ontwikkelen naar een soortenrijk glanshaverhooiland met enkele kalkminnende soorten. Het opbrengen van soortenrijk maaisel op de twee oude plagstroken (opbrengen na zeer kort maaien zodat deze stroken ontvankelijk zijn voor zaden) lijkt hier wel noodzakelijke aanvulling omdat de spontane ontwikkeling van de vegetatie na 6 jaar niet tot de gewenste kalkgrasland vegetatie heeft geleid, ondanks de aanwezigheid van kalk in de wortelzone zoals bijvoorbeeld bij locatie 129.

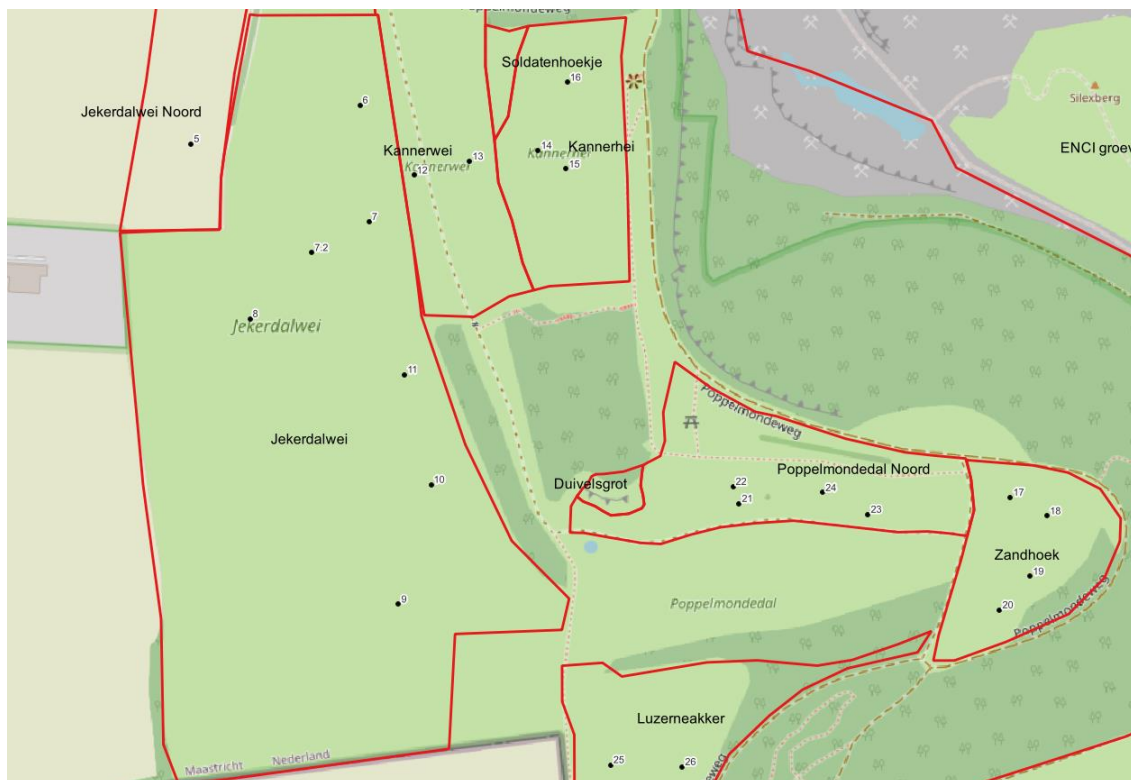
Een tweede, meer rigoureuze manier is het kleinschalig plaggen (zie bijlage 6). De hoogste prioriteit ligt hier bij de strook naast de Duivelsgrot. Verder zijn er goede potenties mogelijk wanneer er geplagd wordt tussen de oude plagstroken en als er een deel van de grindwaaier wordt verwijderd. Dit laatste gaat ten kostte van sleedoornstruweel, maar men kan dit sleedoornstruweel beter ontwikkelen op de opgebrachte grond aan de westzijde, ter hoogte van locatie 115, 116.

Het inbrengen van maaisel van een kalkgrasland donorlocatie ten behoeve van de ontwikkeling van kalkgrasland vegetatie na plaggen lijkt hier wel noodzakelijk zoals blijkt uit de vegetatieontwikkeling op de oude plagstroken. Voor maaisel kunnen lokale gebieden zoals de kalkrijkere delen van de Kannerhei en nabijgelegen kalkgraslanden zoals de Wolfskop en Bemelerberg en eventueel kalkgraslanden in België (ten zuidwesten van Kanne) worden gebruikt. Het mengen van maaisel wordt geadviseerd om de genetische diversiteit van de soorten te verhogen. Op de potentieel heischrale plekken kan maaisel van de Kannerhei worden opgebracht, eventueel aangevuld met zaden van ontbrekende kenmerkende soorten zoals Betonie van de Bemelerberg.

Bovenop het Poppelmondedal Noord, langs het Poppelmondepad (bij locatie 144, 146; zie bijlage 5), ligt potentie voor uitbreiding van kalkminnende soorten zoals Kalketrip. Hiervoor is het echter wel nodig om opslag te verwijderen.

4.6 Jekerdalwei

Dit grasland is sterk in ontwikkeling. In totaal zijn er 7 boringen uitgevoerd in dit grasland. Daarbij zijn ook metingen in de diepte gedaan zodat kan worden ingeschat of plaggen kan resulteren in goede uitgangssituaties voor soortenrijke graslanden.



4.6.1 Bodem en bodemchemie

De bodem is geploegd en bestaat uit een Ap-horizont van leemrijk materiaal met heel af en toe wat grind. Gemiddeld is deze 35cm. De AC-horizont is gemiddeld 10cm dik en is leemrijk. De C-horizont is ook leemrijk met ook weer af en toe grind. Op locatie 6 werden baksteenresten gevonden. Op locatie 9 werd op 65cm diepte wat kalk aangetroffen. Kalk werd niet in de wortelzone gevonden waardoor dit grasland wordt beoordeeld op potenties voor glanshaverhooiland of schraalland, wat overeenkomt met de natuurlijke standplaats voor deze graslandtypen op deze helling.

Het beschikbare fosfor is op bijna alle locaties hoger dan de referentiewaarden voor glanshaverhooiland en schraalland. Alleen op locatie 11 valt het P-Olsen gehalte met 177 $\mu\text{mol/kg}$ DW binnen de range van het glanshaverhooiland. Op 20-30cm diepte is, door het ploegen, het beschikbare gehalte van P nog steeds erg hoog met gemiddeld 311 $\mu\text{mol/kg}$ DW. Totaal P is met gemiddeld 20 mg/kg DW hoog maar nog net binnen de range voor glanshaverhooiland. De pH is met een gemiddelde van 7 in de toplaag hoog en geschikt voor gebufferd glanshaverhooiland maar ook voor schraalland. Ook de calciumwaarden voldoen aan de referentiewaarden. De ITERATIO analyse berekent een hogere pH in het zuidelijke deel vergeleken met het noordelijke deel. De bodemmetingen verifiëren dit (gemiddelde pH_{NaCl} 7.5 t.o.v. 6.4).

4.6.2 Graslandpotenties

Het perceel ligt op geploegd leemrijk colluviaal materiaal zonder kalk in de wortelzone. Potenties zijn er voor glanshaverhooiland en schraalland gezien de mate van buffering en de

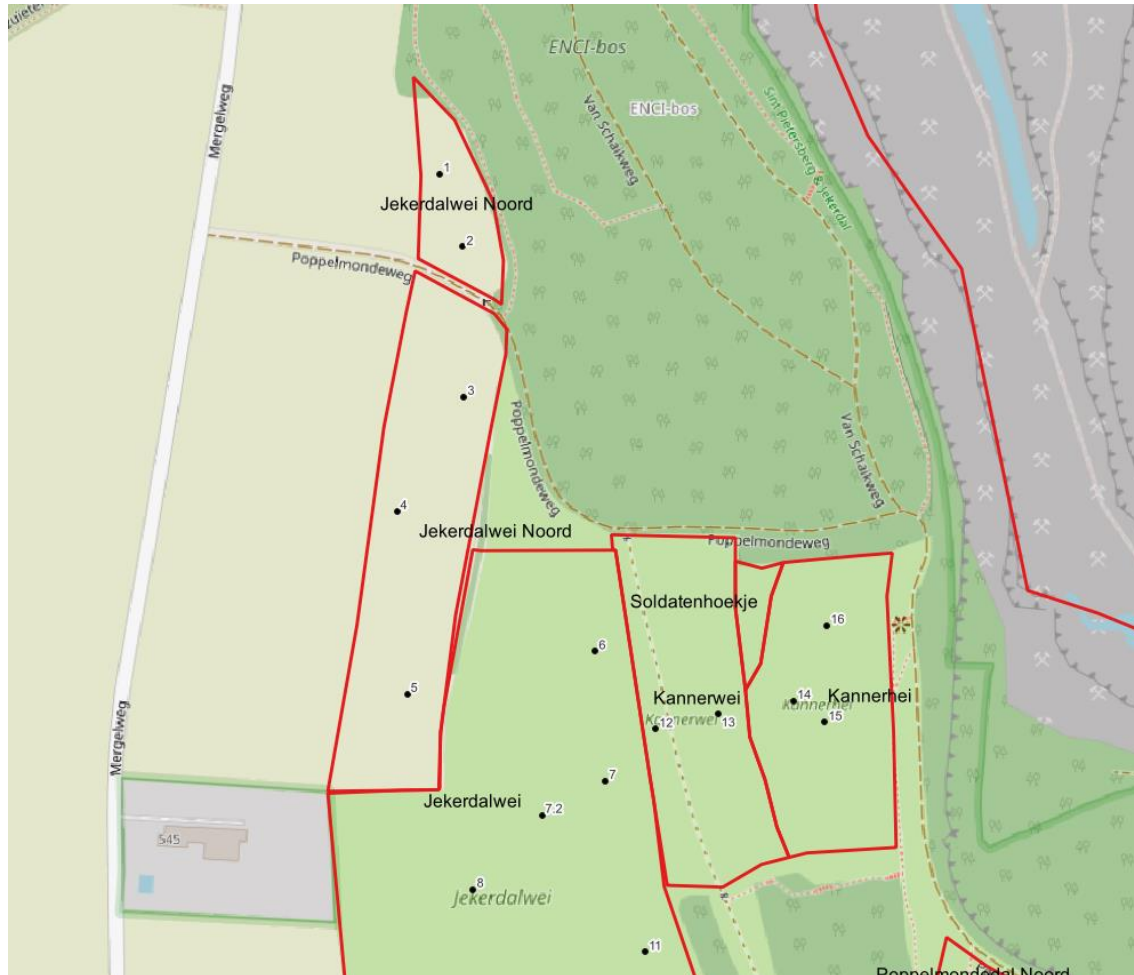
leemrijke bodem. Fosfor is hier echter nog een beperking voor het schraalland (te hoog) waardoor kruiden zich moeilijk weten te handhaven in competitie met nitrofiële grassen en Grote brandnetel. Het zuidelijke deel zal zich hierbij ontwikkelen met iets meer kalkindicatoren. Een soortenrijk glanshaverhooiland is realistischer op deze geploegde en fosforrijke bodem.

4.6.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

In het onderzoek dat is uitgevoerd in kader van Pays Mosan wordt een uitmijndadvies van 1 tot 22 jaar gegeven om de referentiewaarden voor schraalland te kunnen behalen. Uitmijnen gaat echter langzaam (en gedurende de jaren ook steeds langzamer) gezien de hoge mate van buffering en binding van beschikbaar fosfor aan calcium. De hoeveelheid beschikbaar fosfor en de mate van buffering komen dicht bij de referentiewaarden van het glanshaverhooiland. Dit is iets wat in deze studie en ook in het onderzoek van Pays Mosan werd gevonden. Op sommige locaties zijn de P-Olsen waarden nog echt hoog (locaties 7, 7.2 en 8; 400-700 $\mu\text{mol/kg DW}$) en is de referentiewaarde van glanshaverhooiland moeilijk bereikbaar met alleen maaïen en afvoeren. In dit geval is uitmijnen, zoals ook in Pays Mosan voor deze locaties wordt voorgesteld (gedurende een periode van ongeveer 6-14 jaar), noodzakelijk. Advies is hier dan ook om de voorgestelde uitmijning (met bijbehorende bemestingsadvies, tabel 3) van Pays Mosan voor een periode van ongeveer 14 jaar over te nemen. Op de overige locaties (locaties 6, 9, 10 en 11) zijn de referentiewaarden haalbaar of reeds behaald. Gefaseerd maaïen en afvoeren is hier noodzakelijk om het grasland verder te verschrallen.

4.7 Jekerdalwei Noord

De twee percelen van deelgebied Jekerdalwei Noord zijn op moment van bemonsteren in gebruik als akker. In deze percelen zijn ook diepere bodemonsters genomen t.b.v. een mogelijk advies voor plaggen.



4.7.1 Bodem en bodemchemie

De bodem in deze percelen bestaat uit leemrijke, zeer zware grond met in boringen 1 en 2 ook veel grof grind. In de boringen op locatie 2,3 en 4 werden ook kleine kalk-fragmenten aangetroffen, mogelijk verspoeld van hoger gelegen delen of ingebracht (landbouwkundig gebruik). De bodem bestaat voornamelijk uit verspoelde leem met enkele kalkresten, wat dieper in de bodem vinden we ook zandig materiaal.

Beide percelen zijn geploegd waardoor het bodemprofiel bestaat uit een Ap-horizont van minimaal 35cm, gevolgd door een overgang van een A- naar AC-horizont van 15cm, gevolgd door een C-horizont. Door de kalkresten is de veld-pH (gemeten met pH papiertjes) erg hoog ($pH > 7$).

Gezien de ligging van deze percelen kijken we voornamelijk naar de referentiewaarden voor glanshaverhooiland. De gehalten aan beschikbaar fosfor (P-Olsen) zijn in de bovenste laag van de bodem in het meest noordelijke perceel zeer hoog (gemiddeld $1300 \mu\text{mol/kg DW}$). Ook dieper in de bodem (20-30cm) zijn deze waarden nog steeds hoog (gemiddeld $613 \mu\text{mol/kg DW}$). Ook het totaal gehalte aan fosfor is hoog in beide percelen en op beide diepten (respectievelijk gemiddeld 21 en 20 mmol/kg DW). Calciumwaarden in dit perceel zijn

gemiddeld (rond 20 mmol/kg DW). In het zuidelijkere perceel van Jekerdalwei Noord zien we lagere P-Olsen gehalten (gemiddeld 260 $\mu\text{mol/kg DW}$) en ook in de diepere bodem zijn deze een stuk lager (gemiddeld 166 $\mu\text{mol/kg DW}$). De pH_{NaCl} in beide percelen is erg hoog (gemiddeld 7.5), mogelijk ook als gevolg van de kalkresten die we veelvuldig aantreffen.

4.7.2 *Graslandpotenties*

Gezien de ligging op zware leem met grind en de hoge fosforbeschikbaarheid kan het zuidelijke perceel ontwikkelen naar een glanshaverhooilanden maar hierbij zullen fosforconcentraties in de toplaag van de bodem wel de soortenrijkdom beperken. De condities lenen zich ook goed voor het ontwikkelen van soortenrijke kruiden- en faunarijke graslanden. Het noordelijke perceel is voedselrijker en P-Olsen waarden liggen veel hoger dan de referentiewaarden voor glanshaverhooiland. Dit is ook in de diepere bodemlaag het geval.

4.7.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

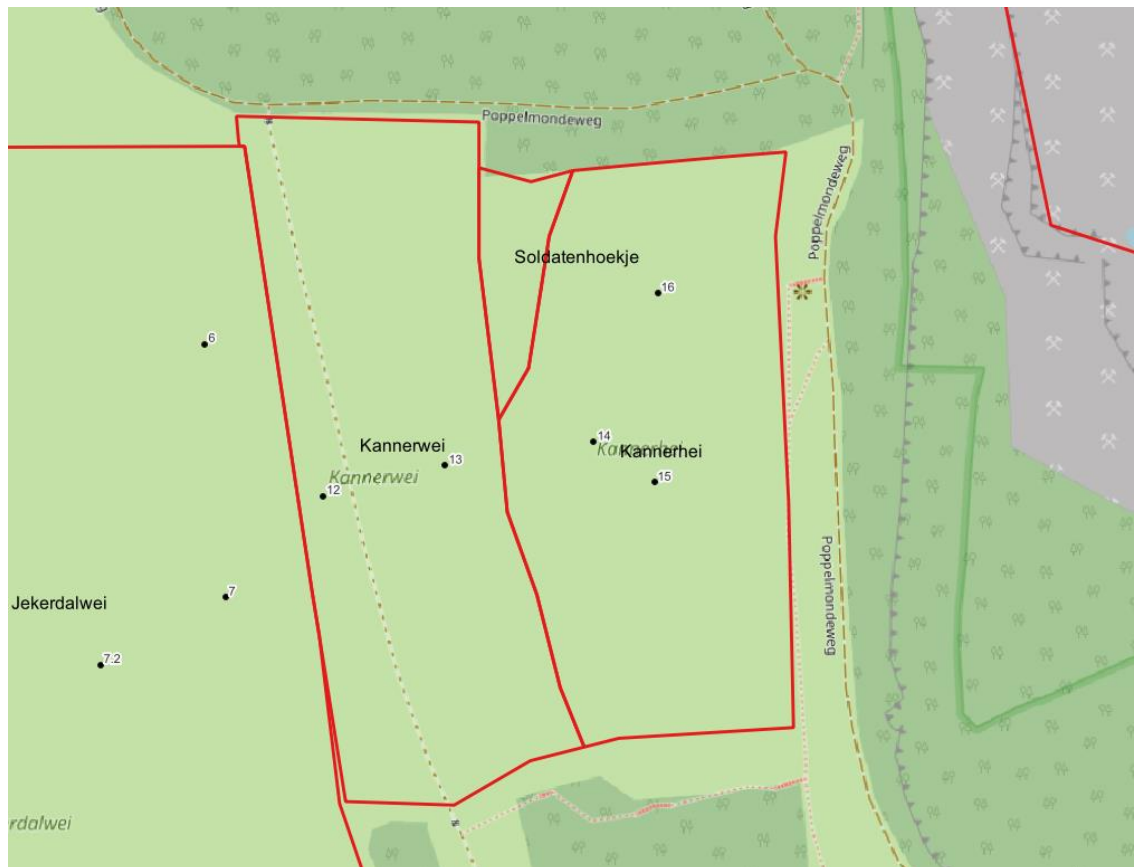
Het noordelijke perceel is voedselrijk en in diepere bodemlagen nog steeds erg rijk. Afgraven of plaggen van de toplaag zal dit perceel niet veel voedselarmer maken. Om dit perceel soortenrijk te ontwikkelen is uitmijnen van fosfor noodzakelijk. Een bijmesting met stikstof en kalium (zie ook tabel 3 Pays Mosan) is noodzakelijk. Hier kan men de hoogste bemestingstrap aanhouden uit deze tabel (trap D) gedurende minimaal 15 jaar.

Het zuidelijkere perceel is voedselarmer en binnen de grenzen van het glanshaverhooiland maar totaal gehalten aan fosfor blijven ook in de diepere bodem hoog. Glanshaverhooiland kan hier ontwikkeld worden mits er een intensief maai- en afvoerbeheer wordt gevolgd. Nitrofiële grassen en kruiden zoals Gestreepte witbol en Grote brandnetel kunnen hier makkelijk gaan woekeren. Bij maai- en afvoerbeheer is het zaak om ook voor de zaadsetting deze soorten weg te maaien.

Een andere mogelijkheid voor deze beide percelen is het ontwikkelen van een kruidenrijke akker. Via tijdelijk akkeren kan tevens de ontwikkeling richting kruidenrijk(er) grasland versneld worden. De bodemchemie van deze percelen past binnen de waarden voor kruidenrijke akker (P-totaal tussen 15-30 mmol/kg DW en P-Olsen tussen 1100-4400 $\mu\text{mol/kg DW}$) (Dorland et al. 2019, Eichhorn et al. 2020).

4.8 Kannerwei

Dit strookje grasland is een vlak gelegen strookje ten westen van het voetpad en ten oosten van deelgebied Jekerdalwei. Het is een vlak strookje met een soortenrijke vegetatie waarin Rode ogentroost veelvuldig voorkomt.



4.8.1 Bodem en bodemchemie

De bodem bestaat uit leemrijke laag met een A-horizont van 35cm die overgaat in een C-horizont. Boring 13 geeft, ondanks de lage ligging in het landschap, reeds grind in de bovenste 10cm. Daaronder vinden we zware grind en dieper vinden we zand. Kalk is niet aangetroffen in de wortelzone. De bodem is fijn leemig. Het gehalte aan calcium (28 mmol/kg DW) en magnesium (3500 $\mu\text{mol/kg DW}$) toont ons dat deze bodem goed gebufferd is. De pH is echter wat aan de lage kant (pH_{NaCl} 5.5) waardoor men kan denken aan een heischrale bodem (gebufferd heischraal). ITERATIO schat deze bodem ook iets zuurder in dan de directe omgeving van de Kannerhei. Het gehalte aan beschikbaar fosfor is laag met 127 $\mu\text{mol/kg DW}$. Totaal P is wat verhoogd (16 mmol/kg DW).

4.8.2 Graslandpotenties

Dit grasland is reeds soortenrijk en heeft potenties om verder te ontwikkelen naar soortenrijk schraalland. Het vertoont veel overeenkomsten met het laag gelegen deel van de Kannerhei (zie daar).

4.8.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Dit deelgebied is reeds zeer mooi in ontwikkeling. Er zijn geen aanvullende maatregelen nodig, soorten kunnen hierheen migreren vanuit hoger gelegen delen.

4.9 Kannerhei en Soldatenhoekje

Dit is een complex deelgebied doordat het op een complexe en zeer diverse ondergrond ligt. Het bevat historisch bekende vindplaatsen van kalkgraslandsoorten zoals Soldaatje. Hoger op de helling zijn plagproeven gedaan ten behoeve van de ontwikkeling van heischraal grasland (zure variant op grind en zand). In het deelgebied zijn 3 boringen geplaatst waarvan bij 3 locaties de bodemonsters op 2 diepten (0-10 en 20-30cm) zijn genomen.



4.9.1 Bodem en bodemchemie

De bodem is hier vrij complex. Op de helling (locatie 14, 15 en 16) zit meer grind vergeleken met de boringen in de Kannerwei en is het moeilijk om dieper dan 30cm te boren vanwege de hoeveelheid grind. Op locatie 14 is de A-horizont zeer donker. Ter hoogte van locatie 14 maar naar het noorden toe vinden we kalk dicht onder het maaiveld (niet op kaart weergegeven) en ten zuiden van locatie 15 wordt de bodem leemrijker. De buffering (pH en calciumwaarden) liggen op de bemonsterde locaties in de range voor heischraal grasland. Beschikbaar stikstof en fosfor liggen ook binnen de range van heischraal grasland en worden beduidend lager in de diepere bodemlaag (20-30cm diepte).

4.9.2 Graslandpotenties

De graslandtypen in de Kannerhei zijn goed ontwikkeld en veelvuldig beschreven. Het onderste deel is een zeer soortenrijk glanshaverhooiland met kalkminnende soorten zoals Duifkruid. Een klein stukje aan de Noordzijde bevat het zeer soortenrijke en typische kalkgrasland met Soldaatje, maar dit betreft slechts een heel klein stuk van het perceel. De kwaliteit daarvan is

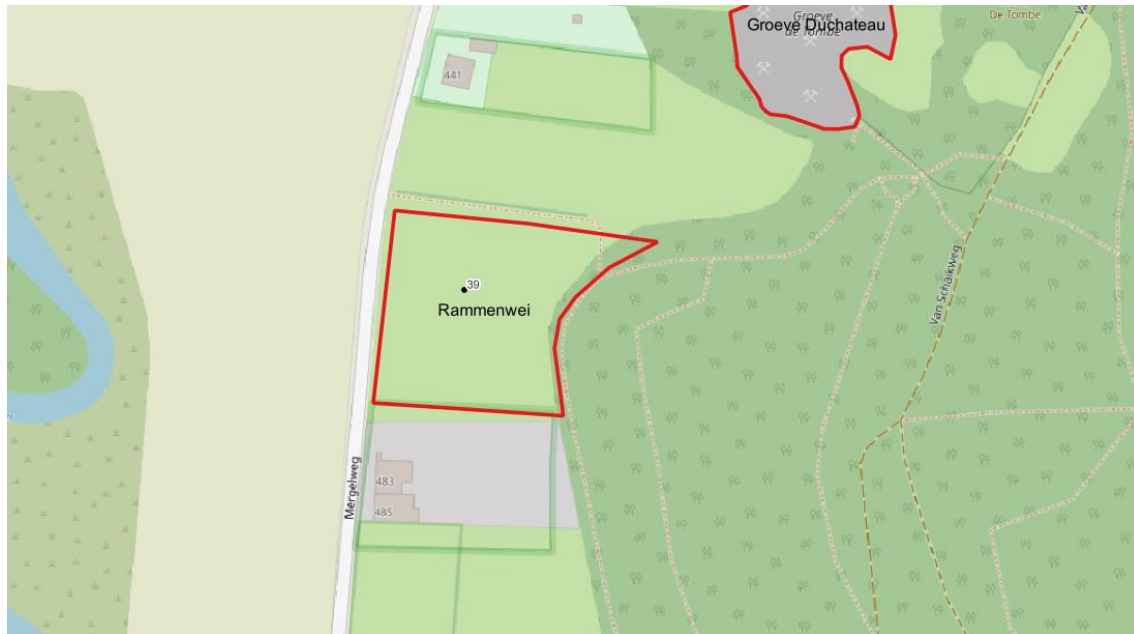
goed. Een groot deel boven en ten zuiden van het kalkgrasland is een mooi ontwikkelend heischraal grasland met soorten als Knolsteenbreek en Hondsviooltje. Aan de bovenrand van de Kannerhei vinden we met name in de geplagde delen een mooie ontwikkeling naar kiezelkop grasland met Struikhei. Potenties liggen hier vooral in het verder ontwikkelen van de graslandtypen en het voorkomen van meer soorten behorende bij de graslandtypen.

4.9.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Alle graslandtypen in dit perceel kunnen dienen als donorlocatie voor vergelijkbare vegetatietypen elders op de Sint-Pietersberg. Kwaliteitsverhogende maatregelen in het heischraal grasland en kalkgrasland kunnen zijn het inbrengen van specifieke soorten zoals Betonie, Herfstschroeforchis en eventueel Veldgentiaan in het heischrale deel waar nu al Hondsviooltje en Knolsteenbreek staat. Ook kan aandacht gegeven worden aan het vergroten van bestaande populaties omdat deze soms in zeer kleine aantallen voorkomen, zoals bijvoorbeeld Wondklaver en Soldaatje. Inbrengen van zaden vanuit andere populaties kunnen hier de lokale populatie mogelijk vergroten, genetisch divers en daarmee vitaler maken.

Kwaliteitsverbetering van het kiezelkopgrasland kan door in de bovenrand te zoeken naar nieuwe plagplekken, bijvoorbeeld direct tussen de twee oude plagplekken. De ontwikkeling van het kiezelkop grasland lijkt zeer succesvol na plaggen (de maatregel plaggen is niet op kaart ingetekend maar dit betreft het bovenste deel van het perceel).

4.10 Rammenwei



4.10.1 Bodem en bodemchemie

In de bodem vinden we hier een dikke licht zandige leemlaag, voornamelijk colluviaal materiaal. Kalk werd hier niet aangetroffen binnen de eerste 60cm. Op basis van de ligging in het landschap en het leemgehalte gebruiken we hier de referenties voor glanshaverhooiland. We treffen in de toplaag van deze bodem een hoge pH (pH_{NaCl} 7.3), hoge kalium gehalten en hoge P-Olsen waarden van meer dan 600 $\mu\text{mol/kg DW}$. Het vrij beschikbare stikstof (ammonium en nitraat) is vrij laag, maar het totaal stikstof is daarentegen iets verhoogd. Het totaal fosfor gehalte is met 30 mmol/kg DW vrij hoog maar nog binnen de referentie voor glanshaverhooiland (De Schrijver et al. 2013).

4.10.2 Graslandpotenties

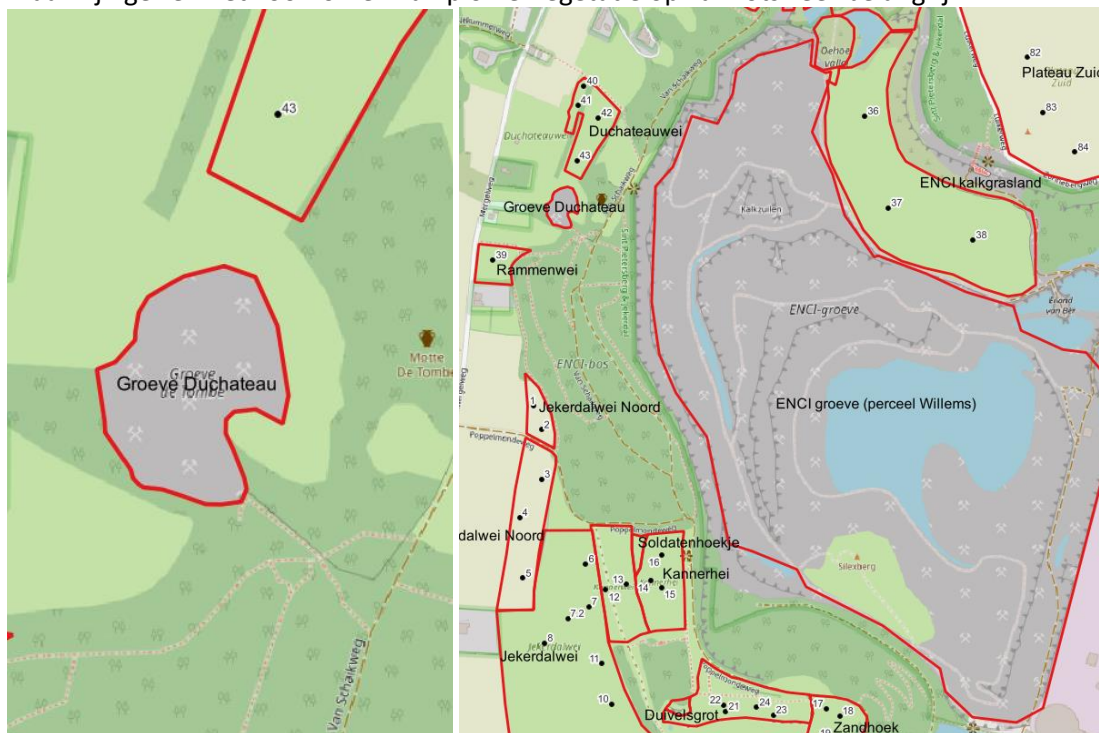
Biochemisch gezien liggen hier potenties voor ontwikkeling van een soortenarm glanshaverhooiland. De hoge mate van buffering en hoge kalium waarden zullen wel positief uitwerken op het behalen van een meer soortenrijk grasland. Het totaal stikstof en totaal fosfor zijn echter aan de hoge kant.

4.10.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

In aanvulling op het reguliere beheer kan overwogen worden om een extra maaironde (met afvoer van maaisel) uit te voeren.

4.11 Groeve Duchateau en ENCI Groeve

Deze deelgebieden vallen oorspronkelijk niet binnen het onderzoeksgebied van de opdracht maar zijn gezien het voorkomen van pioniervegetatie op kalkrots zeer belangrijk.



4.11.1 Bodem en bodemchemie

Er zijn geen bodemonsters genomen. Wel kan op basis van de vegetatie iets gezegd worden over de mate van buffering en zuurgraad middels ITERATIO (bijlage 4). We zien op basis van ITERATIO een sterk gebufferde vegetatie in en op de randen van Groeve Duchateau waar kalk dagzoomt of zeer ondiep onder maaiveld zit.

4.11.2 Graslandpotenties

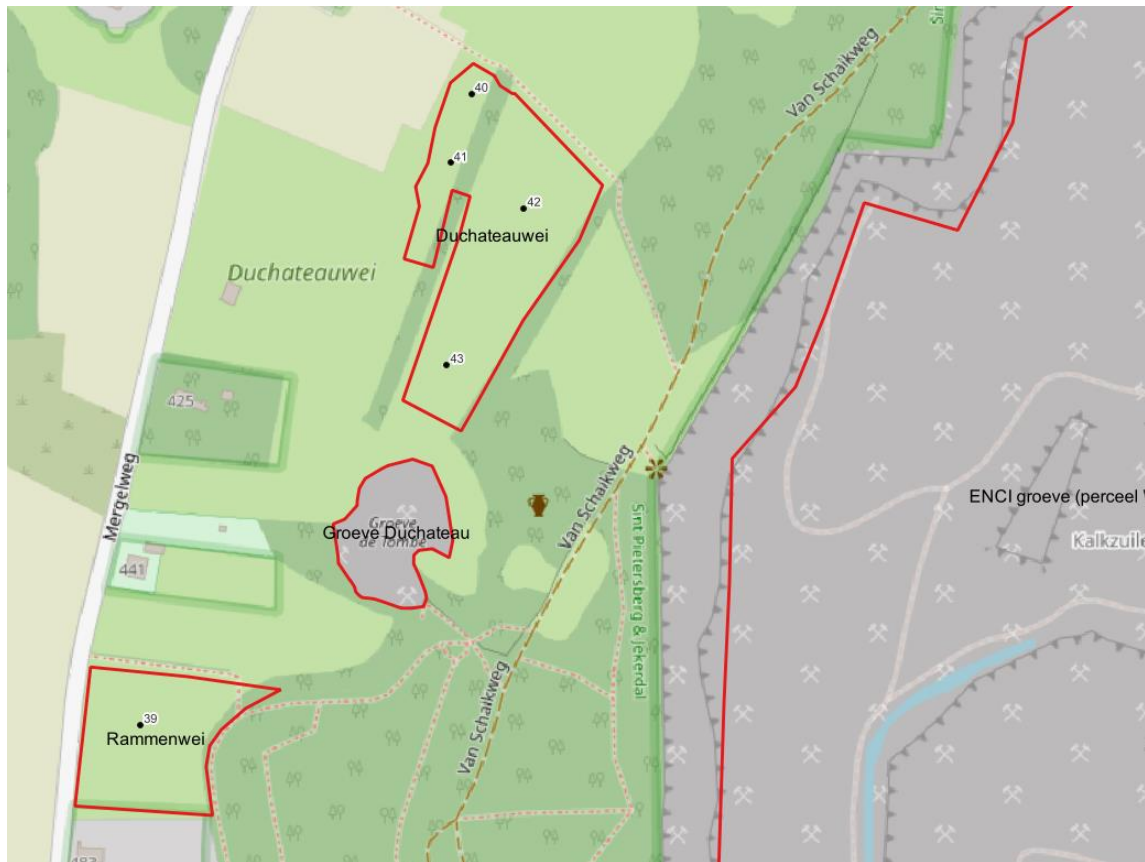
De randen van Groeve Duchateau en de ENCI Groeve lenen zich tot de ontwikkeling van pioniervegetatie van kalkrots, een habitatype binnen N2000 (H6110). De nattere delen bij de ENCI Groeve (perceel Willems) ontwikkelen zich tot kalkmoeras.

4.11.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Voor beide deelgebieden geldt dat het inbrengen van zeer zeldzame soorten die passen bij het ontwikkelende habitatype (Pioniervegetatie op rotsbodem en Kalkmoeras) een belangrijke en nuttige maatregel zal zijn om de populaties van deze soorten duurzaam te versterken. Hierbij kan mogelijk worden aangesloten bij lopende projecten zoals project Operatie Peperboompje. Afschrappen van de randen van Groeve Duchateau kan helpen bij het vrijmaken van een pionier-vestigingsmilieu.

4.12 Duchateauwei

In de Duchateauwei is op 4 locaties bodem bemonsterd (locatie 40 t/m 43), waarbij op 3 locaties (40, 42 en 43) ook de diepere bodemlaag is bemonsterd.



4.12.1 Bodem en bodemchemie

Aan de bodemboringen zien we dat de bodem bestaat uit licht zandig leemrijk colluviaal materiaal (bijlage 2). De A-horizont is gemiddeld 35cm dik, de B-horizont is ongeveer 10cm dik. De C-horizont begint gemiddeld op 45-50cm. Kalk werd hier niet aangetroffen binnen de eerste 60cm. Omdat kalk niet aanwezig is en de bodem bestaat uit leemrijk materiaal is getoetst met referentiewaarden van het schraalgrasland en glanshaverhooiland. De zuurgraad van de toplaag van de bodem (pH_{NaCl} tussen 5.1-6.9) en het calciumgehalte (gemiddeld 3 mmol/kg DW) toont dat de bodems goed gebufferd zijn, maar niet voldoende gebufferd voor een kalkgraslandvegetatie (en er werd geen kalk aangetroffen). Het vrij beschikbare fosfaat is laag, en alleen op locatie 40 enigszins verhoogd (300 $\mu\text{mol/kg DW}$). De stikstofwaarden (ammonium en nitraat opgeteld) liggen tussen de 500 en 1100 $\mu\text{mol/kg DW}$. In de diepere bodemlaag (20-30cm) worden vergelijkbare waarden gevonden wat betreft zuurgraad en buffering, maar wel met aanzienlijk lagere nutriëntenwaarden, met name stikstof en kalium. Dit kan mogelijk het gevolg zijn van bemesting in het verleden; het terrein was in de jaren 50 reeds een glanshaverhooiland (bijlage 3). De $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ volgens ITERATIO (bijlage 4) zit rond de 6.7 en dit valt binnen de range van glanshaverhooiland.

4.12.2 Graslandpotenties

Gezien de relatief lage trofiewaarden en de gunstige zuurgraad en buffering heeft dit grasland potenties voor ontwikkeling van een soortenrijk schraalland, zoals een goed gebufferd glanshaverhooiland met kalkminnende soorten. Er is 1 vegetatie opname gemaakt in 2011,

deze classificeert als een 16RG18 (glanshaverhooiland romp van glanshaver; een soortenarm glanshavergrasland zonder verdere kensoorten van de associatie). Het grasland heeft wel potentie om zich verder te ontwikkelen naar een soortenrijk grasland met overgangen naar heischraal grasland zoals we dat vinden op de Kannerhei.

4.12.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

De bodemchemie toont ons dat plaggen een verlaging van het stikstof- en kaliumgehalte teweegbrengt. Met name een verlaging van het kaliumgehalte is niet wenselijk, doorgaans zijn glanshaverhooilanden en schraallanden al in gebreke van kalium. Maaibeheer is hier wenselijk. Op termijn kan hier wel gedacht worden aan uitwisselen van maaisel met Kannerhei, maar men doet het er best aan om eerst te verschrallen via maai- en afvoerbeheer.

4.13 Akker mergelweg, Paardenakker en Paardenwei

De Akker mergelweg is recent uit een akkerverleden omgezet naar natuur. De oostelijker gelegen Paardenakker en Paardenwei zijn al langer natuur. De Paardenakker is recent nog akker geweest. De Akker mergelweg is de afgelopen jaren gebruikt als standwei voor de schapen omdat dit noodzakelijk om de schapen van voldoende voedsel te voorzien. Deze akker is in het kader van Pays Mosan ingezaaid met een gras-klover mengsel ten behoeve van uitmijnen. De Paardenwei en Paardenakker zijn nu in gebruik als hooiland. In het gehele deelgebied zijn 7 monsterlocaties gelegen. Op 6 locaties zijn hier ook diepere monsters geanalyseerd voor een inschatting van de voedingsstoffen op 20-30cm diepte.



4.13.1 Bodem en bodemchemie

De bodem bestaat uit zandige leem met een dikke Ap-horizont (geploegd) van 40cm in het westelijke deel (akker mergelweg, de voormalige akker). In de oostelijke delen vinden we op locaties 56 en 58 (Paardenwei) een A-horizont van 30cm (zandige leem) en op locaties 54 en 55 (Paardenakker) een A-horizont van slechts 30cm waarbij ook veel grind aanwezig is. Grind is aanwezig in de noordelijke boringen (locaties 54, 55 op de Paardenakker en locatie 60 op de Akker mergelweg) en het hoger gelegen deel op de Paardenwei ter hoogte van locatie 56. De zuidelijkere locaties 57, 58 (Paardenwei) en 59 (Akker mergelweg) bestaan uit zandige leem in het gehele profiel.

Er is geen kalk aangetroffen in de boringen, de graslanden zullen daarom worden bekeken met referenties van glanshaverhooiland en schraalland. De pH_{NaCl} van de bodem (toplaag) is met gemiddeld 5.3 in het oostelijke deel relatief laag. In de voormalige akker is deze verhoogd naar gemiddeld 6.4. Ook in de diepere bodemlaag is dit het geval. ITERATIO en het onderzoek van Pays Mosan geven overeenkomstige resultaten met voor het hoger gelegen oostelijke perceel een relatief lage pH en een hogere pH voor de voormalige akker.

De beschikbaarheid van fosfor (P-Olsen) is hoog in de voormalige akker in het gehele profiel (gemiddeld 936 en 1068 $\mu\text{mol/kg DW}$ op respectievelijk 0-10 en 20-30cm). Door het ploegen en bemesten is de beschikbaarheid van fosfor dus ook op diepere lagen te hoog voor glanshaverhooiland, een conclusie die ook al in het onderzoek Pays Mosan getrokken werd.

In de oostelijke delen Paardenakker en Paardenwei is de beschikbaarheid beduidend lager met gemiddeld 345 $\mu\text{mol/kg DW}$ op 0-10cm. Locaties nr. 56 en 58 (Paardenwei) hebben met waarden hoger dan 400 $\mu\text{mol/kg DW}$ op beide diepten echter nog steeds te hoge concentraties P voor schraalland. In het onderzoek van Pays Mosan wordt rond locaties 57 en 58 (Paardenwei en perceelnummer 94 in het Pays Mosan onderzoek) een laag P gehalte gegeven ($<150 \mu\text{mol/kg DW}$). Wij meten hier respectievelijk 184 en 480 $\mu\text{mol/kg DW}$ hetgeen aantoont dat de bodem redelijk heterogeen is op deze plek maar dat P gehalten wel de referenties van schraalland benaderen. Ook in het noordelijkere deel (locaties 54 en 55) meten we dergelijke lage concentraties (200 en 120 $\mu\text{mol/kg DW}$). Pays Mosan geeft hier waarden van rond de 300 $\mu\text{mol/kg DW}$. Het calciumgehalte is met gemiddeld 25 mmol/kg DW geschikt voor zowel glanshaverhooiland als schraalland.

4.13.2 *Graslandpotenties*

Het oostelijke deel (Paardenakker en Paardenwei) is al lange tijd een vorm van een kamgrasweide of glanshaverhooiland (zie kartering van Schaijk 1950 en recente kartering 2011). De bodem toont ons dat ontwikkeling naar geschikte glanshaverhooilandcondities (lagere fosforwaarden) realiseerbaar zijn op een deel van dit perceel. Maar ook dat ontwikkeling naar schraalland realiseerbaar is. Wanneer we de metingen van WUR en Pays Mosan samen nemen dan zien we een kans voor schraalland in grote delen van het oostelijke deel. Overige delen zullen hier in de toekomst ontwikkelen naar soortenrijk glanshaverhooiland. Het westelijke perceel (Akker mergelweg) is erg voedselrijk en zal zich op zijn best ontwikkelen naar een kruiden- en faunarijk grasland.

4.13.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

Afgraven van de bodem is in westelijke deel (Akker mergelweg) niet zinvol gezien de fosforconcentraties ook op diepte onverminderd hoog zijn. Om hier versneld naar lagere fosforconcentraties te kunnen gaan is wellicht tijdelijk akkeren met P-minnende soorten zoals Boekweit een optie om daarna naar een soortenrijk kruiden-en faunarijk grasland te bewegen. Omdat de vershraling erg traag gaat is het hier ook zinvol om niet alleen naar schrale natuur te sturen maar juist ook te kiezen voor structuur wat gunstig is voor fauna. Men kan dan denken aan wat ruigtedelen oplopend naar klein struweel.

In het oostelijke deel (Paardenakker en Paardenwei) is plaggen ook geen goede optie. Op de locaties waar P-Olsen hoog was in de toplaag was deze ook hoog in diepere laag. Fosforafname moet hier bewerkstelligd worden door afvoer van P via gras. Gezien de reeds gezonde ontwikkeling van het grasland met soorten als Knolboterbloem, Wilde marjolein en Grasklokje is ook uitmijnen met een gras/klavermengsel geen logische keuze. Beter wordt hier ingezet op gefaseerd maaien en afvoeren met extra maaibeurten in het voorjaar (3 keer maaien per jaar).

4.14 Westhelling

Deelgebied Westhelling is een steil gelegen grasland ten noordwesten van de Sint-Pietersberg. Het bestaat uit Westhelling Noord en Westhelling Zuid. In dit grasland werd op 3 locaties in totaal 5 bodemon monsters verzameld voor bodemchemie (locatie 49, 50 en 51). Daarnaast werd op 9 locaties nog aanvullend geboord om te zien of kalk, of kalkresten, in de toplaag van de bodem (bovenste 40cm) voorkwam. Er werd geboord tot 60cm (locaties 85 t/m 93). De aanwezigheid van kalk werd getest met behulp van zoutzuur.



4.14.1 Bodem en bodemchemie

De bodem van de Westhelling bestaat voornamelijk uit zandig leem met veel kiezels. Met name de bovenrand van Westhelling Noord is grindig. Hier is een smalle strook ondiep geplagd. De A-horizont is dun (<15cm) en de C-horizont start relatief ondiep op 35cm -mv, vaak bestaat deze dan uit grind. In de bodem van de bovenrand van de Westhelling Noord werden geen sporen van kalk aangetroffen waardoor we voor dit deel van de helling met name naar de potenties voor soortenrijk heischraal grasland kijken. Onder de bovenrand wordt de bodem leemrijker en zit het grind wat dieper. Op 1 plek op Westhelling Zuid (locatie 85) werden wel kalkresten aangetroffen maar de kalkresten waren zeer klein (kleine brokjes). Het is zeker niet zo dat de helling over het geheel kalkrijk is ondanks het voorkomen van soorten zoals Kleine pimpinel en Voorjaarszegge. Alleen in het bos bevindt zich een bodemlaag waar

kalk direct aan het oppervlak zit. De bodem pH is hier direct heel hoog ($pH > 7$) en kalksteen vinden we hier op 30cm diepte.

De pH_{NaCl} in het gehele grasland is relatief laag met een gemiddelde van 5.0. Ook in diepere bodemlaag (locatie 49 en 50) is deze nog laag met gemiddelde van 4.7. ITERATIO verifieert deze waarnemingen gebaseerd op de vegetatieopnamen die beschikbaar zijn. De hoeveelheid calcium ligt boven de 20 mmol/kg DW op beide bodemdiepten. Deze waarden voldoen aan de criteria voor heischraal. Het beschikbaar gehalte aan fosfor is erg laag ($< 100 \mu\text{mol/kg DW}$) op alle drie de locaties in de toplaag. Dit gehalte wordt lager ($< 40 \mu\text{mol/kg DW}$) in de diepere bodemlaag (20-30cm). Deze waarden zijn erg laag en ook het gehalte aan uitwisselbaar stikstof is erg laag.

4.14.2 *Graslandpotenties*

Door de voedselarme condities heeft dit grasland goede potenties voor de ontwikkeling van een soortenrijk heischraal grasland met een goede buffering in de bovenrand van het perceel. In het overgrote resterende deel zal dit grasland evolueren naar een zeer soortenrijk glanshaverhooiland met aanwezigheid van kalksoorten. Grote delen hiervan kunnen zich door ontwikkelen tot het soortenrijke Betonico-Brachypodietum. Onderaan Westhelling Noord helling, in het bos, waar kalk direct aan het oppervlak zit, bevinden zich potenties voor de ontwikkeling van (zeer soortenrijk) kalkgrasland. Het betreft hier een locatie waar in 1950 nog een zeer soortenrijk kalkgrasland aanwezig was met soorten als Soldaatje (zie van Schaijk 1950).

4.14.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

De vegetatie bevindt zich momenteel in een vorm van een heischraal grasland op de hoger gelegen rand (daar waar ook Brem staat) en soortenrijk glanshaverhooiland in de overige delen van het grasland getuige ook de vegetatiekarteringen en de opnamen (PQ's) die beschikbaar zijn. Kalkminnende soorten komen her en der voor wat aangeeft dat de bodem goed gebufferd is ondanks het grotendeels ontbreken van kalksteen in de toplaag. De leemlaag is hier soms dik maar grind overheerst in de bovenrand. De overgang van heischraal grasland naar glanshaverhooiland met soorten van heel goed gebufferd milieu is hier al in mozaïeken aanwezig en zeer waardevol. Soorten als Betonie ontbreken nog en kunnen hier zeer goed een plek vinden. In 1950 werd de bovenrand beschreven als heideachtig. Deze strook is momenteel ondiep geplagd en soorten van het heischraal, zoals Brem, zijn hier teruggekeerd. Plaggen heeft hier duidelijk positief gewerkt voor herstel van een heischraal milieu, maar veel soorten uit het heischrale milieu ontbreken nog steeds. Verder plaggen lager op de helling is gezien de ontwikkeling van de vegetatie niet wenselijk. Soortenrijkdom van het heischrale milieu en het eronder gelegen soortenrijke glanshaverhooiland kan beter verhoogd worden met het plaatselijk inbrengen van maaisel of zaad. Het maaisel kan goed van de Kannerhei betrokken worden. Inbrengen van heischrale soorten zoals Betonie en Blauwe knoop (niet met maaisel maar als zaad) is een goede maatregel in dit deelgebied. Tevens kunnen zaden van gezonde populaties zoals op de Bemelerberg opgebracht worden.

In 1950 werd het onderste deel van de Westhelling Noord beschreven als een mesobromion, dat is nu een bosrand met voornamelijk eik. De nu al flinke eiken staan in een rand van ongeveer 222 meter aan de onderzijde van het grasland op een steil talud en zullen de graslandontwikkeling in de onderste delen van het grasland niet bevorderen. De bodem met kalksteen aan het oppervlak toont ons dat er potenties zijn voor kalkgrasland op dit perceel. Dit zou bijvoorbeeld kunnen met het terugdringen van een deel van de eiken (bijvoorbeeld ongeveer 10m; zie bijlage 6) en het voorzichtig wegschrapen van het strooisel. Na schrapen is het wenselijk om maaisel van de Kannerhei in te brengen, eventueel aangevuld met specifieke soorten via zaad.

4.15 Plateau Noord

Plateau Noord staat nu beschreven als een droog schraalland. Aan de westkant van het perceel werden 3 monsters genomen. In oude vegetatiekarteringen stond dit deel te boek als een kamgrasweide of glanshaverhooiland (van Schaik 1950).



4.15.1 Bodem en bodemchemie

Bodemmonsterlocaties 46, 47 en 48 bestaan uit zandig leem of lemig zand met heel veel grind direct in de toplaag. Diep boren was met een edelmanboor niet mogelijk. De bodem oogt erg schraal (bijlage 2) en heeft een gemiddelde pH_{NaCl} van 4.9. ITERATIO toont ook, op basis van de vegetatie, dat hier wat zuurdere bodems zitten ten opzichte van de directe omgeving. Calcium en magnesium zijn gemiddeld voor Zuid-Limburgse begrippen. Kalium is op 2 locaties (46 en 48) iets verhoogd. Het beschikbaar P gehalte is laag met gemiddeld minder dan $100 \mu\text{mol/kg DW}$.

4.15.2 Graslandpotenties

Deze graslanden zijn schraal en gelegen op leemrijk, iets gebufferd zandig grind. Mogelijk komen er her en der kalkresten voor (welke niet gevonden zijn in deze studie) omdat er met name dicht bij het Fort aan de noordzijde soorten voorkomen van een goed gebufferd milieu (zoals Wondklaver). Overwegend is dit echter geen kalkgrasland en eerder een goed gebufferd heischraal grasland of kiezelkopgrasland met, op plekken waar het lösspakket wat dikker is een goed gebufferd en soortenrijk glanshaverhooiland. Aan de zuidkant, tussen Plateau Noord en de voormalige maisakker, bevindt zich struweel, wat als zodanig al erg waardevol is voor de beschutting van het heischrale/kiezelkopgrasland. Een klein resterend stukje van dit gebied aan de westzijde is nu in ontwikkeling als glanshaverhooiland wat een goede overgang vormt

tussen het (schrale) kiezelkopgrasland/heischrale grasland en een (niet onderzocht) voedselrijker perceel ten zuiden hiervan waar oude meidoorns staan.

4.15.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

Op Plateau Noord is de recreatiedruk hoog. Dit blijkt ook uit herhaalde opnamen via PQ's. Een hoge recreatiedruk kan negatief uitwerken op de kwetsbare flora omdat er verstoringen kunnen zijn langs de vele wandelpaden die over het plateau lopen. Het terugbrengen van het aantal paden tot slechts 1 of 2 is aan te bevelen. Het struweel in het zuiden van het perceel heeft alleen onderhoud ter bevordering van bloem- en vruchtdragende soorten.

4.16 (Oud) hondenlosloopgebied

Ten oosten van Plateau Noord ligt het Oud hondenlosloopgebied en het huidige Hondenlosloopgebied. Beide percelen bleken vroeger voornamelijk kamgrasweide of glanshaverhooiland (van Schaijk 1950). In deze deelgebieden zijn 2 bodemonsters genomen (locatie 44 en 45).



4.16.1 Bodem en bodemchemie

Overeenkomstig met de andere delen van het plateau bestaat de bodem hier uit leemrijk zand met veel grind direct in de bovenste laag. Monsterlocatie 45 (het huidige hondenlosloopgebied) heeft een iets dikker lemig löss pakket op het grind zitten van ongeveer 10cm. Diep boren was door de hoeveelheid grind niet mogelijk.

De bodem is schraal en heeft een gemiddelde pH_{NaCl} van 5.2. ITERATIO toont een iets hogere pH in het huidige hondenlosloopgebied ten opzichte van het oude hondenlosloopgebied. Calcium en magnesium zijn gemiddeld voor Zuid-Limburgse begrippen maar is duidelijk hoger in het huidige hondenlosloopgebied. Het beschikbaar P gehalte is laag in het oude hondenlosloopgebied ($122 \mu\text{mol/kg DW}$) maar beduidend hoger in het huidige hondenlosloopgebied ($430 \mu\text{mol/kg DW}$). Deze graslanden zijn dus voedselrijker dan Plateau Noord. Dit is overigens ook te zien aan het organische stofgehalte dat hier met 11% vrij hoog is ten opzichte van de schrale graslanden (gemiddeld 7%).

4.16.2 Graslandpotenties

Het grasland op het oude hondenlosloopgebied is schraal en gelegen op leemrijk, iets gebufferd zandig grind. Hierdoor biedt het perceel goede uitgangssituaties voor soortenarm glanshaverhooiland. Op de delen waar een dikker löss pakket zit ontwikkelt zich dit meer tot

een soortenrijker glanshaverhooiland type (zie hoofdstuk 5 voor beschrijving). Kalkminnende soorten zoals Grote tijm en Ruige weegbree komen voor, maar in mozaïek vorm. Het kalkgehalte is echter te laag om door te ontwikkelen tot kalkgrasland. Op de wat grindige delen kan heischraalgrasland in mozaïek in de toekomst voorkomen maar dit zullen kleine stukken zijn.

Het grasland op het huidige hondenlosloopgebied is voedselrijker. De bodemchemische metingen vallen binnen de grenzen van soortenrijk glanshaverhooiland. Het is echter te rijk voor een kalkgrasland.

4.16.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Op het huidige hondenlosloopgebied komen nu sporadisch soorten voor als Ruige weegbree, Smal fakkelgras, Grote tijm, Gewone vleugeltjesbloem en Geelhartje. Geadviseerd wordt om hier middels maaien en afvoeren extra te verschrallen om ontwikkeling richting goed gebufferd soortenrijk glanshaverhooiland mogelijk te maken. Men kan ook denken aan het inbrengen van maaisel van soortenrijke, kalkrijke donorlocaties met ratelaar, zoals de Bemelerberg. Op het oude hondenlosloopgebied kan het huidige beheer worden doorgezet.

4.17 Voormalige maisakker

In dit deelgebied zijn 3 bodemon monsters genomen op 2 locaties. Op locatie 53 zijn 2 diepten bemonsterd.



4.17.1 Bodem en bodemchemie

De toplaag van de bodem bestaat uit zandige leem en bevat vanaf 15cm veel kiezels. Daardoor is er niet dieper dan 40cm geboord. Bijzonder is dat de bodem op locatie 53 donker kleurt vanaf 15cm -mv (bijlage 2), dit is zeer herkenbaar voor een oude (mais)akker al dan niet met een opgebrachte lösslaag. Het hoogteprofiel toont ook een opvallend vlak profiel, waarschijnlijk als gevolg van landbewerking. In de kwaliteitstoets van Natuurmonumenten wordt gemeld dat dit zuidelijke deel van de voormalige maisakker geplagd is.

De pH_{NaCl} is gemiddeld 5.7 en het calciumgehalte rond 22 mmol/kg DW. P-Olsen is gemiddeld 758 $\mu\text{mol/kg DW}$ in de toplaag maar met 1106 $\mu\text{mol/kg DW}$ veel hoger in de diepere laag (dit is mogelijk een oude A-horizont of gestort materiaal).

4.17.2 Graslandpotenties

Door de beschikbaarheid van fosfor is het zuidelijke deel van dit grasland nu geen schraalland. De beschikbaarheid van P is hoog in de toplaag maar ook in diepere lagen. Deze waarden overstijgen de referentiewaarden voor soortenrijk glanshaverhooiland.

Uitmijnen kan resulteren in een verlaging van het P gehalte maar het is onbekend hoeveel ondergewerkte grond aanwezig is en dus hoeveel beschikbaar P er aanwezig is. Het calciumgehalte is niet dusdanig hoog dat P snel limiterend gaat worden en dus is uitmijnen een proces van de zeer lange adem in dit perceel. Er zijn hier potenties voor kruiden- en faunairijk grasland maar ook voor een soortenrijke akker.

4.17.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

(Tijdelijk) Akkeren is mogelijk een snellere en voor de biodiversiteit en standplaats wenselijkere oplossing voor het zuidelijke deel van dit perceel gezien akkers op deze locatie (of althans de percelen tegen dit deelgebied aan) in de jaren 50 van vorige eeuw nog werden gebruikt als vruchtakker of graanakker (zie coderingen H en Ga in Van Schaijk 1950). De bodem toont ook dat bodembewerking hier al eens heeft plaatsgevonden (een dikke A-horizont) en de landschappelijke ligging tussen een pad, een struweel en een houtsingel is ook uitnodigend voor een hoog gelegen akker.

4.18 Oehoevallei

In het deelgebied Oehoevallei is op 4 locaties bemonsterd waarbij op 1 locatie (locatie 33) ook de diepere bodemlaag is meegenomen.



4.18.1 Bodem en bodemchemie

Het betreft hier een groeve met stortplekken. Dit zien we terug in de bodem, welke zeer hard is met veel kiezels. Er is soms kalksteen aanwezig in de bovenste bodemlaag. Helaas is er voor het bodemprofiel niet dieper geboord dan 25-30cm vanwege alle kiezels. Op basis van de zuurgraad (gem. pH_{NaCl} 7.4, max. 8.1) kunnen we kijken naar potenties voor kalkgraslandontwikkeling. Het calciumgehalte is gemiddeld 27 mmol/kg DW, wat aan de lage is voor kalkgrasland vegetaties. De bodem is hier echter zeer divers met ook regelmatig kalkresten aan het oppervlak. Het beschikbare fosfor (P-Olsen) is laag en gemiddeld 119 $\mu\text{mol/kg DW}$. Op de noordhelling (locatie 33, 34) is het beschikbare fosfor iets verhoogd met gemiddeld 183 $\mu\text{mol/kg DW}$. Het totaal stikstofgehalte varieert sterk van lage waarden (22 mmol/kg DW) tot licht verhoogd (135 mmol/kg DW). Het vrij beschikbare stikstof nitraat is op locatie 34 iets verhoogd waardoor soorten zoals Gestreepte witbol kunnen domineren. De meeste waarden vallen echter binnen de referentie waarden van een kalkgrasland.

4.18.2 Graslandpotenties

In Oehoevallei vinden we potenties voor ontwikkeling van kalkgrasland rond de plekken waar dagzomende kalk is (onder en boven de steilranden) en op plekken waar kalkresten zijn achtergebleven. Op de steile hellingen vinden we pioniervegetatie en dit kan zich mogelijk ontwikkelen tot pioniervegetatie van het habitat H6110. Op de plekken waar kalk wat dieper in de bodem zit zal een goed gebufferd schraalland/soortenrijk glanshaverhooiland verder ontwikkeld kunnen worden. Een groot deel van de Oehoevallei valt nu echter onder een soortenarm kamgrasgrasland met soorten als Vertakte leeuwentand, Gewone brunel, Madeliefje en Gewoon biggenkruid. Op voedselrijkere delen (bijv. locatie 34) vinden we naast

nitrofiële grassen ook opslag van Braam. Het voorkomen van bijzondere soorten toont al de potentie voor kalkrijk grasland (Driedistel, Malrove, Wondklaver en Zomerbitterling) en pioniervegetaties (Kleine steentijm en Tengere veldmuur).

Opvallend is dat kenmerkende kalkgraslandsoorten zoals Duifkruid, Kleine bevernel en Kleine pimpernel niet in de Oehoevallei en in de kalkgraslanden van de ENCI Groeve voorkomen, terwijl deze zich wel hebben gevestigd in de oudere graslanden aan de West- en Noordzijde van de Sint-Pietersberg. Verspreiding (isolatie) speelt hier waarschijnlijk een rol. De soorten komen wel voor op het ENCI kalkgrasland waar de soorten succesvol met maaisel zijn ingebracht.

4.18.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Maaien is vanwege losse stenen en rots op de bodem niet overal mogelijk en kostbaar. Het is echter wel wenselijk om de vergrassing en verbraming tegen te gaan (o.a. bij locatie 32 en 35). Naast maaien is begrazing noodzakelijk voor het onderdrukken van opslag. Op de noordhelling is verschraling wel gewenst en kan men overwegen om een periode handmatig te maaien. Soorten ontwikkelen zich reeds goed. Uitwisseling van soorten van het pioniermilieu kan mogelijk via gescheperde kudde vanaf ENCI Groeve. Inbrengen van doelsoorten zoals Kalketrip zijn goede opties om de gehele populatie van deze soort te versterken. Op de schrale, vlakkere delen van de noord-noordoosthelling kan men maaisel van de Kannerhei of van graslanden nabij het fort inbrengen om op die manier kalksoorten via maaisel te verspreiden. Dit kan alleen direct na zeer diep maaien zodat kieming van zaden mogelijk is. Met het oog op de genetische diversiteit van de soorten is het raadzaam om het maaisel van beide gebieden te mengen.

4.19 ENCI kalkgrasland

Dit betreft een recent opgeleverde helling waarin silex is afgedekt met een dikke laag kalkhoudende leem. Door erosie zijn kalk- en silexbrokken op maaiveld komen te liggen waardoor machinaal maaien niet meer mogelijk is. Het grasland is ingezaaid met maaisel afkomstig van diverse kalkgraslanden in Zuid-Limburg. Er is op 3 locaties bemonsterd (locatie 36 t/m 38) waarvan op 1 locatie (37) ook de diepere bodemlaag is bemonsterd.



4.19.1 Bodem en bodemchemie

De bodem bestaat uit een zandige leemhoudende bodem met kalk- en silexbrokken. De pH_{NaCl} varieert tussen de 7.5 en 7.8 (pH_{NaCl} 8.3 in de diepere bodemlaag). De calciumwaarden zijn, voor zeer goed gebufferde bodems, echter relatief laag met gem. 16 mmol/kg DW. Het beschikbaar fosfaat gehalte is laag met gemiddeld 78 $\mu\text{mol/kg DW}$ (P-Olsen) in de toplaag. Stikstof is zeer variabel.

4.19.2 Graslandpotenties

De bodemchemie toont dat we te maken hebben met een schrale bodem met een hoge pH. Opvallend genoeg zijn de calciumwaarden relatief laag voor een kalkgrasland. Mogelijk is dit een gevolg van het opbrengen van bodem en de daaropvolgende erosie (waardoor beschikbare nutriënten zijn weggespoeld). In potentie kan dit grasland zich verder ontwikkelen naar een soortenrijk schraalland (soortenrijk glanshaverhooiland met kalkminnende soorten of een 'kunstmatig kalkgrasland').

4.19.3 *Kwaliteitsverhogende maatregelen*

Nieuwe impulsen zijn hier voorlopig nog niet nodig. Het grasland moet eerst stabiliseren. Het is wel zaak de opkomende vlinderstruiken uit het perceel te houden.

4.20 Plateau Zuid

Op dit perceel zijn 4 locaties bemonsterd (locatie 81 t/m 84), waar bij locatie 82 ook de diepere bodemlaag is meegenomen. Er is ter hoogte van locatie 82 ook een vegetatieopname gemaakt voor aanvullende informatie.



4.20.1 Bodem en bodemchemie

We zitten bij dit perceel op een losslaag die op het grind ligt. De bodem bestaat uit zwaar leemrijk materiaal en de A-horizont is geploegd. Ap-horizont is ongeveer 35-40cm, daaronder vinden we een leemrijke C-horizont (bijlage 2). Op sommige plekken werden baksteenresten gevonden. Op dit plateau is de bodem relatief zuur (pH_{NaCl} gemiddeld 5.6). Het aluminium gehalte is hier iets verhoogd (gem. $220 \mu\text{mol/kg DW}$) en calciumgehalte gemiddeld (28 mmol/kg DW). De hoge calcium waarden voorkomen een hoge Al/Ca ratio. Het beschikbare fosfor (als P-Olsen) is hoog met gemiddeld $351 \mu\text{mol/kg DW}$, oplopend tot $489 \mu\text{mol/kg DW}$. Dit is hoog voor een schraalland. Pays Mosan vindt een vrij variabele, hoge P-Olsen waarde. Ook dieper in de bodem (20-30cm) is de beschikbaarheid van fosfor hoog ($461 \mu\text{mol/kg DW}$), wat verklaard kan worden door de historische grondbewerking (ploegen). Stikstofconcentraties zijn verhoogd.

4.20.2 Graslandpotenties

Het Noordwestelijke deel (locatie 82) is een voormalige maisakker. De overige delen van Plateau Zuid zijn voornamelijk als hooiland in gebruik geweest. Gezien de historie, ligging in

het landschap en bodemchemie zien wij hier de meeste potentie voor een akker of een kruiden- en faunarijk grasland in het Noordwestelijke deel (de voormalige akker) en een soortenarm kamgrasweide bij beweiding of een soortenarm glanshaverhooiland in de rest van het perceel. Men kan overwegen om in de Zuidoosthoek hoogstamfruit aan te planten. Een hoogstamboomgaard kwam hier rond 1900 voor.

4.20.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

In het Noordwestelijke deel, de voormalige maisakker, is de bodem nog erg rijk (hoge fosfaat waarden) en kan op korte termijn de meeste biodiversiteit verkregen worden door dit deel om te vormen tot een kruidenrijke akker. Als hier verder geen maatregelen genomen worden dan zal dit deel van het perceel zich verder ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijk grasland. Het overige grote deel van het perceel is voedselarm en al langere tijd weiland en zal zich zonder extra maatregelen (alleen maaien en afvoeren) ontwikkelen tot een kruiden- en faunarijk grasland ontwikkelen, en wel een iets soortenrijkere vorm. Wanneer hier een extra maai- en afvoerbeheer wordt gevoerd (bijvoorbeeld 3x maaien), eventueel in combinatie met het opbrengen van soortenrijk maaisel met een hoog aandeel half-parasieten zoals Harige ratelaar en Rode ogentroost, kan hier een soortenarm glanshaverhooiland ontstaan. De half-parasieten zullen de grassen onderdrukken waardoor meer ruimte wordt gegeven aan kruiden (Pywell et al. 2004, Bullock and Pywell 2005). Dit maaisel kan afkomstig zijn van de percelen in het Jekerdal.

De maatregel uitmijnen zoals geadviseerd in het Pays Mosan onderzoek is voor het gehele perceel een geschikte maatregel om de hoeveelheid fosfor terug te dringen. Verwacht wordt dat minimaal 4 jaar moet worden uitgemijnd om tot een schraalgrasland vegetatie te komen. Men volgt hiervoor de bemestingsadviezen van Pays Mosan tijdens uitmijnen: bemestingstrap B. Opbrengen van maaisel zal vervolgens nodig zijn indien men de soortenrijkdom wenst te verhogen.

Tenslotte kan nagedacht worden over het aanplanten van hoogstamfruitbomen vlakbij de hoeve. Min of meer op deze plek lag hier rond 1900 een hoogstamboomgaard.

4.21 Zonneberg Noord (deel A en deel C)

Dit perceel ligt op het plateau aan de bovenrand van de Zonneberg Noord. In dit perceel zijn 4 locaties bemonsterd waarvan locatie 76 (deel A) en locatie 80 (deel C) op twee diepten is bemonsterd. Tevens is er een vegetatieopname gemaakt om de benodigde data aan te kunnen vullen. Locatie 79 ligt op een steilrandje richting het lager gelegen perceel van Zonneberg Noord (deel C).



4.21.1 Bodem en bodemchemie

Deel A

De bodem is hier leemrijk en bestaat uit een donkere zandige leem (Ap-horizont) van 20cm met daaronder grint en nog steeds veel leem. Af en toe werd ook hier houtskool gevonden. Locatie 78 bevat een veel minder donkere A-horizont vergeleken met bijvoorbeeld locatie 76, mogelijk als gevolg van minder bodembewerking.

Op deze plateaurand is de bodem zuurder (pH_{NaCl} gemiddeld 5.7). Het aluminium gehalte is hier iets verhoogd ($100 \mu\text{mol/kg DW}$) en het calciumgehalte gemiddeld (26 mmol/kg DW). De hoge calcium waarden voorkomen een hoge Al/Ca ratio. Het beschikbare fosfor (P-Olsen) is sterk verschillend en met gemiddeld $327 \mu\text{mol/kg DW}$ hoog voor een schraalland. In de diepere bodem is dat een stuk lager, rond $100 \mu\text{mol P-Olsen/kg DW}$. Het totaal stikstofgehalte is zeer hoog in deze bodem (305 mmol/kg DW). Ook op het steilrandje zijn fosforwaarden en totaal stikstofwaarden erg hoog.

Deel C

In het westelijke deel is het terrein ingesloten door het hoge plateau aan zowel de Zuid-, West- als Noordzijde. In feite lijkt dit een gegraven laagte. De bodem bestaat uit zandige leem, grind is hier niet gevonden evenals kalk niet. De pH is hier ook zuurder (pH_{NaCl} 5,4) en daarmee is het aluminiumgehalte een stuk hoger ($310 \mu\text{mol/kg DW}$). De hoge calcium waarden voorkomen echter een hoge Al/Ca ratio.

Het beschikbare fosfor (P-Olsen) is $190 \mu\text{mol/kg DW}$. In de diepere bodem is dat lager, namelijk $111 \mu\text{mol P-Olsen/kg DW}$. Het Pays Mosan onderzoek geeft hier echter beduidend hogere gehalten beschikbaar fosfor ($>600 \mu\text{mol P-Olsen/kg DW}$), mogelijk omdat de bodemonsters bij het Pays Mosan onderzoek in het najaar en winter zijn verzameld, terwijl de bodemonsters van dit onderzoek zijn genomen in de nazomer op een moment dat opname van P door grassen nog relatief hoog was. Het totaal stikstofgehalte is hoog in deze bodem (269 mmol/kg DW).

4.21.2 Graslandpotenties

Deel A

Het steilrandje bevat wel doelsoorten zoals Goudhaver, Wilde marjolein, Geel walstro, Klein streepzaad en Glanshaver. Deze komen echter sporadisch voor tussen hoog opgaand gras. De waarden voor glanshaverhooiland zijn hier binnen bereik.

Deel C

In het westelijke deel is er een overmaat aan stikstof in de bodem wat zich vertaalt in de dominantie van nitrofiële soorten zoals Gewone brandnetel en Kroppaar. Dit is een zuurder deel van dit deelgebied en als dit voldoende schraal (stikstofarm) gemaakt kan worden, door bijvoorbeeld maaien en afvoeren, dan zijn hier wel potenties voor een soortenrijk glanshaverhooiland.

4.21.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Deel A

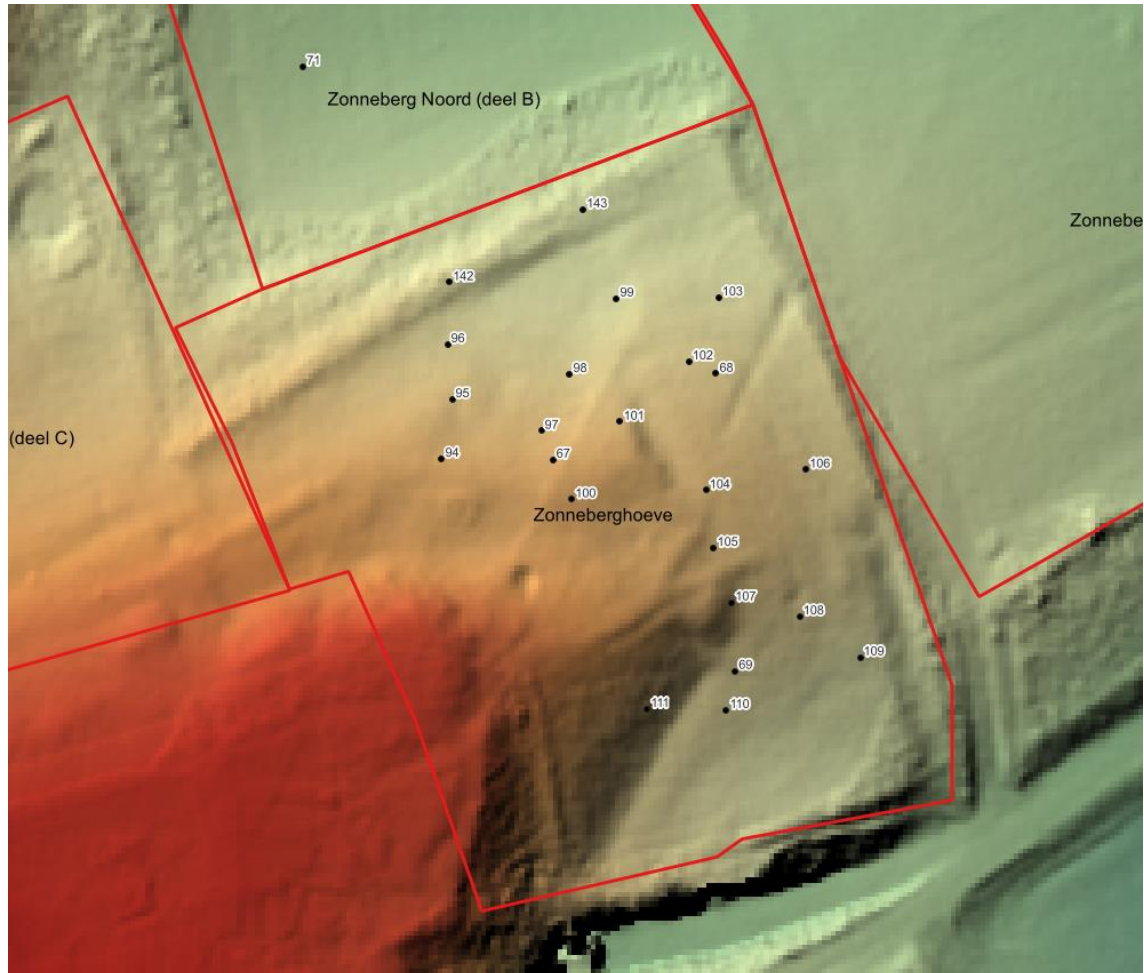
Gunstig is dat stikstof makkelijker afgevoerd kan worden dan fosfor. Gefaseerd maaien en afvoeren met een extra maaibeurt in het voorjaar kan hier resulteren in een ontwikkeling richting glanshaverhooiland.

Deel C

Bij het westelijke deel is extra maaien en afvoeren wenselijk om toename van nitrofiële soorten tegen te gaan.

4.22 Zonneberghoeve

Dit perceel bestaat een oude hoogstam appel staat. Het deel is sterk geaccidenteerd, zie onderstaande figuur. In het hoogteprofiel zijn ook diverse onnatuurlijke verhogingen (een onnatuurlijk maaiveld) te zien hetgeen aangeeft dat de toplaag op sommige plekken bewerkt is.



In dit perceel zijn in totaal 3 boringen voor de bodemchemie uitgevoerd (locaties 67-69). De locaties 68 en 69 zijn bemonsterd op 0-10cm en op 20-30cm. Locatie 67 is alleen op 0-10cm bemonsterd. Dit is echter een oude plagplek voor ontwikkeling van heischraal of kalkgrasland waar de bovenste 10 a 15cm van de natuurlijke bodem al afgehaald is. Aanvullend zijn er 19 bodemboringen uitgevoerd (locaties 94 t/m 111) en 2 in de struweelzoom aan de noordzijde (locaties 142 en 143) om te kijken of er kalk in de toplaag (<50cm) van de bodem aanwezig is.

4.22.1 Bodem en bodemchemie

De bodem is hier zeer variabel en de A-horizont is erg donker, wat een (historisch) landbouwkundig gebruik weergeeft. In het oostelijke deel (locatie 68, 69) vinden we een donker gekleurde A-horizont van zandig materiaal, afgewisseld met grind. In het geplagde deel (locatie 67) is de A-horizont weg. Hier vinden we zand in de toplaag met kalkhoudende delen. De bodem, en dan met name rond locaties 67 en 68, is goed gebufferd met een pH_{NaCl} van gemiddeld 7.2 en calciumgehalte van 30 mmol/kg DW. Ook de ITERATIO analyse laat hier een hoge pH zien. Ook in de diepere bodemlaag (locatie 68) is de buffering hoog met een pH_{NaCl} van 7.2.

Locatie 69 is genomen in een wat vlakker deel (onder een steile helling) en deze bodem is wat zuurder met pH_{NaCl} van 6.2 en dieper in de bodem 6.7. De bodem bestaat hier uit zwart zand met grind. De grindlaag verhinderde ons helaas om dieper te boren dan 45cm. Kalksteen werd hier niet aangetroffen, maar de bodem bleek kalkrijk volgens de zuurtesten in aanvullende boringen (zie bijlage 2).

Plaggen heeft geleid tot een sterke afname van het organische stof gehalte (meer dan een halvering als we locatie 67 vergelijken met locatie 68) en een afname in het P-Olsen gehalte (van 138 naar 77 $\mu\text{mol/kg DW}$) en meer dan een halvering van het stikstofgehalte. Zowel locaties 67 als 68 zijn laag in P-Olsen beschikbaarheid en vallen volledig binnen de referentiewaarden voor schraal kalkgrasland of heischraal grasland. Totaal stikstof is hoog in de toplaag van de bodem en alleen na plaggen, of in de diepte, lager en in lijn met referenties voor schrale milieus.

Aanwezigheid van kalk

Aan de hand van aanvullende boringen bepaald of, en hoe diep, kalk aanwezig is (zie bijlage 2). Samengevat kunnen we zeggen dat de steilere delen van de helling, inclusief het reeds geplagde deel, kalkrijk zijn in de bovenste 30cm van de bodem. Alleen in de vlakkere delen onderaan de helling (Oost- en Zuidzijde) zit kalk wat dieper. In de struweelrand aan de Noordzijde van dit perceel bestaat de bodem uit zandig löss met grind waarin ook kalkresten op 30cm te vinden zijn.

4.22.2 Graslandpotenties

Het plaggen op de helling (ter hoogte van locatie 67) heeft geleid tot een toename van soorten (dit in vergelijking met de niet geplagde delen ter hoogte van locatie 68 en 69). Hier werden in 2018 in een opname van 2x2 m maar liefst 18 mossoorten gevonden (data BGZN in kader van PAS) naast soorten van kalkgrasland en heischraal grasland zoals Duifkruid, Geelhartje, Goudhaver, Kattendoorn, Kleine ratelaar, Kleine pimpernel en Mannetjesereprijs. Op de helling (direct onder de hoeve) staan op diverse plekken kalkminnende soorten als Duifkruid en Kleine pimpernel. Op het lager gelegen vlakkere deel zijn deze niet aanwezig en is de bodem ook minder kalkrijk. Dit perceel heeft potenties voor de ontwikkeling van kalkgrasland met overgangen naar zeer sterk gebufferd heischraal grasland.

4.22.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Het wegschrappen van de toplaag (10-15cm) op de helling in het Oostelijke deel (zie bijlage 6) zal resulteren in een halvering van het fosfor- en stikstofgehalte en potenties scheppen voor een soortenrijk schraalland. Na plaggen wordt geadviseerd soortenrijk maaisel van kalkgrasland en heischraal grasland in te brengen van gebieden zoals de Kannerhei, Wolfskop, Bemelerberg en eventueel kalkgraslanden in België (ten zuidwesten van Kanne). Het mengen van maaisel wordt geadviseerd om de genetische diversiteit van de soorten te verhogen. Ook onder het struweel aan de Noordzijde van het Oostelijke perceel vinden we kalkresten binnen 30cm diepte. Hier zijn overgangen naar het lagergelegen glanshaverhooiland van de Zonneberg weide te realiseren door een deel van dit struweel af te zetten en te plaggen. Ook hier zal het inbrengen van maaisel na plaggen een goede maatregel zijn.

4.23 Zonneberg Noord (deel B en deel D)

Dit grote perceel ligt aan de oostzijde van de Sint-Pietersberg en is opgedeeld in een deel B west van het wandelpad en een deel D oost van het wandelpad. In dit perceel zijn 8 monsterlocaties onderzocht. Op 3 locaties (62, 72 en 74) zijn monsters op 2 diepten genomen. Op 1 locatie (locatie 75) is alleen een bodemprofiel bekeken.



4.23.1 Bodem en bodemchemie

Deel D

De bodem van de Zonneberg Noord (deel D) bestaat uit een dik pakket leemrijk materiaal. Op locaties 61 en 62 werden (ook in diepere lagen) baksteenresten gevonden hetgeen weergeeft dat hier wel gerommeld is met de bodem.

Deze verder vrij typische lössbodem is goed gebufferd met een pH_{NaCl} van gemiddeld 7.0 en calciumgehalte van 29 mmol/kg DW. Ook de ITERATIO analyse en het onderzoek voor Pays Mosan laten hier een hoge pH zien ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 7.5-8.0 en 1 locatie zelfs >8). In de diepere bodemlaag (locatie 62) is de buffering hoog met een pH_{NaCl} van 7.2.

Het beschikbare fosfor (P-Olsen) is gemiddeld 250 $\mu\text{mol/kg DW}$. In de diepere bodem is dat lager en 200 $\mu\text{mol P-Olsen/kg DW}$. Totaal P en totaal N zijn echter vrij hoog in dit perceel: gemiddeld 29 en 130 mmol/kg DW respectievelijk. In het onderzoek van Pays Mosan werden hogere beschikbare P-Olsen gehalten gemeten (>483 $\mu\text{mol/kg DW}$), mogelijk omdat er op andere locaties is bemonsterd of omdat de bodemmonsters Pays Mosan in najaar en winter zijn verzameld terwijl de bodemmonsters van dit onderzoek in de nazomer zijn genomen op een moment dat opname door grassen nog relatief hoog was.

Deel B

De bodem van het westelijke deel van de Zonneberg Noord (deel B) bestaat uit löss. Op locatie 71 werden houtskoolresten op 30cm diepte gevonden. Locatie 74 bevat grind in de toplaag.

Deze lössbodem is goed gebufferd met een pH_{NaCl} van gemiddeld 7.0 en calciumgehalte van 28 mmol/kg DW, zeer vergelijkbaar met het oostelijk deel. Ook de ITERATIO analyse en het onderzoek voor Pays Mosan laten hier een hoge pH zien ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 7.5-8.0). In de diepere bodemlaag is de buffering hoog met een pH_{NaCl} van 7.2.

Het beschikbare fosfor (P-Olsen) is hoog op locatie 71 en 72 (504 $\mu\text{mol/kg DW}$). In de diepere bodem is dat lager maar met 229 $\mu\text{mol P-Olsen/kg DW}$ niet bijzonder laag. Totaal P (en totaal N op locatie 71) zijn hoog in dit perceel: gemiddeld 23 mmol/kg DW. In het onderzoek van Pays Mosan werd ook hoge gehalten aan beschikbaar fosfor (P-Olsen) gemeten.

4.23.2 Graslandpotenties

Dit grasland bestaat eigenlijk uit verschillende vormen van glanshaverhooiland (zie ook vegetatiekartering De Boer 2011). Een groot deel is nu soortenarm maar soorten als Aardaker, Geel walstro, Goudhaver, Knolboterbloem, Wilde marjolein en Zachte haver zijn in recente opnamen geregeld gevonden. In het zuidelijke deel en langs het pad staan kalkminnende soorten als Beemdkroon en Kleine bevernel.

4.23.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Pays Mosan geeft voor dit deelgebied een uitmijndadvies voor minimaal 2-5 jaar maar dit is gebaseerd op de hoge fosforbeschikbaarheid die men daar heeft gemeten. In onze optiek zijn de ontwikkelingen van de vegetatie dermate gunstig dat uitmijnen (een maai- en afvoerbeheer met hoog productieve gewassen of een grasklavermengsel) niet meer aan de orde is. De ontwikkelingen naar een glanshaverhooiland zijn al gunstig en de recente vestiging van Harige ratelaar en Rode ogentroost zal helpen met het onderdrukken van hoog opgroeiende grassen en klavers.

4.24 Grasland Slavante

Het betreft hier een voormalige akker. Van Schaijk (1950) beschreef dit perceel als een hakvruchtakker (*Mercurialetum annuae*) en in een latere vegetatiekartering van De Boer (2012) werd het perceel beschreven als een vorm van een akkervegetatie (type van ringelwikke en smalle wikke). Momenteel is het een grasland waarin voor dit onderzoek 3 monsterlocaties zijn onderzocht (locatie 64 t/m 66), waarvan bij locatie 64 ook de diepere bodemlaag is bemonsterd.



4.24.1 Bodem en bodemchemie

De bodem die werd aangetroffen is zeer zwaar leemrijk materiaal met een A-horizont die langzaam overgaat in een C-horizont. De A- en AC-horizont zijn 45cm en op locatie 64 werd tussen 10cm en 45cm diepte houtskool gevonden. Kalk is hier niet aangetroffen. Ter hoogte van locatie 65 is een extra vegetatieopname gemaakt omdat er weinig gegevens voor dit perceel voorhanden waren.

De bodem is zeer leemrijk en goed gebufferd. De bodem pH_{NaCl} is gemiddeld 7.0 en calciumgehalte is 30 mmol/kg DW wat redelijk hoog is. ITERATIO en het onderzoek voor Pays Mosan laten ook hier een hoge pH zien (pH_{H_2O} 7.5-8.0). Ook in de diepere bodemlaag is de buffering hoog met een pH_{NaCl} van 7.2. Het beschikbare fosfor (als P-Olsen) is hoog in de toplaag van locatie 64 en 65 (gemiddeld 395 $\mu\text{mol/kg DW}$). Op locatie 66 (hoger op de helling) is de concentratie lager met 210 $\mu\text{mol P-Olsen/kg DW}$. Dieper in de bodem (20-30cm) is de P-Olsen waarde nog steeds verhoogd 317 $\mu\text{mol/kg DW}$. Totaal P is ook vrij hoog in dit perceel (gemiddeld 19mmol/kg DW). Stikstofconcentraties zijn gemiddeld en zeker niet hoog.

4.24.2 Graslandpotenties

Aangezien er geen kalk aanwezig is maar de buffering zeer goed is zouden hier potenties kunnen liggen voor glanshaverhooiland of een schraallandtype. De beschikbaarheid van fosfor, ook in de diepere bodem maakt echter dat een schraalland niet bereikbaar is zonder drastische maatregelen als diep afgraven of gedurende een langere tijd (8 jaar volgens het Pays Mosan onderzoek) uitmijnen.

4.24.3 Kwaliteitsverhogende maatregelen

Uitmijnen vinden we wat drastisch gezien de ontwikkeling van de vegetatie met Wilde marjolein. De geïsoleerde ligging maakt ook dat het geen prioritaire verbinding is tussen graslanden. Het advies is hier om met gefaseerd extra maai- en afvoerbeheer te zorgen voor verschraling.

5 Graslandtypen op de Sint-Pietersberg

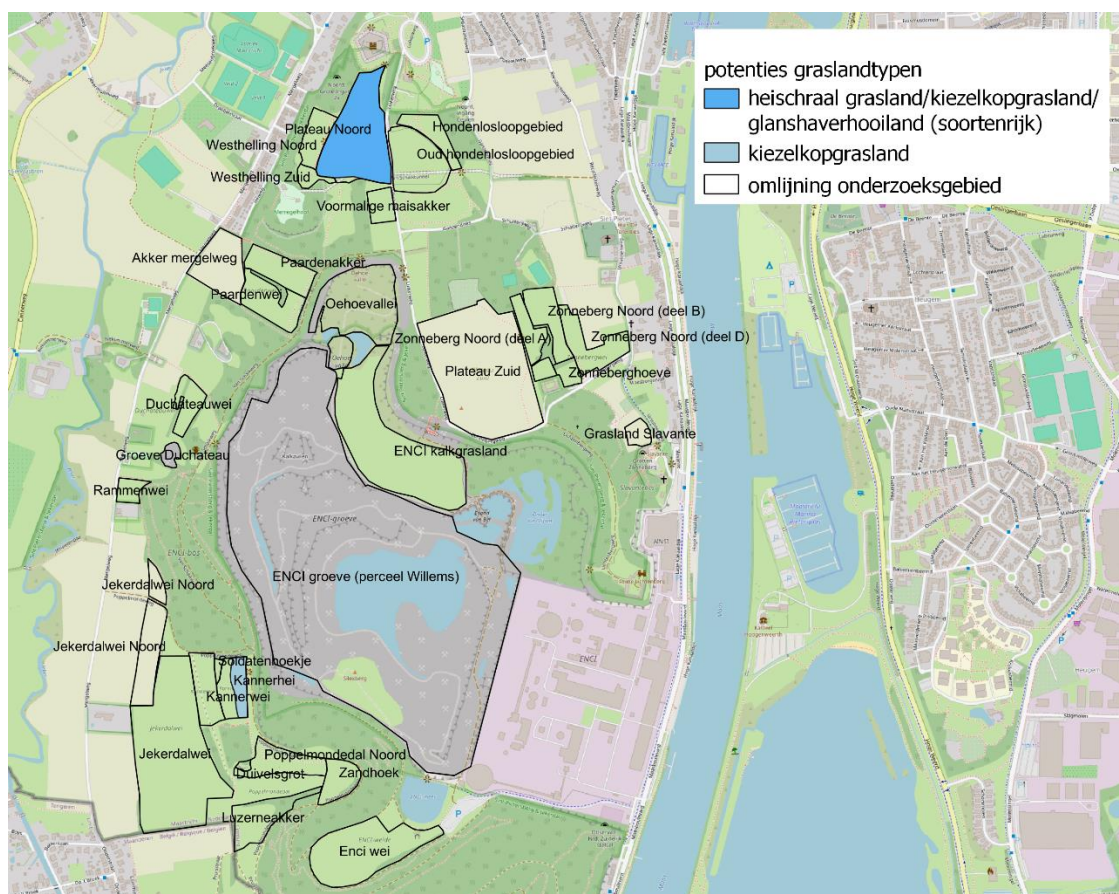
In dit hoofdstuk worden de actuele situaties en de kansrijke plekken (zie Hoofdstuk 4) samengevat per grasland type. De maatregelen die we hiervoor nodig achten staan beschreven in Hoofdstuk 4 en worden hier weergegeven op kaart. In bijlage 5 staan de potenties weergegeven per deelgebied.

5.1 Kiezelkopgraslanden

Als onderdeel van de landschappelijke gradiënt van terrasbegroeiingen, via kalkgrasland en heischraal grasland, tot graslanden aan de voet van de hellingen zijn kiezelkopgraslanden lokaal aanwezig aan de bovenrand van de Kannerhei, en hier alleen dankzij enkele recent uitgevoerde plagwerkzaamheden. Een gidssoort die zich bovenaan de Kannerhei weer heeft weten te vestigen is Struikhei, die als het ware een raamwerk kan vormen voor de beoogde gemeenschappen. Andere schrale soorten die op de plagplekken tevoorschijn kwamen, zijn Brem, Grasklokje, Klein warkruid en Hondsviooltje.

Op grotere schaal is een vorm van kiezelkopgraslanden aanwezig op de plateaus ten zuiden van het Fort Sint-Pieter, met name op Plateau Noord. Een kenmerkende en zeer zeldzame soort hier is Knolbeemdgras (*Poa bulbosa*). Begeleidende schrale soorten zijn onder andere Hazenpootje (*Trifolium arvense*), Viltganzerik (*Potentilla argentea*), Gewoon biggenkruid en Zandhoornbloem. Omdat deze vlakte een tijdlang als parkeerplaats heeft gefungeerd, is vermoedelijk op enkele plaatsen stenig (kalkrijk) materiaal aangebracht, waardoor lokaal ook soorten van pioniergrasland op kalk aanwezig zijn, waaronder Steenhoornbloem (*Cerastium pumilum*, moeilijk te onderscheiden van en mogelijk dus verward met Bleke hoornbloem (*Cerastium glutinosum*), Grote tijm (*Thymus pulegioides*) en Sparrenmos (*Thuidium abietinum*). In beide kiezelkopgraslanden (zowel op Plateau Noord als Kannerhei) liggen permanente vegetatieplots (PQ's) welke in 2018 zijn aangelegd (en opgenomen) en in 2021 herhaald zijn opgenomen en geanalyseerd (van den Berg & Meijer 2018, 2022). Uit de herhalingen van de vegetatie bleek dat de vegetatie op het Plateau Noord (PQ nr. 1,2,3 in van den Berg & Meijer, 2022) een redelijk stabiele ontwikkeling laat zien met slechts lichte verschuivingen in het aantal en de bedekking mossen. De bedekking mossen gaat hier licht achteruit maar dit is zeer waarschijnlijk een gevolg van de droogte in de periode 2018-2020. Soorten als puntmos en bryumsoorten nemen af. Wel werd er op het plateau plekken met lokale verstoringen gevonden (lipjes van drinkblikjes en sporen van fietsen/brommers). De mate van recreatief gebruik op dit plateau is erg hoog wat negatief kan uitwerken op de kwetsbare flora. Op de Kannerhei (PQ nr. 17 in van den Berg & Meijer, 2022) werden grotere verschuiving in aantallen soorten gevonden. Op de plaglocatie werd een afname van het aantal soorten en met name in het aantal soorten mossen gevonden, zelfs na een herhaald veldbezoek in 2023. Mogelijk zijn door de droogte van 2018 en 2019 veel soorten verdwenen maar ook hier werden lokale verstoringen gevonden (ook hier werden veel lipjes van drinkblikjes gevonden).

Potenties voor kiezelkopgrasland (en deels al goed ontwikkeld kiezelkopgrasland) vinden we op het plateau (Plateau Noord) en aan de bovenzijde van de Kannerhei.



5.1.1 *Maatregelen*

Gezien de uiterst schrale omstandigheden die nodig zijn voor dit type is het te overwegen om de bovenzijde van de Kannerhei te plaggen om de lössrijke en enigszins voedselrijke toplaag te verwijderen. Dit vraagt om een zorgvuldige uitvoering van de werkzaamheden, waarbij vooral ook niet te diep moet worden geplagd. Plaggen in combinatie met het aanbrengen van donormaaisel van Plateau Noord is hier een goede maatregel om de vestiging van doelsoorten te bevorderen. Wanneer bronmateriaal beperkt voorhanden is kan men het plaggen ook in fasen (op kleinere oppervlakten) uitvoeren. Extensiveren van de recreatiedruk is op het Plateau en ook wel op de kiezelkop aan de Kannerhei wenselijk door bijvoorbeeld het aantal paden op het Plateau te verminderen en te voorkomen dat honden het gebied gaan gebruiken.

5.2 Heischrale graslanden

In 1975 beschrijven Willems & Blanckenborg de heischrale graslanden in Zuid-Limburg voor het eerst als een eigen associatie, onder de naam *Sieglingio-Brachypodietum*, waarvan Willems in 1983 vermeldt dat deze plantengemeenschap wel op het Belgische deel van de Sint-Pietersberg voorkomt (waarvan ze 1975 beschreven was), maar niet op het Nederlandse gedeelte ervan. Tot dezelfde conclusie komen De Graaf et al. (1983) in de bespreking van flora en vegetatie van de Sint-Pietersberg over de periode 1938-1983, wanneer ze stellen dat van de heischrale graslanden “op het Nederlandse deel van de St. Pietersberg niets maar [is] overgebleven” (pg. 510). Wel is er een beschrijving in Diemont & Van de Ven (1953), gedocumenteerd met twee vegetatieopnamen van de Sint-Pietersberg, gemaakt in 1950, die onmiskenbaar tot deze associatie zijn te rekenen, met soorten als Betonie, Struikhei, Tandjesgras, Kruipbrem, Klein warkruid (*Cuscuta epithymum*) en Stekelbrem (*Genista anglica*), samen met onder andere Gevinde korsteel, Kleine bevernel en Kleine pimpernel. Ze weten niet

goed raad met de begroeiingen, die ze kenschetsen als een “vermenging van het *Calluneto-Genistetum* met het *Mesobrometum*”, dus van heide en kalkgrasland. De eerste opname is gemaakt op een ‘Grashelling ten Westen van het Kannerbos’, die we nu aanduiden met Kannerhei, de tweede op de Sint-Pietersberg ten Zuiden van Fort Sint-Pieter’, die nu bekend staat onder de naam Westhelling Noord. Gaan we verder terug in de tijd dan zien we hoe bijzonder rijk deze vorm van heischraal grasland op de Sint-Pietersberg ooit moet zijn geweest, met de Kannerhei als onmiskenbaar boegbeeld. Volgens de Graaf et al. (1983) groeiden hier destijds onder andere Gelobde maanvaren, Veldgentiaan, Welriekende nachtorchis, Parnassia en Herfstschroeforchis.



Kannerhei (mei 2023) met massaal bloeiende Knolsteenbreek (*Saxifraga granulata*) en Harige ratelaar (*Rhinanthus alecterolophus*) (Foto: Joop Schaminée).

Het is vooral de Kannerhei waarop kan worden ingezet als we spreken van het herstel van het Zuid-Limburgse heischrale grasland, met de bovenzijde van Westhelling Noord en een zuurder deel in het Poppelmondedal Noord als tweede en derde locatie. Bovenop Plateau Noord zijn zandige/grindige delen te vinden met Brem die ook goed ontwikkelen in de richting van heischraal. In de ‘Kwaliteitstoets 2015-2021’ (Kleisterlee et al. 2021) scoren beide hellingen ook het hoogste, met respectievelijk vijf en vier van de onderzochte indicatoren: Grasklokje (*Campanula rotundifolia*), Hondsviooltje, Tandjesgras, Tormenitil en Verfberm. Alleen al door haar omvang is de Kannerhei kansrijk, maar verder zijn ook de aanwezigheid van (goed ontwikkeld) kalkgrasland aan de onderrand van de helling en – na het uitvoeren van plagwerkzaamheden – de eerste aanzet tot kiezelkopgraslanden aan de bovenrand van grote betekenis; feitelijk is hier de hele gradiënt die kenmerkend is voor de hellingen in het Maasdal aanwezig. Met name de recente ontwikkelingen stemmen hoopvol. Zo heeft zich de laatste jaar een omvangrijke populatie van Knolsteenbreek (*Saxifraga granulata*) weten te ontwikkelen en is Hondsviooltje inmiddels weer met tientallen planten aanwezig. Sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw worden de droge graslanden van de Sint-Pietersberg begraasd (piekbegrazing), een maatregel die – waar mogelijk – plaatselijk wordt aangevuld met maaien en afvoeren van het maaisel. Het maaien (tweemaal per jaar) heeft de vershraling van de graslanden versneld en zal nodig blijven zolang verruiging van de graslanden optreedt door de te hoge stikstofdepositie.

Op het Plateau (Plateau Noord en het oud hondenlosloopgebied in dit rapport) zijn zeer lokaal

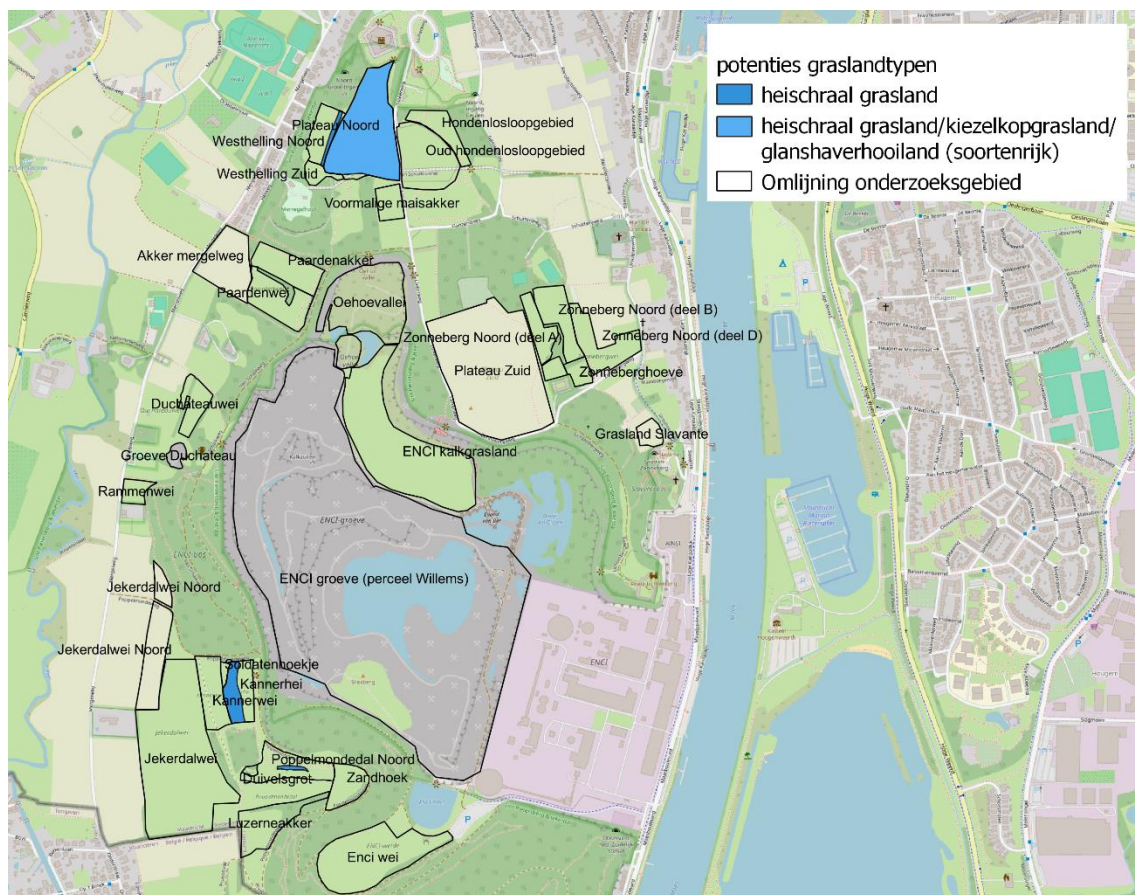
ontwikkelingen richting kiezelkopgrasland op de zeer schrale delen waarneembaar. Op plekken waar grind met zand en löss vermengd aanwezig is kan (gezien de bodemchemie) hier in potentie ook heischraal grasland ontwikkelen al vinden we hier nog maar weinig kensoorten. Soorten als Ruige weegbree (*Plantago media*), Smal fakkelgras (*Koeleria macrantha*), Grote tijm (*Thymus pulegioides*) en Kleine pimpernel komen hier voor in lage aantallen en lijken ook door verstoring en droogte wat achteruitgegaan (van den Berg & Meijer 2022).

Actiesoorten

BETONIE: Betonie is, zoals hiervoor al aangegeven, niet alleen een naamgevende soort van de associatie maar ook de belangrijkste kensoort; de belangrijkste in die zin dat ze in principe (mede) het raamwerk vormt van de begroeiingen. De soort is in Nederland vermoedelijk alleen in Zuid-Limburg en verder in oostelijke delen van het midden van het land inheems, waar ze al lange tijd geheel verdwenen is (Weeda et al. 1988); de oudste opgaven van de soort betrekking hebben op de omgeving van Groesbeek en Nijmegen (De Geer 1814). De verspreidingsatlas van FLORON geeft een sterk vertekend beeld, met 174 atlasblokken sinds 2000, omdat verreweg de meeste van de waarnemingen betrekking hebben op verwilderde waarnemingen: aan de soort wordt een geneeskrachtige werking toegeschreven en ze is als sierplant en nectarplant voor bijen, hommels en vlinders in de handel verkrijgbaar. Ook in Zuid-Limburg is sprake van achteruitgang. Feitelijk resteren nog slechts drie omvangrijke populaties, op respectievelijk de Berghofweide, de Bemelerberg en de Piepert. De Wever (1938) beschrijft dat de soort op de Sint-Pietersberg op veel plaatsen in de open krijtweiden groeit maar dat ze ook onder struikgewas goed kan uithouden; de laatste waarnemingen van de Betonie op de Sint-Pietersberg dateren van de jaren vijftig van de vorige eeuw (gegevens Nationale Database Flora Fauna, NDFF). De Kannerhei en Westhelling Noord zijn voor deze soort voornamelijk de uitgesproken locaties voor een eventuele herintroductie, in het bijzonder de voet van de helling in de nabijheid van de plek met kalkgrasland, een situatie die enigszins doet denken aan het gemeleerde voorkomen van de soort op de Berghofweide.

VELDGENTIAAN: De fraaie Veldgentiaan is een éénjarige dan wel tweejarige zomerbloeiër, die buiten Zuid-Limburg ook wordt aangetroffen in de kustduinen, waarbij het mogelijk om verschillende ondersoorten gaat. De éénjarige ondersoort *baltica* zou gebonden zijn aan de kustduinen, terwijl de binnenlandse voorkomens tot de tweejarige ondersoort *campestris* zouden zijn te rekenen, maar dit onderscheid blijkt niet altijd op te gaan. Het gaat hierbij om een iconische soort, waarvan een eventuele herintroductie een ingewikkelde zaak zal zijn, maar volgens ons toch niet geheel als onmogelijk moet worden weggezet. Dit vooral vanwege de positie van de soort binnen de heischrale graslanden van Zuid-Limburg en haar voorkomen op de Sint-Pietersberg. Wat betreft het Nederlandse deel van de berg is de soort vermoedelijk al sinds de jaren dertig van de vorige eeuw (op de Kannerhei) niet meer aanwezig, maar op het Belgische deel van de berg heeft zij tot voor kort weten stand te houden. Hier werd de soort op een helling bij Eben-Emael in 2019 voor het laatst gezien, met welgeteld één exemplaar, maar is ze sindsdien niet meer teruggevonden. Enige wispelturigheid is de soort evenwel niet vreemd, dus er is nog hoop. Ze bleek de soort zich in 1979 geheel onverwacht met een kleine populatie te hebben gevestigd op de Kunderberg, waar ze zich in 1981 had weten uit te breiden tot een groep van zo'n vijftig bloeiende planten (Kreutz 1982). Tien jaar later bloeiden er nog steeds een vijftigtal planten, maar korte tijd later is de soort hier verdwenen (Schaminée et al. 2022). Op de Sint-Pietersberg is de soort destijds waarschijnlijk door uitsteken verdwenen, zoals verwoord door De Wever (1938). Mogelijk kan het project Peperboompje een rol spelen bij herintroductie van deze soort.

HERFSTSCHROEFORCHIS: De iconische Herfstschroeforchis komt tegenwoordig nog maar op één plek in het Mergelland voor, te weten op de Berghofweide, maar kende vroeger een bredere verspreiding, ook al is de soort in deze contreien altijd zeldzaam geweest (2006). Buiten Zuid-Limburg komt de soort in ons land alleen zeer zeldzaam voor in het Deltagebied, waar ze de laatste decennia een aantal nieuwe plekken heeft weten te koloniseren. Een bekend verschijnsel zijn de sterke schommelingen in het aantal bloeiende planten van de populaties. Op de Berghofweide gaat het daarbij in sommige jaren om niet meer dan een handvol bloemen, in andere jaren om vele honderden. Het afgelopen jaar was een ongekend goed jaar, met meer dan duizend bloeistengels. Op de Sint-Pietersberg vond men de soort wat het Nederlandse gedeelte betreft nog tot 1920 vrij veel “op de westhelling tegenover het Kasteel Kanne” (De Wever 1938), waarmee ongetwijfeld de huidige Kannerhei wordt bedoeld. Het herintroduceren van orchideeën is een intrigerende zaak, zoals onlangs weer is aangetoond bij de herintroductie van de eveneens iconische Zomerschroeforchis in de Urkhovense Zeggen.



5.2.1 Maatregelen

Maatregelen voor dit type betreffen met name inbrengen van soorten. Dit kan het best met zaad van de specifieke soorten op de reeds goed ontwikkelende delen (zoals Kannerhei en Westhelling Noord).

Op Poppelmondedal Noord zal men eerst moeten plaggen ten behoeve van dit vegetatietype waarna men vervolgens maaisel van een soortenrijk heischraalgrasland kan opbrengen. Het bronmateriaal voor maaisel kan gehaald worden in België (Kooberg bij Kanne) en de Bemelerberg.

Voor herintroductie of versterking van specifieke soorten zoals Betonie, Herfstschroeforchis en Veldgentiaan kunnen zaden gebruikt worden. Zaden van Betonie zijn beschikbaar via project Peperboompje. Zaden van de Herfstschroeforchis uit de bronpopulatie op de Berghofweide zijn aanwezig in de nationale zadencollectie van het Levend Archief.

Op Plateau Noord is de recreatiedruk erg hoog wat de ontwikkeling van heischrale vegetatie kan belemmeren, zeker als uitwerpselen van honden de bodem kunnen verrijken met fosfor en stikstof. Extensiveren van de recreatiedruk op delen van het plateau is wenselijk door bijvoorbeeld het aantal paden op het plateau te verminderen en te voorkomen dat honden het gebied intensief kunnen gebruiken.

5.3 Kalkgraslanden

De Wever vermeldt in zijn hoofdstuk over de 'Planten van de St. Pietersberg' (in Van Schaijk et al. 1938) het voorkomen van een groot aantal karakteristieke kalkgraslandensoorten, maar toch was in de jaren dertig van de vorige eeuw ook al sprake van een aanzienlijke achteruitgang. Zo eindigt een lyrische passage over de bonte kleurenpracht van de kalkgraslanden met de volgende ontboezeming: "Dertig jaar geleden was het ook zoo op den Pietersberg, en thans, ach hoe weinig is er van die wilde pracht overgebleven". Wanneer we de vegetatiekaart uit 1950 met de huidige situatie vergelijken, dan zien we slechts op het Nederlandse deel van de Sint-Pietersberg slechts een klein aantal locaties met kalkgrasland, die feitelijk sterk overeenkomen met de huidige situatie. De Groeve Duchateau staat als zodanig gekarteerd, met verder de Kannerhei en het Poppelmondedal als belangrijke (zij het kleine) locaties. De toelichtende tekst maakt duidelijk hoe slecht het met de graslanden is gesteld: "De huidige restanten verkeren er door het afwezig zijn van enig beheer in een deplorabele toestand [...] ofschoon er hier en daar nog enkele zeldzame soorten worden gevonden, is de botanische waarde ervan nog slechts een zwakke afspiegeling van wat er ooit was".

De lijst van soorten die ooit de kalkhellingen van de Sint-Pietersberg bevolkten en die thans zijn verdwenen, is indrukwekkend. Zij vormen vooral een getuigenis van de botanische rijkdom van weleer en maken duidelijk waarom de Montage Saint Pierre zo'n enorme faam genoot, tot ver buiten onze landsgrenzen. Voor een enkeling is er misschien nog hoop, al is de beschikbare oppervlakte waar ze zich zouden moeten manifesteren momenteel wel erg klein. De lijst omvat onder andere de volgende soorten: Echte gamander (*Teucrium chamaedrys*, nu nog op één plek kwijnend aanwezig in het oosten van het Mergelland op de Kunderberg, maar nog plaatselijk algemeen op het Belgische deel van de Sint-Pietersberg), Jeneverbes (*Juniperus communis*; zie verderop), Witte engbloem (*Vincetoxicum hirsutinaria*), Duitse gentiaan (*Gentiana germanica*; zie verderop), Blauwgras (*Sesleria caerulea*, uitgestorven in Nederland, op het Belgische deel van de Sint-Pietersberg nog op één plek aanwezig op een kalkrots bij Kanne, vlak over de grens), Beklierde ogentroost (*Euphrasia officinalis*, in oudere literatuur onder de naam *E. rostkoviana*), Aangebrande orchis (*Orchis ustulata*), en Poppenorchis (*Orchis anthropophora*, tot omstreeks 1900 nog met enkele planten aanwezig op de oosthelling boven het douanekantoor).

De enige helling die momenteel niet meer als kalkgrasland te boek staat betreft het onderste deel van Westhelling Noord, waar veel winst valt te behalen. Het kleine perceel kalkgrasland aan de voet van de Kannerhei (Soldatenhoekje) is nog steeds heel goed ontwikkeld en soortenrijk (met veel Soldaatje). In Poppelmondedal Noord valt nog winst te behalen wat betreft de ontwikkeling van kalkgraslandvegetatie, in het bijzonder in de directe omgeving van de Duivelsgrot waar het kalkgesteente dicht onder de oppervlakte ligt. Bij Groeve Duchateau ligt potentie voor ontwikkeling van pioniervegetatie op kalkrots. Verder zijn er potenties in percelen die een overgang laten zien tussen Glanshaverhooiland en Kalkgrasland, zoals in de

directe omgeving van het Fort Sint Pieter (nabij de groeiplaatsen van Wondklaver, verder niet onderzocht) en op de min of meer vlakke terreindelen aan de voet van de Kannerhei. Sommige van deze percelen staan op de vegetatiekaart van 1950 ook als zodanig ingetekend, met als legenda 'Arrhenatherion met Bromion-soorten'. Veel van de zeldzaamheden groeiden op de steile kalkwand van de berg aan de Maaszijde (coulisse), die thans is afgegraven dan wel geheel met bos begroeid. De Wever (1938) schrijft dat die soorten "op het Nederlandsche gedeelte van den berg hun standplaatsen hadden op kleine richels en plateautjes, die als boschvrije zonnige eilandjes lagen in het kreupelbosch van de steile helling". Deze beschrijving doet denken aan de hellingen van bijvoorbeeld Thier de Lanaye op de Maasflank verder zuidelijk, die ondanks opslag van struiken en bomen nog steeds uitonderlijk soortenrijk zijn en vele zeldzaamheden bevatten. Het gaat wat het Nederlandse deel betreft op dit moment om de steile helling tussen de ingang van de ENCI-groeve en de Belgische grens. Hier zou door gerichte maatregelen waarschijnlijk spectaculaire resultaten kunnen worden geboekt door delen ervan weer vrij te maken. De Wever deelt deze visie: "Het zal nodig zijn daarvoor en daar geschikte strooken in het kreupelbosch op de tufkrijthelling vrij te hakken en open te houden op zulk een wijze, dat ze niet met banale onkruidflora van de ruigten worden besmet [...] die de plaatsen hebben ingenomen van Orchideeën, Zonneroosjes en Gamander". In een aansluitende alinea schijft hij daarbij: "Dat we ons daarvoor ten behoeve van natuurbescherming eenig kunstmatig ingrijpen in het natuurgebeuren moeten getroosten, is niet zo bedenkelijk. Geheel onaangeroerde oernatuur is er toch nergens meer in onze streek. Zelfs de schilderachtig aandoende loodrechte witte wand met zwarte vuursteenbanden onderaan de helling bij de grens is immers eens kunstmatig afgestoken ten behoeve van kanaal en weg".

Naast bovenstaande gebieden zijn er nog enkele percelen en een groot grasland waar potentieel kalkgrasland kan ontstaan omdat hier kalkrijke afzettingen/materiaal dicht aan het oppervlak zit. Het betreft hier de 6,5 hectare kunstmatige kalkhelling (ENCI kalkgrasland) die in de ENCI Groeve is aangelegd voor de ontwikkeling van kalkgrasland. Het materiaal is afkomstig uit de groeve en de toplaag, rijk aan kalkbrokken en voedselarm. In principe wordt hierdoor aan de juiste (chemische) voorwaarden voor de ontwikkeling van de beoogde soorten voldaan. Het stenige oppervlak van de helling maakt dat de vegetatie niet gehooïd kan worden, zodat begrazing de enige mogelijke beheervorm is, in combinatie met het handmatig verwijderen van ongewenste struikopslag. Om de rijkdom aan soorten te vergroten is hooi opgebracht, deels afkomstig van kalkgraslanden uit het oosten van het Mergelland (Wrakelberg, Berghofweide en Platte Bossen). Een gunstige factor hierbij is de grote oppervlakte van het terrein. Van belang is dat de ontwikkeling van de vegetatie op deze helling op een gedegen manier wordt gemonitord, het liefst in een combinatie van vegetatieopnamen (permanente kwadraten en losse opnamen, waar relevant) en kartering van relevante soorten.

Naast dit perceel zijn er diverse smalle stroken waar kalk dicht aan het oppervlak ligt (Noordzijde van het Poppelmondedal Noord, dicht bij de Duivelsgrot) of waar het bereikbaar is na plaggen (middelste stuk van deelgebied Poppelmondedal Noord en Zonneberghoeve). Daarnaast bevat de zuidhelling van de ENCI wei kalksteen en kalkrijke grond aan oppervlak. Dit gebied wordt vanwege het voorkomen van brokken en stenen begraasd en op enkele plekken met een vingerbalk gemaaid. Doelsoorten (o.a. Wilde akelei (*Aquilegia vulgaris*) en Gulden sleutelbloem (*Primula veris*) op de zuidhelling) zijn zeldzaam maar tonen deze potenties.

De bermen van de paden boven Poppelmondedal Noord vertonen, vanwege hun stenige, erosiegevoelige, karakter sterke gelijkenissen met pioniervegetatie op kalkrots maar houden deels ook wel een kalkgrasland-achtige vegetatie.

Actiesoorten

GEEL ZONNEROOSJE: Geel zonneroosje is de soort die van alle planten in ons land misschien wel het meest direct in verband wordt gebracht met de Sint-Pietersberg, waar deze plant haar bolwerk heeft. De Wever (1938) schrijft dat “de Oost- en Westhelling van den Pietersberg thans de enige vindplaatsen in ons land zijn”. Daarbuiten is ze in het Maasdal (Sint-Geertruid, Bemelen) niet meer gevonden. De soort heeft onmiskenbaar een voorkeur voor groeven, zowel waar het de rotsranden zelf als de belendende begroeiingen betreft, dus de gordel om de kalkrichels en plateautjes heen. Deze voorkeur voor de randen van groeven zien we ook bij een aantal andere kalkgraslandsoorten, zoals Grote tijm, Duifkruid, Slangenkruid (*Echium vulgare*), Wondklaver, Voorjaarsganzerik, Aarddistel en Driedistel. Tegenwoordig is Geel zonneroosje op de Sint-Pietersberg nog te vinden op en aan de randen van de Duivelsgrot in Poppelmondedal Noord, met een tweede locatie in Groeve Duchateau. Op het Belgische deel van de Sint-Pietersberg komt de soort nog steeds op diverse plekken met betrekkelijk omvangrijke populaties voor. Het is zaak de zaden van de zonneroosjes te borgen in de nationale zadencollectie van het Levend Archief, inclusief die van de populaties op de Belgische Sint-Pietersberg. Dit materiaal kan als bron dienen voor (genetische) versterking van de bestaande populatie op de Sint-Pietersberg en voor een eventuele herintroductie van de soort op bijvoorbeeld de Bemelerberg.



Geel zonneroosje (*Helianthemum nummularium*) op een rotsrand in Groeve Duchateau, waar de soort in het verleden vermoedelijk is aangeplant (Foto: Joop Schaminée).

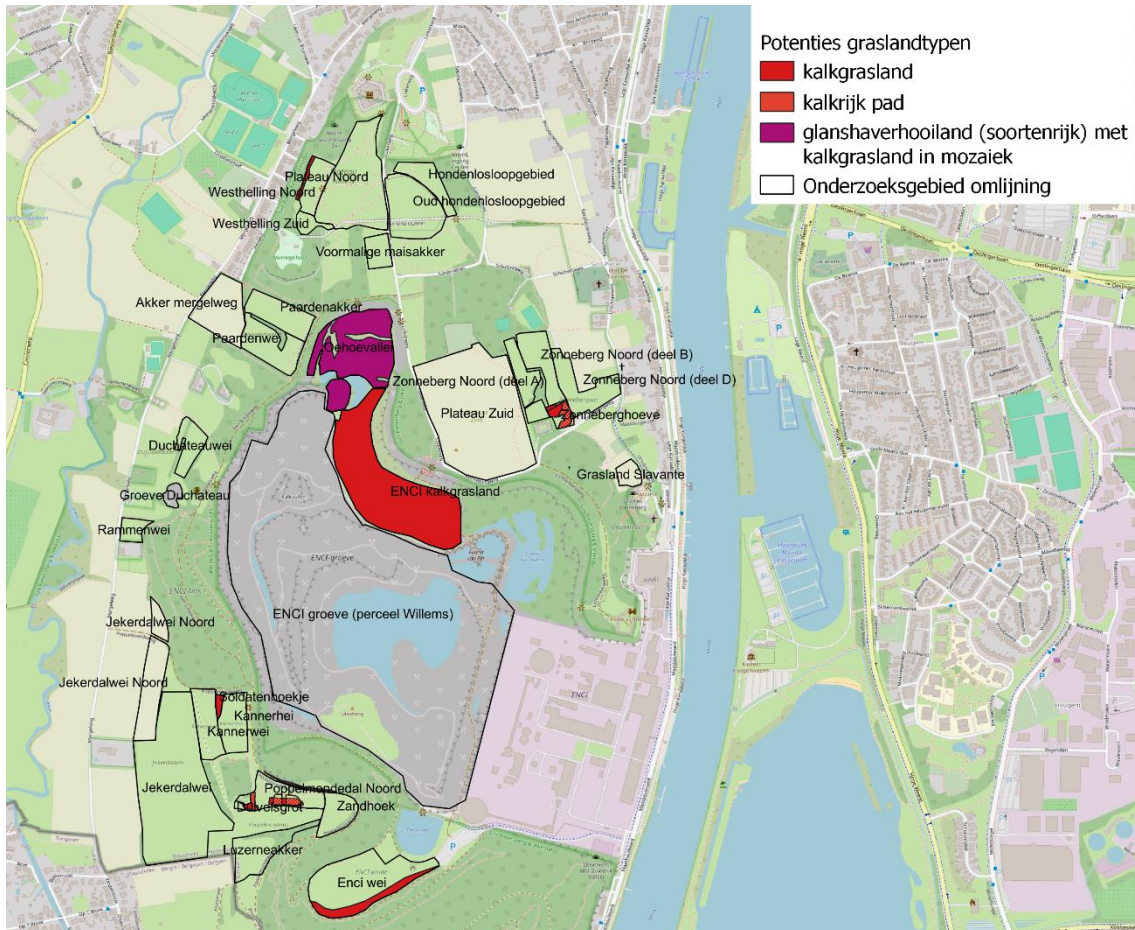
WONDKLAVER: Wondklaver staat te boek als een regulier optredende soort van het kalkgrasland, maar schijn bedriegt: de soort is minder algemeen dan wordt verondersteld en laat de voorbije decennia een aanzienlijke achteruitgang zien. Ook voor deze soort geldt dat de verspreidingskaart van FLORON, met 514 atlasblokken na 2000, een sterk vertekend beeld geeft, omdat veel van de waarnemingen betrekking hebben op verwilderde exemplaren. De soort is een populair bestanddeel van de vele zaadmengsels die in de handel worden aangeboden, waarbij het meestal om niet-inheems, veelal doorgekweekt materiaal gaat. In natuurherstelprojecten is het van groot belang dat uitsluitend gewerkt wordt met genetisch materiaal van bekende, regionale (heuvelland) herkomst. Wondklaver is in dit verband van bijzondere betekenis, omdat het de waardplant is van het uitgestorven Dwergblauwtje. De bronlocaties van de Sint-Pietersberg zijn hierbij zeker van belang, waar de soort momenteel

nog in goed ontwikkelde vorm wordt aangetroffen op het klein stukje kalkgrasland van de Kannerhei, op het Plateau ten zuiden van het Fort en op en nabij de Duivelsgrot in het Poppelmondedal Noord. De Wever (1938) vermeldt dat de soort naast haar voorkomen op de Belgische delen van de Sint-Pietersberg nog voorkomt op open zonnige plekken op de westhelling, waarbij het zou gaan in een vorm (*kerneri*) met zijdeachtig behaarde stengels. Hij voegt daaraan toe dat ze sinds onheuglijke tijden met voedergewassen is aangevoerd maar sinds lang is ingeburgerd, net als “op heel veel andere heuvels in het krijtland”.

JENEVERBES: In de tijd dat de hellingen van de Sint-Pietersberg nog weinig met loofhout begroeid was, moet de Jeneverbes er zeer talrijk zijn geweest, maar tegenwoordig komt ze er nog maar sporadisch voor, zo concludeert De Wever in 1938. Het gaat daarbij steeds om kleine, hooguit tot één meter hoge struikjes “zoals overal op de krijtheuvels”, terwijl dezelfde soort in heidegebieden, zoals bij Brunssum, krachtige tot boomvormige struiken wist te vormen. De struiken op de krijtheuvels dragen wel nog vruchten, schrijft De Wever, maar de struiken verminderen overal met het jaar in grootte en aantal. Vervolgens is het verder bergafwaarts gegaan met de Jeneverbes in het Mergelland, waarna Henk Hillegers bijna vijftig jaar geleden de noodklok luidde met een artikel in het *Natuurhistorisch Maandblad*, waarin hij aangaf dat de soort voor het Mergelland als uitgestorven moest worden beschouwd. Wat het voorkomen in kalkgrasland betreft waren tien jaar eerder de laatste planten (het betrof kiemplanten) letterlijk in rook opgegaan bij het uitvoeren van brandbeheer op de Kunderberg. Wel is nog oorspronkelijk genetisch materiaal van de krijtheuvels aanwezig in tuinen; het uitgraven van struiken in het wild en het overplanten daarvan naar tuinen was een bekend gegeven (De Wever 1928). De auteur concludeert in zijn betoog dat het de hoogste tijd is voor een reddingsactie Jeneverbes (Hillegers 1985), waarbij planten van oorspronkelijk inheemse materiaal worden opgekweekt die vervolgens als zaadbron kunnen dienen. Jeneverbes kan via zaden of als kleine (jonge) struikjes worden uitgezet. Belangrijk is dat zoveel mogelijk regionaal (heuvelland) materiaal wordt gebruikt om de genetische identiteit van het heuvelland te handhaven.

DUITSE GENTIAAN: Maar liefst drie soorten gentianen spelen een prominente rol in de droge graslanden van het Mergelland, waarvan Duitse gentiaan (*Gentianella germanica*) en Franjegentiaan (*Gentianopsis ciliata*) deel uitmaken van het soortengarnituur van de kalkgraslanden, terwijl de Veldgentiaan aan heischrale graslanden is gebonden (zie de beschrijving onder Paragraaf 2.1.2). De Franjegentiaan is voor zover bekend nooit op de Sint-Pietersberg aangetroffen, op het Nederlandse deel noch op het Belgische deel, maar de Duitse gentiaan heeft ooit sommige plekken van de Sint-Pietersberg blauw gekleurd, getuige de beschrijvingen van De Wever (1938). Bij de uitgave van *De Sint Pieterberg* in 1938 was dit al zo’n dertig jaar verleden tijd. De Wever vermeldt dat de soort wel nog aanwezig is: “op voedzame plekken prachtplanten van 75cm hoog, van onder af vertakt met wel 80 bloemen”, op zeer dorre plaatsen waren het slechts dwergjes van 5cm met soms maar een enkel bloempje”. Hij volgt zijn betoog (pg. 221) met enkele interessante ecologische waarnemingen. Zo schrijft hij dat de gentianen druk worden bezocht door honingbijen en hommels, waarna zich veel kiemkrachtig zaad vormt dat onder normale omstandigheden direct ontkiemt. Een deel van de zaden ontkiemt in het voorjaar, maar ook kan het gebeuren dat de zaden vier jaar liggen voordat ze opkomen. Op het Nederlandse deel is de Duitse gentiaan al vele decennia niet meer waargenomen, maar wel is nog met een tweetal (betrekkelijk kleine) populaties aanwezig op het Belgische deel van de Sint-Pietersberg bij Wonck op de Coteau du Tunnel (in beheer bij Natagora) en aansluitend op het erboven gelegen Dessus le Long Thier (niet beheerd). Elders in Zuid-Limburg is de soort nog bekend van vijf plekken en, met uitzondering van de Laamhei en het Gerendal, met slechts zeer geringe aantallen (Schaminée et al. 2022a,

2022b). In het kader van Operatie Peperboompje is een actieplan opgezet om de soort plaatselijk te versterken (op de Wylre-akkers), in dit kader is het denkbaar de Sint-Pietersberg in dit herstelproject te betrekken, waarbij het kalkgrasland aan de voet van de Kannerhei de meest geschikte locatie lijkt. Om risico's te spreiden, zowel ecologische risico's als verstoring door mensen, is het raadzaam eventuele versterkingen op meerdere plekken uit te voeren.



5.3.1 Maatregelen

Om (verdere) ontwikkeling van kalkgraslandvegetatie te stimuleren adviseren we de volgende (aanvullende) maatregelen:

Het plaggen van de toplaag van de bodem (zode en 10cm minerale bodem verwijderen) op de deelgebieden Poppelmondedal Noord (zie ook maatregelen t.b.v. Heischraal grasland daar) en de Zonneberghoeve (zie bijlage 6). Dit plaggen kan kleinschalig (bijvoorbeeld stukken van 300m² tot 1000m²) en gefaseerd over verschillende jaren worden uitgevoerd. Een dergelijke gefaseerde uitvoer maakt het makkelijker om geschikt bronmateriaal (maaisel) te verkrijgen en op te brengen. Daarbij is het ook zinvol omdat men hiermee het risico op mislukte kieming van zaad in donormaaisel spreidt over meerdere jaren en daarmee de kansen op succes vergroot. Tenslotte kan men het effect van de maatregel gedurende de jaren beter evalueren en eventueel tussentijds bijsturen.

Het verwijderen van een strook bos over een lengte van ca 10m en het wegschrappen strooisel op Westhelling Noord (zie bijlage 6) kan ook zeer kansrijk zijn voor kalkgraslandontwikkeling en wordt zeker ook aangeraden.

Het advies is om niet alles in een keer te plaggen om een te grote verstoring en het tijdelijk ontbreken van “stepping stones” te voorkomen. In deelgebied Poppelmondedal Noord staan twee te plaggen stroken weergegeven. Hiervan heeft de strook dichtbij de Duivelsgrot het meeste potentie voor kalkgrasland gezien de zeer ondiepe kalklagen onder maaiveld. Daarnaast is het plaggen van een deel van het grasland bij Hoeve zonneberg (het talud) zeer kansrijk. Wij adviseren om met deze twee stroken te beginnen. Vervolgens kan men in een latere fase het middelste deel van Poppelmondedal Noord, een deel van de Westhelling Noord en de overige delen van Zonneberghoeve plaggen en er maaisel op aanbrengen.

Na plaggen (Poppelmondedal Noord en Zonneberghoeve) en wegschrapen strooisel (Westhelling Noord) zal men maaisel van kalkgraslanden willen opbrengen voor het terugdringen van erosie en het sneller doen opkomen van gewenste kalkgraslandvegetatie. Bronlocaties voor kalkgrasland maaisel worden bij voorkeur uit het Maasdal gehaald. Geschikte bronlocaties zijn: Kannerhei, Zure Dries, Bemelerberg, Wolfskop, en kalkgraslanden op het Belgische deel Sint-Pietersberg.

Het maaisel kan worden aangevuld met zaden van specifieke doelsoorten (zie actieplan soorten). Zaden kunnen bij voorkeur via versterkingsprogramma's zoals bijvoorbeeld project Peperboompje of via de zadenbank van Het Levend Archief worden verkregen. Duitse gentiaan wordt reeds versterkt op diverse terreinen in Zuid Limburg via project Peperboompje en kan mogelijk ook hier worden geïntroduceerd.

5.4 Pioniergraslanden op kalk

Groeve Duchateau en de Duivelsgrot zijn twee klassieke locaties op het Nederlandse deel van de Sint-Pietersberg met het habitatype Pioniergraslanden op kalk. Ze hebben beide hun eigen verhaal. In het geval van Groeve Duchateau, die zijn faam onder andere te danken heeft aan het massale voorkomen van Bleek schildzaad (*Alyssum alyssoides*), die nergens anders in het Mergelland wordt aangetroffen en daarbuiten in ons land slechts op één plekje in de kalkrijke duinen van Berkheide (in een kleine en uiterst kwetsbare populatie), is onmiskenbaar sprake van herstel na het uitvoeren van allerlei gerichte herstel- en beheersmaatregelen. De pioniergraslanden hier behoren momenteel, samen met die van de Bemelerberg, tot de beste van ons land. Op deze plek is de laatste jaren ook veel wetenschappelijk onderzoek verricht, onder andere naar dispersie, waarbij duidelijk is geworden hoe zeer de desbetreffende soort in dit opzicht gelimiteerd zijn (zie Bakker et al. 2020). De belangrijkste winst die momenteel in Groeve Duchateau behaald zou kunnen worden, is het herstel van de graslanden in de directe nabijheid van de rotsranden, waar ook kalkgrasland tot de mogelijkheden behoort. Hier zou de voedselrijke top laag van de desbetreffende, momenteel niet kwalificerende graslanden verwijderd moeten worden, gevolgd door beweiding met schapen, zoals in de groeve al wordt toegepast. Het verhaal van de Duivelsgrot is minder positief. Deze locatie heeft in de voorbije decennia veel van zijn kwaliteiten prijsgegeven, deels als gevolg van overmatige recreatie. In een opname van Victor Westhoff uit 1950 staan onder andere de volgende soorten vermeld: Plat beemdgras, Muurpeper, Wit vetkruid (*Sedum album*), Geel zonneroosje, Kandelaartje, Kleine steentijm, Voorjaarsganzerik, de inmiddels uitgestorven Kruismuur, en als klapper op de vuurpijl Kalkaster (*Aster linosyris*), een soort van mergelrotsranden in Midden-Europa, die nooit eerder – en ook niet meer daarna – in dergelijke omgeving in ons land is waargenomen (Schaminée et al. 2021). Gelukkig is inmiddels paal en perk gesteld aan de overmatige betreding, maar voor het herstel van het habitatype is meer nodig; zo zullen veel van de gewenste soorten de plek niet uit eigen kracht weten te bereiken.

Een bijzondere positie in dit verband neemt de ENCI-groeve in, waar in de loop van de tijd een aantal van de voor pioniergraslanden op kalksteen kenmerkende soorten voet aan wal hebben weten te krijgen. In het bijzonder geldt dit voor Plat beemdgras, Stijf hardgras, Kandelaartje en Tengere veldmuur. De laatste soort heeft in de ENCI-groeve op dit moment zelfs verreweg de grootste groeiplaats van ons land. Bakker et al. (2021) gaan in hun beschouwing over de pioniergraslanden op kalk uitvoerig in op de betekenis van recent aan de natuurbescherming overgedragen, eertijds commercieel geëxploiteerde mergelgroeven, waarbij ze concluderen dat deze vooral van betekenis kunnen zijn, wanneer deze een grote oppervlakte beslaan en er nog bronpopulaties van de kenmerkende soorten in de buurt aanwezig zijn. In deze groeven komen op grote schaal mergelrichels en randen voor, waar zich de gewenste begroeiingen mogelijk verder kunnen ontwikkelen. Een absolute voorwaarde is wel dat de groeiplaatsen vrij blijven van opslag met houtige gewassen en volop door de zon beschenen kunnen worden. De groeievloer kan ook van betekenis zijn voor pioniergemeenschappen op kalk, op voorwaarde dat kalksteen direct aan het oppervlakte ligt en niet begroeid raakt met struiken en bomen. Het gaat hierbij om begroeiingen met een eigen set aan (bijzondere) soorten. We noemen in dit verband Rozetsteenkens (*Arabidopsis arenosa*) en Grijs havikskruid (*Pilosella piloselloides*), die beide in de ENCI-groeve een omvangrijke populatie hebben weten op de bouwen. De ENCI-groeve lijkt ook een geschikte locatie voor het versterken van de populatie van Kalketrip (*Centaurea calcitrapa*) in ons land, die op de Sint-Pietersberg zijn enige vindplaats in ons land heeft (zie verderop).

Tenslotte bevinden zich in de Oehoevallei enkele kalkrichels en dunne kalkbodems waar dit habitat tot ontwikkeling lijkt te komen. Het gebied is echter zeer heterogeen en daardoor zeer lastig aan 1 graslandtype toe te schrijven. Duidelijk wel is dat er veel stikstof in de noordhelling van het gebied zit waardoor nitrofiële soorten hier woekeren.

Actiesoorten



Kalketrip (*Centaurea calcitrapa*) langs een stenig pad aan de zuidkant van het Poppelmondedal, de enige vindplaats van de soort in ons land waar de soort van nature voorkomt en als inheems beschouwd kan worden (Foto: Joop Schaminée).

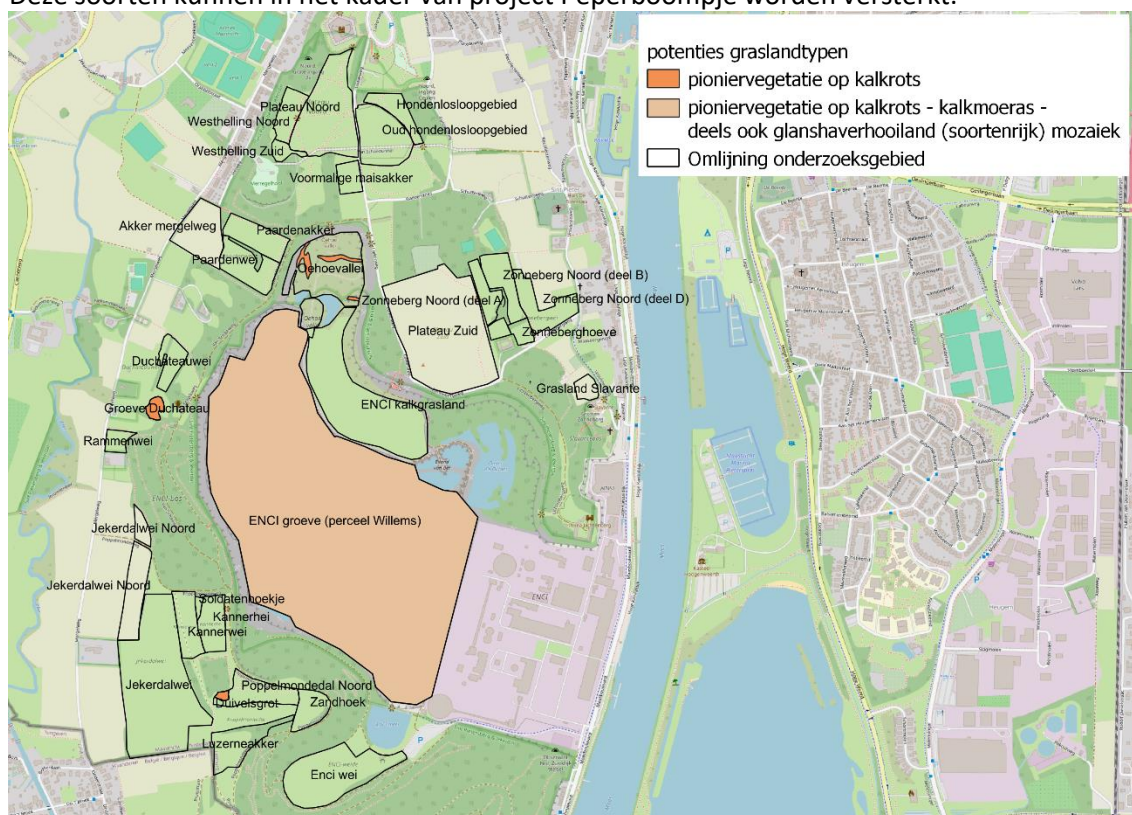
KALKETRIP: De vindplaats van Kalketrip op de Sint-Pietersberg bevindt zich aan de zuidkant van het Poppelmondedal, op het stenige pad dat langs de helling omhoog voert en op de daarop aansluitende veldweg aan de bovenrand van de helling, waarbij het gaat om enkele tientallen

planten. In het verleden heeft de soort hier meer dan zestig jaar standgehouden, tot 1964, waarna ze sinds 1989 weer op dezelfde plek bestendig aanwezig is. Volgens Weeda behoorde Kalketrip vroeger tot de Nederlandse flora maar trad de soort ten tijde van de uitgave van het vierde deel van de *Nederlandse oecologische flora* (Weeda et al., 1991) hooguit nog adventief op. Ook in België is de vraag of de soort tot de inheemse flora moet worden gerekend dan wel als een adventieve soort te boek moet worden gesteld. Het huidige voorkomen van de soort op de Nederlandse Sint-Pietersberg en de standplaats die ze hier inneemt, rechtvaardigt volgens ons echter niet alleen het toekennen van de status inheems aan deze soort, zowel in het verleden als in de huidige tijd, maar ook de voorgestelde inspanningen om de soort in Nederland en België een duurzame toekomst te bieden. In 2023 is hiertoe een eerste aanzet gedaan door, in het kader van de werkzaamheden van project Peperoompje, zaden van de populatie in het Poppelmondedal te verzamelen en op te kweken voor versterkingen in de ENCI groeve. Het gaat hierbij in eerste instantie om risicospreiding, waartoe in de groeve twee plekken zijn geselecteerd.

5.4.1 Maatregelen

Maatregelen voor dit grasland type betreffen het plaggen/wegschrapen van de toplaag rondom Groeve Duchateau. Deze maatregel is in dit onderzoek niet verder onderzocht maar is reeds eerder in het kader van de PAS geprobeerd. De ontwikkelingen op deze geplagde delen lijken succesvol.

Verdere maatregelen betreft vooral het inbrengen van de zeer zeldzame soorten van dit milieu. De meeste karakteristieke soorten van dit vegetatietype hebben een beperkte verspreidingscapaciteit en komen soms slechts alleen in kleine, kwetsbare populaties voor. Deze soorten kunnen in het kader van project Peperboompje worden versterkt.



5.5 Glanshaverhooilanden

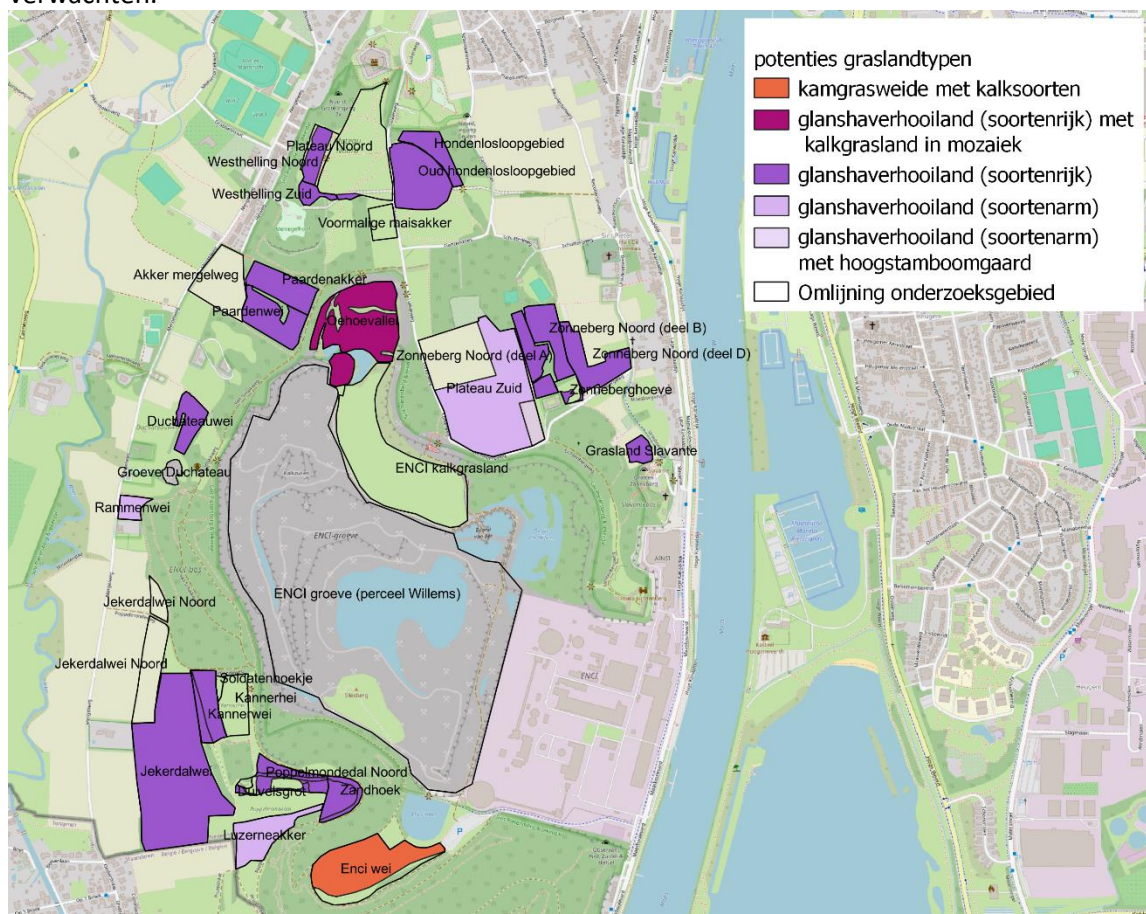
Dankzij het uitgevoerde beheer van de laatste decennia, gericht op verschraling en instandhouding, door hooien (tweemaal jaarlijks) en begrazen, laten de Glanshaverhooilanden op de Sint-Pietersberg een positieve ontwikkeling zien, waarbij de begroeiingen ook steeds bloemrijker worden. Veel van de in Paragraaf 2.1.5 genoemde soorten van deze graslanden zijn algemeen aanwezig, maar ook minder algemene soorten zijn inmiddels plaatselijk van de partij, zoals Veldsalie en Knolsteenbreek (zie verderop). Verder noemen we onder andere Klavervreter (*Orobancha minor*), Wilde marjolein (*Origanum vulgare*), Gewone agrimonie (*Agrimonia eupatoria*), Ruige leeuwentand en Knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*). Een belangrijke rol bij dit herstel is weggelegd voor de ratelaren, waarbij het in Zuid-Limburg om twee soorten gaat, de Harige ratelaar (*Rhinanthus alecterolophus*) en de Kleine ratelaar (*Rhinanthus minor*). Dit zijn eenjarige halfparasieten die woekeren op de wortels van grassen en die door de grote aantallen waarin ze optreden deze een gevoelige klap kunnen toedienen en daarmee als het ware een (gratis) extra beheerinstrument vormen. In het verleden waren beide soorten betrekkelijk zeldzaam in het Mergelland (Hillegers 1983), maar beide soorten zijn met een ongekeerde opmars bezig. De ambitie is om het areaal aan Glanshaverhooilanden de komende jaren fors te vergroten (Kleisterlee et al. 2021), waartoe zeker goede mogelijkheden bestaan. Kansrijk bijvoorbeeld zijn de graslanden op de Kannerwei en het Poppelmondedal (Poppelmondedal Noord, Zandhoek, Jekerdalwei en Kannerwei) en in de omgeving van Hoeve Zonneberg (Zonneberg Noord).



Grasland aan de zuidzijde van het Poppelmondedal, mei 2023. Door een zorgvuldig uitgevoerd hooilandbeheer komen hier soortenrijke Glanshaverhooilanden tot ontwikkeling met soorten als Veldsalie (*Salvia pratensis*) en Knolsteenbreek (*Saxifraga granulata*) (Foto: Joop Schaminée).

Binnen dit graslandtype onderscheiden we potenties voor soortenrijke glanshaverhooilanden en soortenarme glanshaverhooilanden. Met de eerste bedoelen we soortenrijke glanshaverhooilanden zoals hierboven beschreven met vaak kalkminnende soorten en soms zelfs overgangen naar kalkgrasland. In een beweide vorm spreken we dan over kamgrasweide met kalkminnende soorten. Soortenarme vormen van het glanshaverhooiland komen ook voor en zijn vaak voedselrijker (met name stikstof en fosfor) en vaak ook iets zuurder met een

lagere buffering. Spectaculaire soorten zijn in deze laatste typen niet op korte termijn te verwachten.



5.5.1 Maatregelen

Voor dit graslandtype zijn de maatregelen voornamelijk het uitwisselen van maaisel. Dit kan volledig intern (binnen de Sint-Pietersberg) omdat maaisel van soortenrijke glanshaverhooilanden lokaal aanwezig is waarin de populaties van doelsoorten ook voldoende groot zijn (zoals de Zandhoek in het Poppelmondedal, Kannerwei en zelfs enkele delen van het Jekerdal).

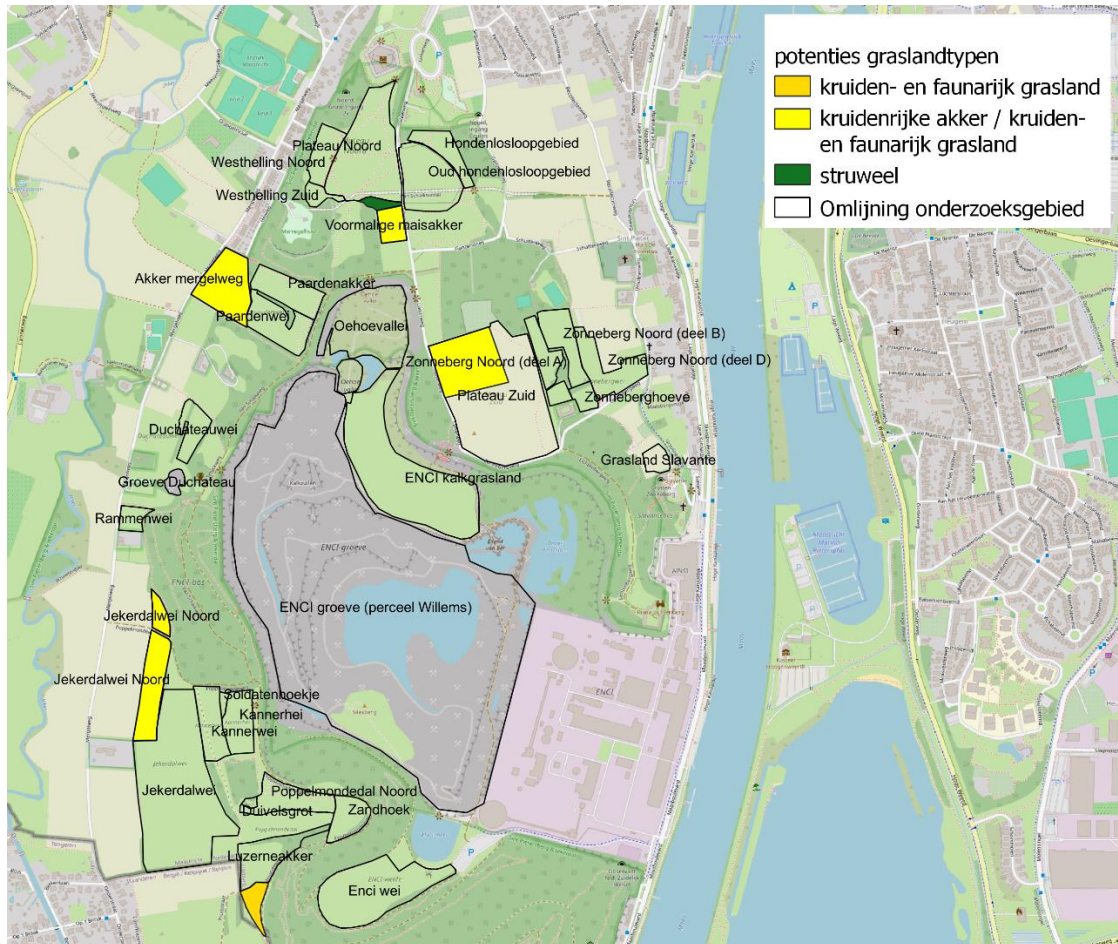
In veel gevallen is het wel nodig om de graslanden verder te verschrallen middels (gefaseerd) extra maaien.

Alvorens het opbrengen van maaisel uit een donorgrasland wordt uitgevoerd moet het doelgrasland zeer kort worden gemaaid om de vestigingskansen van in het maaisel aanwezige soorten te verhogen.

5.6 Kruidenrijke graslanden en kruidenrijke akkers

De kruidenrijke graslanden op de Sint-Pietersberg omvatten een breed palet aan gemeenschappen, waartoe ook de akkers kunnen worden gerekend. Deze waren in het verleden niet alleen wijdverbreid (akkers waren in alle delen van het gebied aanwezig zoals te zien is op de vegetatiekaart uit 1950), maar ook bijzonder soortenrijk, en dit betrof zowel hakvruchtakkers als graanakkers (zie bijlage 3). Akkers behoren tot de zorgenkindjes van de natuurbescherming, terwijl ze van alle ecosystemen in ons land het grootste aantal Rode Lijst soorten uit de meest bedreigde categorie (ernstig bedreigd en verdwenen) bevatten (Sparrus et al. 2014). Het is dan ook een goede zaak dat Natuurmonumenten vol inzet op het herstel

van akkers. En met succes, zoals met name de ontwikkeling van de graanakker aan de voet van het Poppelmondedal laat zien, met de terugkeer van soorten als Spiesleeuwenbek (*Kickxia elatine*), Kleine wolfsmelk (*Euphorbia exigua*), Aardaker (*Lathyrus tuberosus*) en Getande veldsla (*Valerianella dentata*).



5.6.1 Maatregelen

In de meeste gevallen bereiken fosfor en stikstof tot diep in het bodemprofiel zeer hoge concentraties en kan men op korte en middellange termijn (binnen 30 jaar) zonder drastische maatregelen zoals uitmijnen of afgraven geen ontwikkeling naar schraalland of soortenrijkglanshaverhooiland verwachten. De hoge voedselrijkdom van sommige percelen belemmert de ontwikkeling naar soortenrijkglanshaverhooiland. Echter voor veel kruiden- en faunarijke graslanden wordt geadviseerd om niet te plaggen omdat fosfor en stikstof tot diep in het profiel hoge concentraties bereiken waardoor erg veel moet worden afgegraven om tot schrale omstandigheden te kunnen geraken.

Uitmijnen is een alternatief. Het is een dure maatregel die lange tijd moet worden volgehouden (zie rapportage bijvoorbeeld Pays Mosan). Om de efficiëntie van uitmijnen te verhogen wordt een specifiek mengsel ingezaaid (vaak een gras-klavermengsel) en wordt bemest met kalium en soms ook stikstof. In de hellinggraslanden adviseren we geen stikstofbijmesting als er risico is op het wegspoelen van stikstof naar lager gelegen gevoelig schraal habitat. In dit geval is men gebonden aan natuurlijke stikstoffixeerders zoals klavers. Uitmijnen resulteert dus ook in het terugzetten van de ontwikkeling omdat er overgeschakeld

wordt naar een gras-klover mengsel (of een boekweit teelt) en wordt daarom ook alleen geadviseerd in de gebieden die nu nog niet al een goede graslandontwikkeling laten zien.

In sommige gevallen kan men wellicht beter kiezen voor het tijdelijk akkeren zoals de percelen op het plateau en aan de westzijde van de Sint-Pietersberg.

6 Aanvullende overwegingen

Bij het opbrengen van maaisel op een reeds bestaand grasland (in feite is men dan bezig met het transporteren van zaden van het ene naar het andere grasland) is het wenselijk dat het “doel-grasland” kort is wanneer het maaisel wordt aangebracht. Dit kan gerealiseerd worden door zeer kort te maaien of door drukbegrazing. Een recent onderzoek door WUR heeft aangetoond dat frezen niet wenselijk is omdat het in perioden van droogte kan resulteren in extreme uitdroging van de top laag van de bodem waardoor kieming geremd wordt en reeds gekiemde zaden meteen doodgaan (on gepubliceerde data). De grasmat is dan te kort en de bodem te open om enige beschutting tegen droogte te bieden. Uit hetzelfde experiment met maaisel van glanshaverhooiland bleek dat zeer kort maaien van het doel-grasland een positieve uitwerking had op de kieming en vestiging van doelsoorten als ratelaar en streepzaad in dit grasland.

Maaisel moet bij voorkeur op dezelfde dag van maaien verwerkt worden op de doellocatie. Bij het kiezen van de bronlocaties moet men streng selecteren en waken dat men geen ongewenste soorten zoals Bergdravik of Duinriet meeneemt, of soorten zonder historie op de Sint-Pietersberg. Voor selecteren van bronlocaties heeft het daarom de voorkeur om het zoekgebied te beperken tot de Maasvallei (incl. Belgische deel) en aanliggende droogdalen.

Bij versterking van specifieke aandacht/actiesoorten adviseren we aan te sluiten bij lopende projecten of initiatieven als Het Levend Archief. Hierbij kunnen zaden van verschillende heuvelland populaties met vergelijkbaar habitat worden verzameld. Bij zeldzame soorten heeft het mengen van zaden van verschillende heuvelland populaties en het verzamelen van zaden in grote populaties (indien aanwezig) de voorkeur aangezien dit doorgaans tot een hogere genetische diversiteit leidt. Bij het verzamelen van zaden adviseren we de richtlijnen van Het Levend Archief te hanteren (www.hetlevendarchief.nl). Belangrijk is om altijd met grote aantallen te werken, wetende dat kieming- en vestigingspercentages van 1% of nog veel lager heel normaal zijn onder natuurlijke omstandigheden, en dat gestreefd moeten worden om op lange termijn naar minimale populatiegroottes van enkele honderden individuen toe te werken. Het verbinden van (sub)populaties is daarom vaak essentieel om naar deze minimale grootte toe te kunnen groeien.

Een relatief nieuwe drukfactor waarmee rekening moet worden gehouden is het effect van klimaatverandering op de ontwikkeling van de graslanden. Ondanks het feit dat veel graslandtypen goed overweg kunnen met droogte en warmere temperaturen worden toch verschuivingen in de huidige samenstelling en structuur van graslanden, als gevolg van klimaatveranderingen, verwacht. Een van de verwachtingen is een verschuiving naar meer diep-wortelende soorten die beter kunnen standhouden op drogere standplaatsen. Daarnaast kan de productiviteit in de zomer, in droge perioden, sterk afnemen terwijl het groeiseizoen langer wordt met een hogere productiviteit in het voorjaar en de nazomer en herfst. Door een langer groeiseizoen in het najaar zal het risico op vervilting door te hoge grassen toenemen wanneer extra maaien of nabeweidings uitblijft. Als gevolg moet het reguliere beheer en ook het betreffende aanloopbeheer en de herstelmaatregelen hierop inspelen. Maai-beheer moet vooral flexibeler kunnen worden ingezet om rekening te houden met de vroege hoge productie. Bij aanloopbeheer is de focus op maaidata niet van belang maar kan men het beste kijken naar de fenologie van doelsoorten en graslanden. Zo kan het zijn dat de eerste maaibeurt eerder in het jaar zal moeten plaatsvinden om woekerende grassen zoals Gestreepte witbol en Kroppaar zeer kort te maaien, en dat de laatste maaibeurt later in het jaar wordt uitgevoerd zodat de vegetatie kort de winter in gaat. Maai-beheer is echter zeer

complex. Wat voor de ene soortgroep een gunstig maaitijdstip kan zijn, zal voor de andere soortgroep negatief kunnen uitpakken. Zo zijn er bijvoorbeeld spanningsvelden tussen vroegbloeiende en laatbloeiende soorten en tussen vegetatie en insecten. Om risico's voor verschillende soortgroepen te verminderen adviseren we een systeem van gefaseerd maaien. Gefaseerd maaien zal ook het meest geschikt om risico's van extreme droogte te verminderen. Ook begrazing kan adaptief worden ingezet; begrazing kan vaak eerder in het seizoen starten en langer in het najaar doorgaan.

(Gestuurde) begrazing is noodzakelijk in het gehele gebied. Vaak in aanvulling op maaibeheer. Bij alle verschrallingsmaatregelen die in het gebied getroffen worden bestaat het risico, met name in zeer droge zomers, dat er te weinig grassen (voedsel) aanwezig is voor de schapen. Omdat begrazing van groot belang is en ingezet moet kunnen worden gedurende verschillende periodes in het jaar, is het zinvol om na te denken over de inrichting van een schapenstal nabij het gebied waar schapen kunnen verblijven gedurende de nacht en ten tijde van voedselschaarste.

7 Literatuur

- Bakker, W., J.H.J. Schaminée & N. van Rooijen (2020). Pionierbegroeiingen op rotsbodems in Zuid-Limburg. Heden, verleden, en toekomst. *Natuurhistorisch Maandblad* 109 (9): 181-192.
- Bobbink, R. 1991. Effects of nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. *Journal of Applied Ecology* 28:28-41.
- Bobbink, R., L. Bik, and J. H. Willems. 1988. Effects of nitrogen-fertilization on vegetation structure and dominance of *Brachypodium pinnatum* (L) Beauv in chalk grassland. *Acta Botanica Neerlandica* 37:231-242.
- Bullock, J. M., and R. F. Pywell. 2005. *Rhinanthus*: a tool for restoring diverse grassland? *Folia Geobotanica* 40:273-288.
- Ceulemans, T., M. Hens, O. Honnay, and R. Merckx. 2009. Vermesting en soortenrijkdom in heischrale graslanden. *Natuur. focus* 8:90-95.
- De Graaf, M. C. C., R. Bobbink, P. J. M. Verbeek, and J. G. M. Roelofs. 1997. Aluminium toxicity and tolerance in three heathland species. *Water Air and Soil Pollution* 98:229-239.
- Graaf, D.T. de, B.G. Graatsma, R.W.J.M. van der Ham & J.H. Willems (1983). Flora en vegetatie van de Sint-Pietersberg: vergane glorie en behouden rijkdom. In: D.C. van Schaik et al. (1983), *De Sint-Pietersberg, met een aanvullend gedeelte van 1938-1983*. EF & EF, Thorn, pg. 487-524.
- de Schrijver, A., S. Schelfhout, and K. Verheyen. 2013. Onderzoek naar mogelijkheden voor natuurontwikkeling in de depressie van de Moervaart in relatie tot fosfor. Universiteit Gent.
- Diemont, W.H. & A.H.J.M. van de Ven (1953). De kalkgraslanden van Zuid-Limburg. A. De phanerogamen. *Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg* 6: 1-20.
- Dorland, E., T. Van den Broek, K. Eichhorn, and M. Courbois. 2019. Herstel van kruiden- en faunarijke graslanden in het droge zandlandschap. VBNE, Driebergen.
- Eichhorn, K., E. Brouwer, E. Dorland, R. Ketelaar, and T. van den Broek. 2020. Kruidenrijke natuurgraslanden ontwikkelen op fosfaatrijke grond : Wat is er mogelijk? *De Levende Natuur* 121:92-95.
- Geer, J.L.W. de (1814). *Plantarum Belgii Confoederati Indigenarum Spicilegium Alterum*, Utrecht.
- Harmsel, R. ter (2023). The history and current floristic and abiotic state of Dutch calcareous grasslands. Master thesis, Radboud University Nijmegen, 32 pp.
- Hennekens, S. M., N. A. C. Smits, and J. H. J. Schaminée. 2010. *SynBioSys Nederland versie 2*. Alterra, Wageningen.
- Hillegers, H.P.M. (1983) *Ratelaars in het Mergelland*. Rapport, Staatsbosbeheer, Consulentenschap Natuurbehoud in de Provincie Limburg.
- Hillegers, H.P.M. (1985). De Jeneverbes, uitgestorven in het Mergelland? *Natuurhistorisch Maandblad* 74: 42-44.
- Hillegers, H.P.M. (1993). *Heerdgang in Zuidelijk Limburg*. Een vorm van extensieve beweiding in verleden, heden en toekomst. Dissertatie Rijksuniversiteit Limburg. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg 40, 160 pp.
- Hillegers, H.P.M. & B. Reuten (1978). Het Mergellandschap. *Natuurhistorisch Maandblad* 67: 121-137.
- Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée (2003). *Europese Natuur in Nederland*. Habitattypen. Uitgeverij KNNV, Utrecht, 120 pp.
- Kleijn, D., R. M. Bekker, R. Bobbink, M. C. C. De Graaf, and J. G. M. Roelofs. 2008. In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species. *Journal of Applied Ecology* 45:680-687.
- Kleisterlee, F., T. Mulder, J. Sybenga & G. Bollen (2021). *Kwaliteitstoets Sint-Pietersberg 2015-2021*. Rapport Natuurmonumenten, Heerlen, 169 pp. Heerlen
- Kreutz, C.A.J. (1982). De Veldgentiaan, *Gentianella campestris* L. (Börner), terug in Zuid-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 71: 4-5.

- Mullekom, M. v., and S. A.J.P. 2016. Bodemchemisch onderzoek Voorstonden en Leusveld. BWARE, Nijmegen.
- Pywell, R. F., J. M. Bullock, K. J. Walker, S. J. Coulson, S. J. Gregory, and M. J. Stevenson. 2004. Facilitating grassland diversification using the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*. *Journal of applied Ecology* 41:880-887.
- Raman, M., T. De Dobbelaer, P. Vangansbeke, and A. De Schrijver. 2016. Potenties voor ontwikkeling van kwartelkoning en porseleinhoenhabitat in de Vallei van de Grote Nete. INBO.
- Schaik, D.C. van, et al. (1983), De Sint-Pietersberg, met een aanvullend gedeelte van 1938-1983. EF & EF, Thorn, pg. 198-257.
- Schaminée, J.H.J. (1984). Plantengemeenschappen van de Bemelerberg, een syntaxonomische beschouwing. In: H.P.M. Hillegers (red.), De Bemelerberg. Een bundel artikelen over de natuur- en cultuurhistorische betekenis van een droog schraallandreservaat in Zuid-Limburg. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg 34 (1-5): 21-32.
- Schaminée, J.H.J., S. Bohm, R. Erens, G. Oostermeijer, S. Luijten, N.M. van Rooijen & G. Verschoor (2022a). Gentianen in het Mergelland : de hoogste tijd voor actie. Deel 1: Inleiding, verspreiding, ecologie en levensstrategie. *Natuurhistorisch Maandblad* 111: 25-33.
- Schaminée, J.H.J., S. Bohm, R. Erens, G. Oostermeijer, S. Luijten, N.M. van Rooijen & G. Verschoor (2022b). Gentianen in het Mergelland : de hoogste tijd voor actie. Deel 2: Plantsociologische positie en toekomst. *Natuurhistorisch Maandblad* 111: 96-102.
- Schaminée, J.H.J., G.H.P. Dirkx & J.A.M. Janssen (2010). Grenzeloze natuur. De internationale betekenis van Nederland voor soorten, ecosystemen en landschappen. KNNV Uitgeverij, Zeist, 144 pp.
- Schaminée, J.H.J., S.M. Hennekens & N.M. van Rooijen (2021). Schatgraven in oude vegetatieopnamen. *Stratiotes* 56: 5-12.
- Schaminée, J.H.J. & J.H. Willems (1996). Festuco-Brometea. In: Schaminée et al., De Vegetatie van Nederland 3. Plantengemeenschappen van graslanden zomen en droge heiden. Opulus, Uppsala/Leiden: 145-162.
- Schelfhout, S., J. Mertens, M. P. Perring, M. Raman, L. Baeten, A. Demey, B. Reubens, S. Oosterlyncx, P. Gibson-Roy, and K. Verheyen. 2017. P-removal for restoration of *Nardus* grasslands on former agricultural land: cutting traditions. *Restoration Ecology* 25:178-187.
- Smits, N. A. C., and J. H. J. Schaminée. 2004. Schrale hellingen in Zuid-Limburg: een inventarisatie van bodem en vegetatie. 1566-7197, Alterra.
- Sparrus, R., B. Odé & R. Beringen (2014). Basisrapport Rode Lijst Vaatplanten 2012 volgens Nederlandse en IUCN criteria. FLORON, Nijmegen.
- Tilley, M. 2014. Karakterisatie van de nutriëntentoestand en de impact van maaibeheer in halfnatuurlijke graslanden. Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Gent.
- Van Calster, H., N. Cools, L. De Keersmaeker, L. Denys, C. Herr, A. Leyssen, S. Provoost, F. Vanderhaeghe, B. Vandevoorde, and J. Wouters. 2020. Gunstige abiotische bereiken voor vegetatietypes in Vlaanderen. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- van den Berg, L. J., P. Vergeer, T. C. Rich, S. M. Smart, D. Guest, and M. R. Ashmore. 2011. Direct and indirect effects of nitrogen deposition on species composition change in calcareous grasslands. *Global Change Biology* 17:1871-1883.
- van der Zee, F. F., R. Bobbink, R. Loeb, M. F. de Vries, J. G. B. Oostermeijer, S. H. Luijten, and M. C. C. de Graaf. 2017. Naar een Actieplan Heischrale graslanden: hoe behouden en herstellen we heischrale graslanden in Nederland? Rapport 2812, Wageningen Environmental Research.
- van der Zee, F. F., R. Bobbink, and J. G. B. Oostermeijer. 2020. Meer soorten op de hei: red het heischraal grasland. VBNE, Vereniging van Bos-en Natuurterreineigenaren, Zeist.
- Vandevoorde, B., P. Dhaluin, F. Van Lierop, R. Elsen, and E. Van den Bergh. 2019. Beheervoorstel voor de dijkvegetaties langs de Zeeschelde, Durme en Rupel (district 1 & 2). Rapporten van het Instituut voor Natuur-en Bosonderzoek in opdracht van Waterwegen en Zeekanaal nv. afdeling Zeeschelde, Brussel.

- Vangansbeke, P., A. De Schrijver, S. Schelfhout, and K. Verheyen. 2017. Onderzoek naar methodes voor abiotisch herstel van soortenrijke graslanden in het LIFE-project Pays Mosan.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra (1988). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3. IVN/VARA/VEWIN, Amsterdam, 302 pp.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra (1991). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 4. IVN/VARA/VEWIN, Amsterdam, 315 pp.
- Weijters, M., N. Smits, and R. Bobbink. 2015. Herstel van de heischrale vegetatie van de Zuid-Limburgse hellingen. *Natuurhistorisch maandblad* **104**:214-219.
- Wever, A. de (1928). Manuscript. Archief Natuurhistorisch Museum Maastricht, Maastricht.
- Wever, A. de (1938). Planten van den Sint-Pietersberg. In: D.C. van Schaik et al. (1983), *De Sint-Pietersberg, met een aanvullend gedeelte van 1938-1983*. EF & EF, Thorn, pg. 198-257.
- Willems, J.H. (1982a). Het Brachypodio-Sieglingietum Will. & Blanck. 1975 in Zuid-Limburg. *Gorteria* 11: 14-21.
- Willems, J.H. (1982b). *Parnassia palustris* L. in Zuid-Limburg. *Gorteria* 11: 99-106.
- Willems, J.H. (1987). Ons Krijtland Zuid-Limburg VI. Kalkgrasland in Zuid-Limburg. *Wetenschappelijke Mededelingen KNNV* 184, 42 pp.
- Willems, J.H. (2006). Herfstschroeforchis. Portret van een laatbloeier. Stichting Natuurpublicaties Limburg, 80 pp.
- Willems, J.H. & F.G. Blanckenborg (1975). Kalkgraslandvegetaties van de St. Pietersberg ten zuiden van Maastricht. *Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg* 25 (1): 5-24.

8 Bijlagen

- Bijlage 1. Resultaten bodemchemie
- Bijlage 2. Beschrijvingen en foto's bodemprofielen
- Bijlage 3. Vegetatiekartering Van Schaijk 1950
- Bijlage 4. ITERATIO analyse – resultaten pH
- Bijlage 5. Potentiekaarten per deelgebied
- Bijlage 6. Maatregelenkaart plaggen en bos verwijderen

Bijlage 1. Bodemchemie

Extratiemethode eenheid					Zout extract µmol/kg DW												Zout extract µmol/kg FW												Destructie mmol/kg DW	
Locatiegebied	Nr	cm-mv diepte	% OrgStof	kg DW / l FW Bulkdichthe	pH	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	OLSEN	PPO4	NH4	NO3	SO4	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	OLSEN	PPO4	NH4	NO3	SO4	Nt	Pt	
Duchateauwei	40	0_10	7.2	0.9	5.3	80	28065	23	553	4326	15	299	1.4	456	207	90	76	26574	22	524	4097	15	283	1.3	432	196	85	190	21	
Duchateauwei	41	0_10	7.4	0.9	5.1	72	27879	19	609	4839	26	64	0.0	919	201	165	67	25991	18	568	4511	24	60	0.0	857	187	154	193	16	
Duchateauwei	42	0_10	6.8	1.0	5.3	86	29151	23	539	4114	7	56	0.0	207	301	58	85	28853	22	534	4072	6	56	0.0	205	298	58	180	14	
Duchateauwei	43	0_10	8.1	0.9	6.9	61	35239	15	680	2128	0	96	1.3	0	499	0	58	33445	14	645	2020	0	91	1.3	0	474	0	238	13	
Duchateauwei	40	20_30	4.9	0.9	5.1	14	27196	3	240	2861	4	312	1.2	13	180	0	13	25751	3	228	2710	4	296	1.1	13	170	0	101	25	
Duchateauwei	42	20_30	4.5	1.0	5.4	42	26898	10	239	2611	2	21	1.2	61	78	0	41	26623	10	237	2584	2	21	1.2	61	77	0	91	10	
Duchateauwei	43	20_30	5.3	0.9	7.1	34	30695	10	381	1723	0	36	1.2	1	492	0	33	29133	9	361	1636	0	34	1.1	1	467	0	140	11	
Enci wei	27	0_10	10.4	1.0	7.2	15	31241	7	1273	1769	0	224	14.1	2711	2343	193	15	32037	7	1305	1815	0	229	14.5	2780	2403	198	270	19	
Enci wei	28	0_10	5.6	0.7	7.4	29	31024	10	1997	2739	0	106	12.6	178	731	85	21	22520	8	1450	1988	0	77	9.1	129	530	62	184	14	
Enci wei	29	0_10	8.0	1.1	7.4	15	31358	7	1655	2311	0	111	13.5	6	331	0	17	33581	8	1773	2475	0	119	14.4	6	354	0	172	11	
Enci wei	30	0_10	6.7	1.0	7.5	29	24454	10	5241	1718	0	64	10.0	127	522	123	30	25379	11	5439	1783	0	67	10.4	131	542	128	129	20	
Enci wei	31	0_10	5.4	1.1	7.5	21	24688	10	1086	942	0	28	16.7	79	8	62	23	27085	11	1191	1033	0	31	18.3	87	9	68	96	8	
Enci kalkgrasland	36	0_10	1.8	1.0	7.7	42	15483	13	956	1108	0	69	1.2	133	627	389	42	15571	13	962	1114	0	69	1.2	134	631	391	46	14	
Enci kalkgrasland	37	0_10	1.8	1.2	7.8	39	15901	10	772	1008	0	49	1.1	48	51	0	47	18885	11	917	1197	0	58	1.4	57	60	0	37	9	
Enci kalkgrasland	38	0_10	4.4	1.0	7.5	81	16961	18	1886	1649	1	116	2.6	477	364	401	80	16640	18	1851	1618	1	114	2.5	468	358	393	102	14	
Enci kalkgrasland	37	20_30	1.5	1.2	8.3	13	6493	6	319	359	0	194	3.5	10	10	0	16	7712	8	379	427	0	230	4.1	12	12	0	5	5	
Hoeve Zonneberg Noord deel B	71	0_10	8.3	1.1	6.7	69	34044	19	476	1838	0	563	5.3	6	691	65	76	37490	20	524	2024	0	620	5.9	6	761	71	244	27	
Hoeve Zonneberg Noord deel B	72	0_10	6.5	1.1	6.7	61	27592	16	610	1834	0	445	9.5	13	956	38	66	29733	18	657	1976	0	480	10.2	14	1030	41	146	20	
Hoeve Zonneberg Noord deel B	73	0_10	5.3	1.1	7.2	55	25938	20	2071	1908	0	197	2.4	5	515	0	63	29772	23	2377	2190	0	226	2.7	6	591	0	148	23	
Hoeve Zonneberg Noord deel B	74	0_10	6.0	0.8	7.1	57	24989	17	493	2219	0	288	0.0	357	616	120	46	19961	14	393	1773	0	230	0.0	285	492	96	141	21	
Hoeve Zonneberg Noord deel A	76	0_10	8.6	1.1	5.9	60	26164	25	617	2910	1	169	1.3	29	640	63	65	28443	27	670	3163	2	184	1.4	31	696	68	305	24	
Hoeve Zonneberg Noord deel A	77	0_10	8.5	1.0	5.5	113	24309	44	1249	3624	3	449	9.2	55	834	286	113	24212	44	1244	3610	3	448	9.2	55	830	285	302	26	
Hoeve Zonneberg Noord deel A	78	0_10	10.2	0.9	5.6	106	28358	29	471	3371	1	166	1.3	32	863	224	92	24663	26	410	2932	1	144	1.1	28	750	195	308	22	
Hoeve Zonneberg Noord deel A	79	0_10	10.8	0.9	5.8	120	24828	32	1834	3372	2	522	8.1	253	704	308	105	21817	28	1612	2963	1	459	7.1	222	619	271	305	26	
Hoeve Zonneberg Noord deel B	72	20_30	5.1	1.1	7.1	34	26347	10	520	1157	0	229	2.4	5	317	0	37	28392	11	561	1247	0	246	2.6	6	342	0	100	20	
Hoeve Zonneberg Noord deel B	74	20_30	4.2	0.8	7.2	27	27412	10	326	1587	0	291	2.3	5	325	0	22	21897	8	260	1268	0	232	1.9	4	259	0	96	20	
Hoeve Zonneberg Noord deel A	76	20_30	6.3	1.1	5.5	60	20937	16	601	1786	1	104	1.2	13	400	141	66	22761	18	654	1942	1	113	1.3	14	435	154	191	20	
Zonneberghoeve	67	0_10	3.9	1.0	7.3	59	23735	16	766	921	0	77	1.1	15	38	0	60	24167	16	780	937	0	78	1.2	15	38	0	148	11	
Zonneberghoeve	68	0_10	10.8	0.7	7.1	65	37338	20	1007	2098	0	138	0.0	41	169	160	45	25804	14	696	1450	0	96	0.0	28	117	110	287	20	
Zonneberghoeve	69	0_10	14.7	0.7	6.2	108	37266	22	427	3949	1	124	4.0	39	1007	196	78	26962	16	309	2857	1	90	2.9	28	729	141	369	23	
Hoeve Zonneberg Noord deel C	80	0_10	8.9	0.9	5.4	310	23772	96	4500	3559	3	190	2.8	70	1088	492	265	20318	82	3846	3042	3	162	2.4	60	930	420	269	22	
Zonneberghoeve	68	20_30	7.5	0.7	7.2	33	28359	10	508	1361	0	60	0.0	21	150	9	23	19599	7	351	940	0	42	0.0	14	103	7	129	13	
Zonneberghoeve	69	20_30	9.7	0.7	6.7	46	22144	10	363	665	0	116	1.1	28	360	37	33	16021	7	263	481	0	84	0.8	20	260	27	237	24	
Hoeve Zonneberg Noord deel C	80	20_30	5.8	0.9	5.6	276	21650	79	1369	2305	2	111	1.2	14	554	299	236	18505	67	1170	1970	1	95	1.1	12	474	255	167	17	
Jekerdalwei Noord	1	0_10	3.3	1.5	7.6	21	21057	10	2393	1733	0	724	37.4	195	1219	125	32	32186	15	3658	2648	0	1106	57.2	297	1863	191	84	20	
Jekerdalwei Noord	2	0_10	3.2	1.5	7.4	42	23993	14	6861	2985	0	1875	308.5	94	6301	316	65	37112	21	10613	4618	1	2900	477.1	146	9746	489	101	26	
Jekerdalwei Noord	3	0_10	3.8	1.5	7.5	14	28278	7	1833	1762	0	274	14.6	11	1059	63	21	42610	10	2762	2654	0	413	22.0	16	1595	95	109	20	
Jekerdalwei Noord	4	0_10	3.0	1.5	7.6	14	25326	7	1496	1584	0	193	13.4	5	744	650	22	39193	10	2315	2451	0	298	20.7	8	1151	1006	91	18	
Jekerdalwei Noord	5	0_10	3.7	1.5	7.5	22	26700	10	3146	2057	0	321	13.9	1	856	59	32	39854	16	4697	3071	0	480	20.7	2	1278	88	103	20	
Jekerdalwei Noord	1	20_30	3.5	1.5	7.6	7	21841	7	988	1514	0	590	27.3	73	946	6	10	33384	10	1510	2314	0	902	41.7	112	1445	9	79	21	
Jekerdalwei Noord	2	20_30	3.6	1.5	7.6	13	22266	6	1975	1485	0	635	12.7	61	1700															

Extractionmethode eenheid					Zout extract µmol/kg DW														Zout extract µmol/FW														Destructie mmol/kg DW	
	cm -mv	%	kg DW / IFW		pH	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	OLSEN_PPO4	NH4	NO3	SO4	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	OLSEN_PPO4	NH4	NO3	SO4	Nt	Pt							
Deelgebied	Nr	diepte	OrgStof	Bulkdichthe																														
Kannerwei	12	0_10	5.3	1.3	5.5	22	28891	11	254	3513	3	127	11.6	45	20	113	28	36305	13	320	4414	3	160	14.5	57	25	142	143						
Kannerwei	13	0_10	4.6	1.3	5.7	51	26928	18	303	4011	1	199	11.5	25	1	152	68	35607	23	400	5304	1	263	15.2	33	2	201	162						
Kannerhei	14	0_10	8.3	1.0	5.6	137	22061	37	1413	3175	2	64	15.9	64	377	349	138	22240	37	1425	3201	2	64	16.0	65	380	352	228						
Kannerhei	15	0_10	8.9	1.1	5.5	108	20630	30	373	2160	3	71	14.8	77	339	223	119	22732	33	411	2380	3	78	16.3	85	374	246	267						
Kannerhei	16	0_10	9.9	1.0	5.5	89	19931	27	949	2263	4	84	14.1	410	474	256	85	18945	26	902	2151	4	80	13.4	390	450	243	266						
Kannerwei	13	20_30	4.2	1.3	6.5	21	20436	3	196	2305	0	70	8.7	5	58	0	27	25680	4	247	2897	0	87	10.9	7	72	0	65						
Kannerhei	14	20_30	8.4	1.3	5.7	136	22088	37	2196	3214	2	28	6.6	9	117	0	180	29207	48	2904	4250	2	37	8.7	12	154	0	187						
Kannerhei	15	20_30	8.0	1.0	5.5	76	19773	22	576	1803	2	28	5.3	67	1	48	77	19933	22	581	1818	2	29	5.3	68	1	48	213						
Oehoevallei	32	0_10	1.0	1.2	8.1	20	20559	10	2336	1692	0	42	1.2	60	8	431	24	23912	11	2717	1968	0	48	1.4	70	9	501	22						
Oehoevallei	33	0_10	5.2	1.0	7.0	36	30391	10	2913	2884	0	174	1.2	6	66	0	35	29400	10	2818	2790	0	168	1.2	5	64	0	125						
Oehoevallei	34	0_10	4.8	0.9	7.3	47	25518	16	2281	1880	0	192	3.5	10	663	0	42	22910	15	2048	1688	0	172	3.2	9	595	0	135						
Oehoevallei	35	0_10	4.6	1.0	7.3	36	28456	10	1571	1406	0	71	1.2	3	236	0	34	27190	10	1501	1344	0	67	1.2	3	225	0	127						
Oehoevallei	33	20_30	2.2	1.0	7.3	0	30268	3	1199	1461	0	263	1.2	28	41	0	0	29281	3	1160	1414	0	254	1.1	27	40	0	18						
Paardenakker	54	0_10	6.4	0.9	5.6	73	18542	18	3771	2969	3	201	3.8	101	713	191	65	16588	16	3374	2656	3	180	3.4	90	638	171	181						
Paardenakker	55	0_10	6.4	1.0	5.3	67	23321	18	1033	3423	7	121	1.3	83	790	112	65	22360	17	990	3282	6	116	1.2	80	758	107	155						
Paardenwei	56	0_10	6.5	0.9	5.4	62	23909	22	3190	4936	3	741	8.0	30	941	0	55	21444	20	2861	4427	3	665	7.2	27	844	0	191						
Paardenwei	57	0_10	7.4	0.9	5.0	90	27150	24	843	4759	8	184	1.4	457	1388	0	80	24210	21	752	4243	7	164	1.3	408	1238	0	201						
Paardenwei	58	0_10	6.5	0.9	5.3	69	23278	22	425	3181	3	480	6.7	468	840	173	66	22061	21	403	3015	3	455	6.4	443	796	164	175						
Akker mergelweg	59	0_10	5.0	1.3	5.9	28	26961	10	1500	4649	0	1111	13.4	1	1581	0	36	34667	13	1929	5978	0	1429	17.3	2	2033	0	80						
Akker mergelweg	60	0_10	4.4	1.3	6.8	14	31585	7	469	2639	0	761	5.9	1	463	0	18	42119	9	625	3519	0	1015	7.9	2	618	0	84						
Paardenakker	54	20_30	5.1	0.9	5.3	56	17387	13	1201	1685	6	168	1.2	257	553	26	50	15554	12	1074	1508	6	150	1.1	230	494	23	134						
Paardenakker	55	20_30	5.3	1.0	5.2	29	23883	7	451	2795	5	155	1.3	176	573	0	28	22899	7	432	2680	5	148	1.2	168	550	0	134						
Paardenwei	56	20_30	4.2	0.9	5.4	28	20906	7	4045	3479	2	421	2.4	21	347	0	25	18750	6	3628	3120	2	378	2.2	19	311	0	104						
Paardenwei	58	20_30	3.8	0.9	5.2	35	22728	10	193	1797	2	533	4.9	5	194	0	33	21540	10	183	1703	2	505	4.6	5	184	0	97						
Akker mergelweg	59	20_30	3.6	1.3	5.7	14	26340	7	808	4413	1	1142	13.2	48	953	52	18	33868	9	1039	5675	1	1469	17.0	61	1225	66	80						
Akker mergelweg	60	20_30	4.1	1.3	6.8	20	30686	7	517	2867	0	993	13.1	1	475	0	27	40920	9	690	3824	0	1325	17.4	2	634	0	86						
Hondenlosloopgebied	45	0_10	11.5	0.9	5.3	83	34026	20	344	4615	3	436	8.7	54	327	0	76	31025	18	314	4208	3	398	7.9	50	298	0	279						
Oud hondenlosloopgebied	44	0_10	11.0	0.9	5.2	123	23351	26	635	2965	12	122	0.0	805	512	215	112	21357	24	581	2712	11	111	0.0	737	468	197	293						
Plateau Noord	46	0_10	3.9	0.9	4.9	50	13559	9	1330	2243	13	71	1.1	280	10	0	46	12498	8	1226	2068	12	65	1.0	258	9	0	68						
Plateau Noord	47	0_10	12.9	0.7	4.9	154	24719	27	727	3312	20	115	0.0	1639	275	76	115	18475	20	543	2475	15	86	0.0	1225	205	57	291						
Plateau Noord	48	0_10	11.4	0.8	4.9	121	20772	27	1830	3328	17	109	1.4	392	328	0	101	17405	23	1533	2788	15	91	1.2	329	275	0	287						
Plateau Zuid	81	0_10	7.0	1.0	5.5	434	26160	128	711	3547	2	346	6.4	382	1180	621	416	25051	123	681	3396	2	331	6.1	366	1130	594	199						
Plateau Zuid	82	0_10	6.0	1.1	5.4	155	23664	48	873	3809	1	489	6.1	276	474	257	171	26186	53	966	4215	1	541	6.8	305	525	284	135						
Plateau Zuid	83	0_10	7.3	1.0	6.1	112	30569	34	337	3206	0	384	7.3	11	720	88	107	29221	32	322	3065	0	367	7.0	10	689	84	178						
Plateau Zuid	84	0_10	6.6	1.1	5.4	178	30878	55	345	3049	1	186	1.2	19	561	231	188	32543	58	363	3214	1	196	1.3	20	591	243	191						
Plateau Zuid	82	20_30	4.0	1.1	5.3	47	24052	16	327	2765	1	461	4.7	5	78	133	52	26615	18	362	3060	1	510	5.2	6	87	147	84						
Voormalige maisakker	52	0_10	3.3	1.2	5.7	14	23558	7	1203	5116	0	865	3.6	40	24	0	17	28724	8	1466	6238	0	1055	4.4	49	29	0	64						
Voormalige maisakker	53	0_10	3.4	1.1	5.6	14	21419	7	829	4318	2	650	7.4	391	60	40	15	23342	7	904	4706	2	708	8.1	426	65	43	98						
Voormalige maisakker	53	20_30	6.5	1.1	5.7	28	22619	7	480	3692	1	1106	21.8	86	75	0	30	24650	7	523	4024	1	1205	23.8	93	82	0	143						
Poppelmondedal Noord	21	0_10	7.2	0.9	6.0	23	29900	7	209	2735	1	71	13.2	79	616	109	21	28183	7	197	2578	1	67	12.4	74	581	103	228						
Poppelmondedal Noord	22																																	

Bijlage 2 Foto's en beschrijvingen bodemprofielen



Locatie 1



Locatie 2



Locatie 3



Locatie 4



Locatie 5



Locatie 6



Locatie 7



Locatie 8



Locatie 9



Locatie 13



Locatie 14



Locatie 15



Locatie 17



Locatie 19



Locatie 32



Locatie 33



Locatie 35



Locatie 37



Locatie 40



Locatie 42



Locatie 43



Locatie 46



Locatie 49



Locatie 50



Locatie 53



Locatie 54



Locatie 55



Locatie 56



Locatie 58



Locatie 59



Locatie 60



Locatie 61



Locatie 64



Locatie 71



Locatie 75



Locatie 76



Locatie 82



Locatie 88



Locatie 89



Locatie 92

Korte beschrijvingen van de boringen

Locatie	korte beschrijving
	1 Zandige loss met af en toe heel grof grind Graanakker, colluvium
	2 Kalkfragmentjes verspreid door profiel, vooral vanaf ca 30 cm, veel meer grind dan 1, ook natter. 1 en 2 op graanakker, foto met label
	3 Kalkfracties Loss met een zandfractie, af en toe grof grind, af en toe kalkresten, zware grond, aangereden, voormalige graanakker
	4 Loss met af en toe grind, en beetje kalkgruis, goed gemengde bouwvoor
	5 Zware loss, zware leem, fijn van structuur. Weinig grind of kalkbrokjes
	6 Baksteenresten op ca 30 cm, zware loss met zandfractie, ook 10-20 bemonsterd ivm plagdiepte
	7 Lemig met sporadisch grof grind
	8 Loss met beetje grind, Ap is iets grover leem dan bovenin, fijne spul is misschien geërodeerd
	9 Weer iets schralere bodem dan 8, verder vergelijkbaar
	10 NA
	11 NA
	12 NA
	13 Bovenin 0-5 zit grind, dan zware grind, vanaf 65cm met zandfractie
	14 Andere bodem, zwarte zandige bodem op een kiezellaaag en deze op de loss. Zit wel leem in. Staat oa tuinbingelkruid
	15 Moeilijk om dieper dan 30-40 cm te boren vanwege grind NA
	16 Grind in de bovenste laag
	17 Leemrijke A laag op zandige C loss laag. Af en toe een grovere zandkorrel of klein steentje
	18 NA
	19 Veel leemrijkere toplaag vergeleken bij 17 en 18.
	20 Zandig met grind. Iets lager is het meer lemig, dan gaat het over in het colluvium
	21 Zandig leem
	22 Zandig leem
	23 NA
	24 Zwart Zandig leem met kiezels
	25 NA
	26 NA
	27 Vanaf 20cm kalkresten (getest met zoutzuur); vanaf 25cm lemiger met grind; stevige grindlaag op 30 Zandig leem met grind. Rommelig, geen duidelijk profiel
	28 Rommelig, geen duidelijk profiel Zandig leem met kalkresten
	29 Rommelig, geen duidelijk profiel Zandig leem
	30 Rommelig, geen duidelijk profiel Zandig leem met kalkresten en grind
	31 Puin en grindlaag 30cm Zwarte fijne leem, met grote stenen en kalkresten 0-10
	32 Grond te stenig om bodemprofiel te maken. Zandig leem, wit/grijze grond. Veel popul. alba en acacia opslag en braam
	33 Vanaf 5 cm veel kiezels. Zandig leem met kiezels
	34 Zandig leem met kiezels
	35 Zandig leem met kiezels en dieper dan 25cm kalkrestenVeel braam in de buurt
	36 Zandig leem, zeer kiezelig, >10cm grijze bodem
	37 Veel kiezels. NA
	38 Zandig leem, veel kiezels, grijze grond
	39 Licht zanderig leem
	40 Licht zanderig leem
	41 Licht zanderig leem
	42 Licht zanderig leem
	43 Licht zanderig leem
	44 Lemig zand, op 5cm kiezellaaag
	45 Zandig leem, op 10cm kiezels
	46 Lemig zand, vanaf 0cm zeer veel kiezels
	47 Zandig leem, vanaf 5cm veel kiezels
	48 Zandig leem, van 5cm veel kiezels
	49 Vanaf 15cm veel kiezels. Zandig leem, kiezels
	50 Vanaf 15cm veel kiezels. Zandig leem met veel kiezels
	51 Zandig leem, met zeer veel kiezels
	52 Zandig leem
	53 Vanaf 15cm veel kiezels, daardoor niet dieper kunnen boren dan 40cm, donkere laag vaf 15cm. Zandig leem
	54 Tot 30cm a horizont. Vanaf 5cm veel kiezels, daardoor maar kunnen boren tot 30cm. Zandig leem, veel kiezels
	55 Van 5cm veel kiezels. Zandig leem, veel kiezels
	56 Zeer egale overgang horizonten, enkele kiezel. Zandig leem, weinig kiezels
	57 Zandig leem
	58 Zandig leem
	59 Zandig leem
	60 Van 45cm kiezels. Zandig leem
	61 Loss met in bovenlaag baksteenresten. Fijn materiaal. Foto. Loss. Met baksteenresten
	62 Loss. Zandige Loss met baksteenresten
	63 Zware loss
	64 Zware grond, tot onderin zwaar kleiig foto. Zware loss
	65 Vegetatie opname TV 33
	66 Zware loss. NA
	67 Zeer variabel, zwart zand met grind afgewisseld met kalkhoudende schraal zand en wat loss. Op geplagd deel nabij pq
	68 Zwart zand
	69 Niet verder geboord door grind. NA
	71 Zwart leemrijk loss met zandige fractie en grind. Houtskool op 30cm. NA
	72 NA
	73 NA
	74 NA
	76 Vegetatie opname TV31
	77 Heel vergelijkbaar met 76. Eerst 20 cm zeer donkere zandige leem (Ap). Vanaf 20 cm grint en nog steeds veel leem. Komt af en toe houtskool bij. Vanaf 30 cm komt op Ac
	78 Minder donkere A laag dan 76. Waarschijnlijk is hier struweel weggehaald?
	79 Steilrandje. Mogelijk minder bemest? Meer doelsoorten, oa goudhaver, wilde marjolein, geel walstro, klein streepzaad, glanshaver. Net zo grindig als 77 en 78. Eerste ca 20 cm zandige leem
	80 Zandig leemVerruigd stuk, veel brandnetel. Mogelijk door inspoeling van zonneheuvel boerderij of voormalig nachtvak voor koeien of schapen
	81 NA
	82 Dikke colluvium laag, weinig tot geen grind. Vegetatie opname TV32
	83 NA
	84 Bodem vergelijkbaar met 82 en 83. Hier ligt duidelijk nog een loss dek

Aanvullende boringen

nr	gebied	boorprofiel	kalk diepte (cm -mv)
85	Westhelling Zuid	A horizont met grind, op 30 cm diepte kalkresten (zeer spaarzaam)	30
86	Westhelling Zuid	A horizont met grind, zwaar leemrijk grind. Geen kalk	geen kalk
87	Westhelling Zuid	Iemig zand, daaronder iemig zand met fijn grind	geen kalk
88	Westhelling Noord	A zwart iemig zand. BC op 30 met grind	geen kalk
89	Westhelling Noord	Löss op grind	geen kalk
90	Westhelling Noord	Löss op grind	geen kalk
91	Westhelling Noord	Ieemrijk materiaal. Dik pakket	geen kalk
92	Westhelling Noord	Ieemrijke dunne A, kalkrijk in de top. Kalksteen op 30cm	0-10
93	Westhelling Noord	Ieemrijke dunne A, kalkrijk in de top. Kalksteen op 30cm	0-10
94	Zonneberghoeve	grind met Löss	geen kalk
95	Zonneberghoeve	zandige Löss	20-30
96	Zonneberghoeve	Löss	20-30
97	Zonneberghoeve	grind, zand en Löss	20-30
98	Zonneberghoeve	grind, zand en Löss	20-30
99	Zonneberghoeve	Löss	20-30
100	Zonneberghoeve	zandige Löss	20-30
101	Zonneberghoeve	zandige Löss	geen kalk
102	Zonneberghoeve	zandige Löss	20-30
103	Zonneberghoeve	zandige Löss	geen kalk
104	Zonneberghoeve	zandige Löss	20-30
105	Zonneberghoeve	zandige Löss	20-30
106	Zonneberghoeve	zandige Löss	20-30
107	Zonneberghoeve	Löss	30
108	Zonneberghoeve	Löss	20-30
109	Zonneberghoeve	Löss	30
110	Zonneberghoeve	Löss	10-20
111	Zonneberghoeve	Löss	geen kalk
112	Zandhoek	Zandige Löss met grind	geen kalk
113	Zandhoek	Zandige Löss met grind	geen kalk
114	Zandhoek	Zandige Löss met grind	geen kalk
115	Poppelmondedal Noord	opgebrachte grond, grind met Löss	geen kalk
116	Poppelmondedal Noord	opgebrachte grond, grind met Löss	geen kalk
117	Poppelmondedal Noord	opgebrachte grond, grind met Löss	geen kalk
118	Poppelmondedal Noord	opgebrachte grond, grind met Löss	geen kalk
119	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal	50
120	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal	50
121	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal	50
122	Poppelmondedal Noord	grindwaaier mogelijk opgebracht	40
123	Poppelmondedal Noord	grindwaaier mogelijk opgebracht	40
124	Poppelmondedal Noord	grindwaaier mogelijk opgebracht	30
125	Poppelmondedal Noord	plagstrook. Grind	geen kalk
126	Poppelmondedal Noord	plagstrook. Grind	geen kalk
127	Poppelmondedal Noord	plagstrook. Ieemrijk met weinig grind	30
128	Poppelmondedal Noord	plagstrook. Ieemrijk colluvium met weinig grind	geen kalk
129	Poppelmondedal Noord	plagstrook, grindwaaier. Veel grind, daartussen ieemrijk	15
130	Poppelmondedal Noord	colluvium	geen kalk
131	Poppelmondedal Noord	donker humeuze grond, mogelijk opgebracht	geen kalk
132	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal	geen kalk
133	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal met grind	geen kalk
134	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal met grind	0-10
135	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal met grind	geen kalk
136	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal met grind	geen kalk
137	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal	0-10
138	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal	30
139	Poppelmondedal Noord	Ieemrijk materiaal	30
140	Cannerstort	Löss met kalkbrokken en af en toe puin	sporadisch
141	Cannerstort	Löss met kalkbrokken en af en toe puin	sporadisch
142	Zonneberghoeve	zandige Löss en grind	30
143	Zonneberghoeve	zandige Löss en grind	30
144	Poppelmondedal Noord/pa	Kalkhoudend humeus zand	0-10
145	Poppelmondedal Noord/pa	grind	geen kalk
146	Poppelmondedal Noord/pa	Kalkhoudend humeus zand	0-10

Bijlage 3 Sint Pietersberg Noord - vegetatiekartering van Schaijk 1950



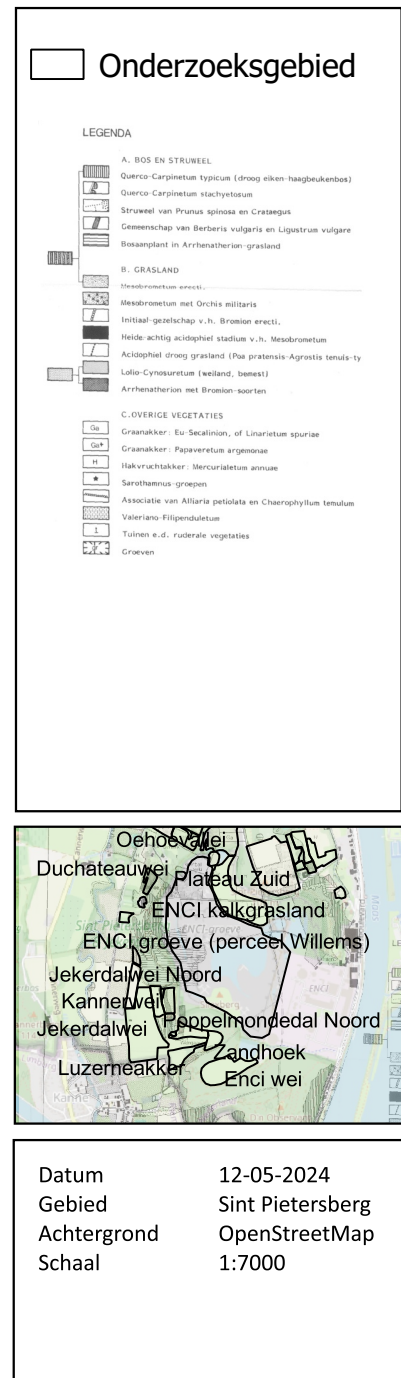
Onderzoeksgebied

LEGENDA

- A. BOS EN STRUWEL**
- Quercus-Carpinetum typicum (droog eiken-haagbeukenbos)
 - Quercus-Carpinetum stachytetum
 - Struweel van Prunus spinosa en Crataegus
 - Gemeenschap van Berberis vulgaris en Ligustrum vulgare
 - Bosaanplant in Arrhenatherium-grasland
- B. GRASLAND**
- Mesobrometum erecti
 - Mesobrometum met Orchis militaris
 - Initiaal-geslacht v.h. Bromion erecti
 - Heide: achtig acidophiel stadium v.h. Mesobrometum
 - Acidophiel droog grasland (Poa pratensis-Agrostis tenuis-ty)
 - Lolium-Cynosurus (weiland, bemest)
 - Arrhenatherium met Bromion-soorten
- C. OVERIGE VEGETATIES**
- Grasakker: Eu Secalium, of Linum spuri
 - Grasakker: Papaveretum argemone
 - Hakvruchtakker: Mercurialis annua
 - Valeriano-Filipenduletum
 - Associatie van Allaria petiolata en Chaerophyllum temulum
 - Tuinen e.d. ruderales vegetaties
 - Groeven



Datum 12-05-2024
Gebied Sint Pietersberg
Achtergrond OpenStreetMap
Schaal 1:7000



Bijlage 3 Sint Pietersberg Zuid - vegetatiekartering van Schaijk 1950



Onderzoeksgebied

LEGENDA

A. BOS EN STRUWEL

Quercus-Carpinetum typicum (droog eiken-haagbeukenbos)

Quercus-Carpinetum stachytetum

Struweel van Prunus spinosa en Crataegus

Gemeenschap van Berberis vulgaris en Ligustrum vulgare

Bosaanplant in Arrhenatherion-grasland

B. GRASLAND

Mesobrometum erecti

Mesobrometum met Orchis militaris

Initiaal-geestchap v.h. Bromion erecti

Heide: achtig acidofiel stadium v.h. Mesobrometum

Acidofiel droog grasland (Poa pratensis-Agrostis tenuis-ty)

Lolium-Cynosurum (weiland, bemest)

Arrhenatherion met Bromion-soorten

C. OVERIGE VEGETATIES

Grasakker: Eu Secalinion, of Linarietum spuriae

Grasakker: Papaveretum argemoneae

Hakvuchtakker: Mercurialetum annuae

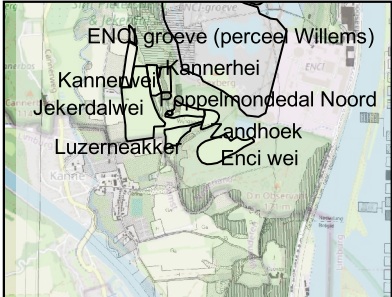
Sarothamnus-groepen

Associatie van Alliaria petiolata en Chaerophyllum temulum

Valeriano-Filipenduletum

Tuinen e.d. ruderales vegetaties

Groeven



Datum

12-05-2024

Gebied

Sint Pietersberg

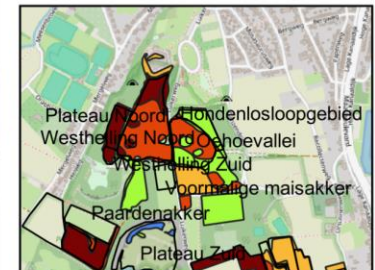
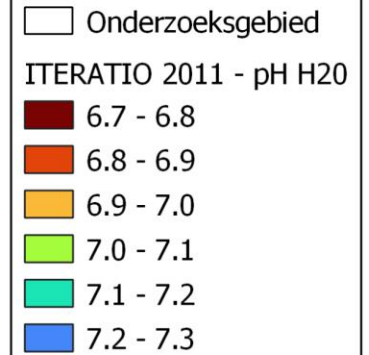
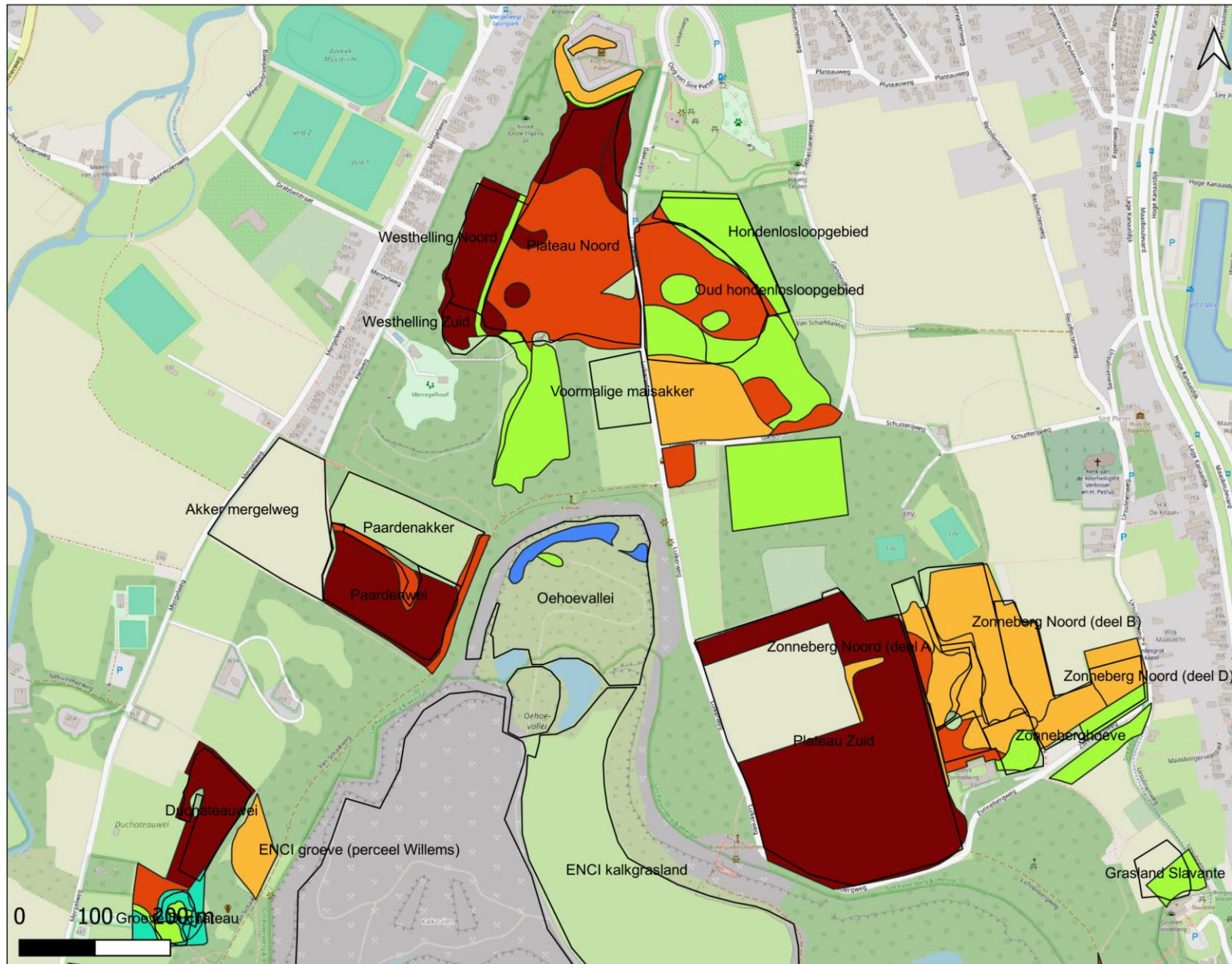
Achtergrond

OpenStreetMap

Schaal

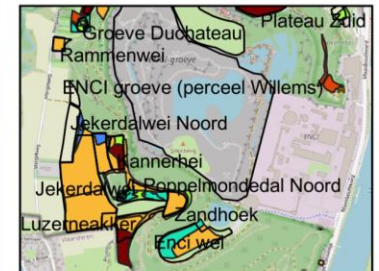
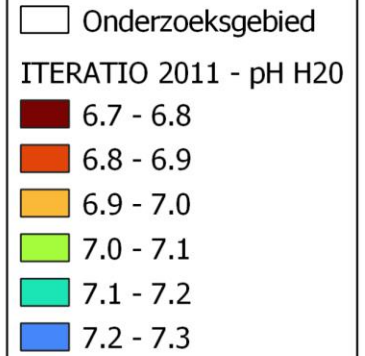
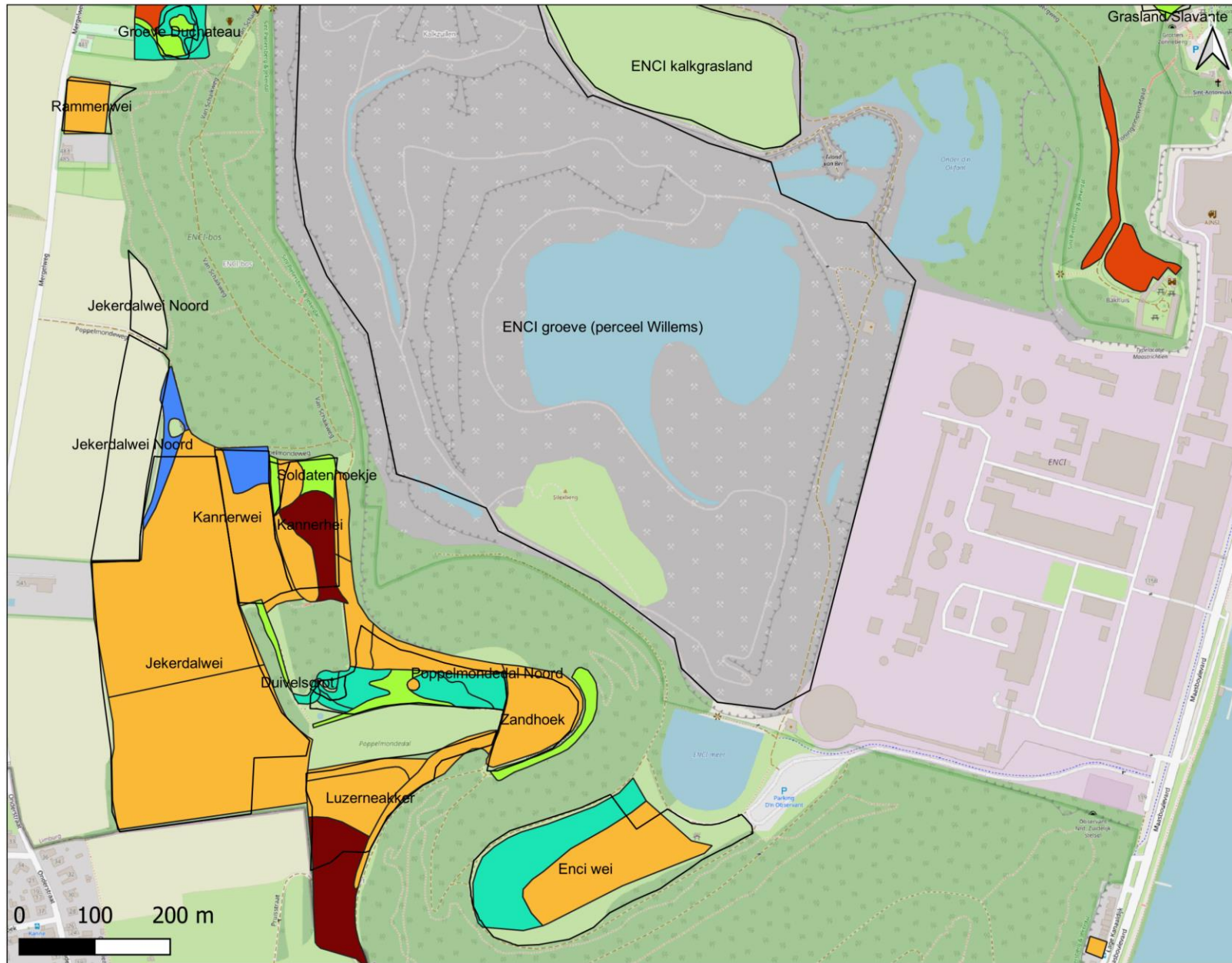
1:7000

Bijlage 4. Iteratio analyse (pH H₂O) Sint Pietersberg Noord



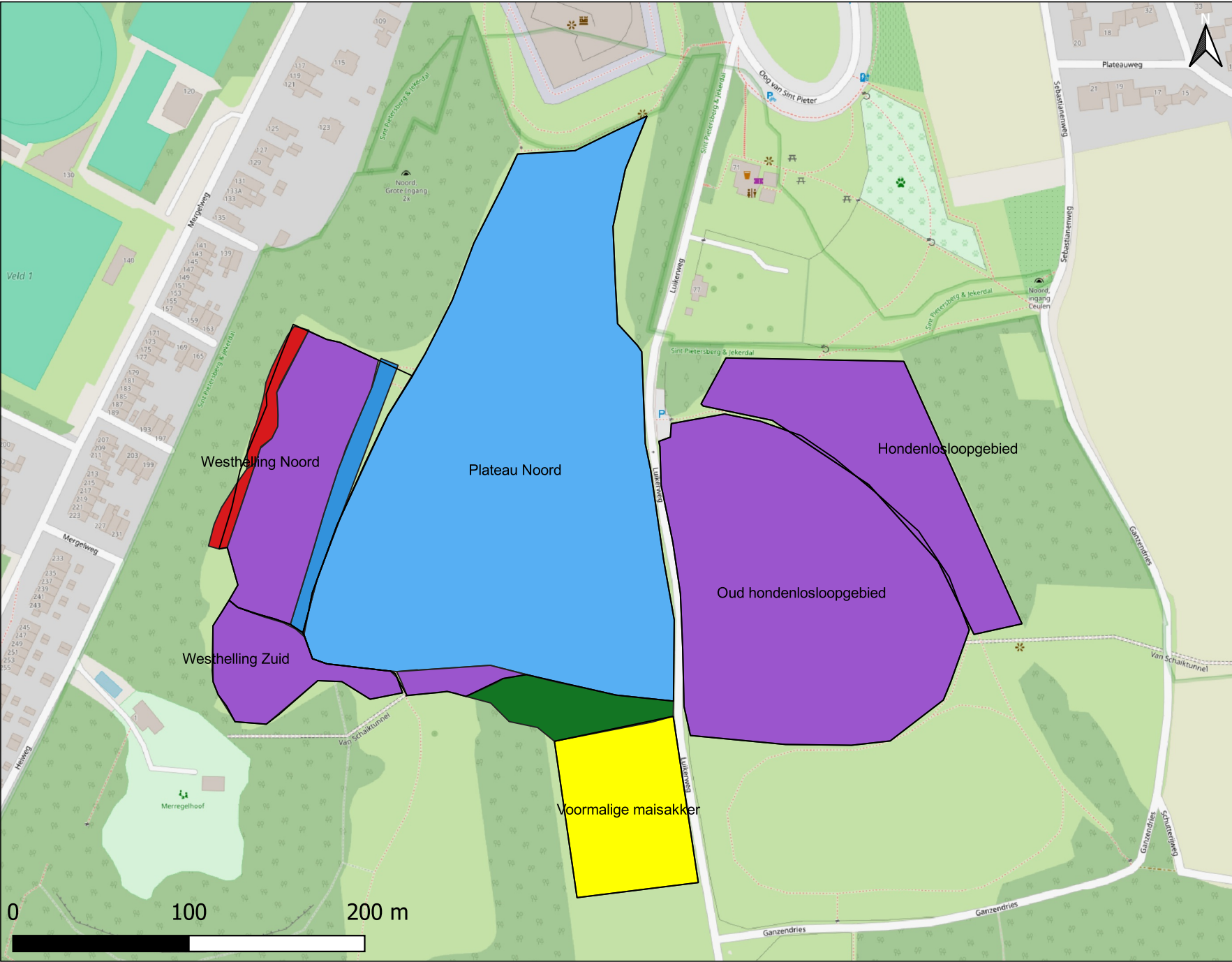
Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	OpenStreetMap
Schaal	1:7000

Bijlage 4. Iteratio analyse (pH H₂O) Sint Pietersberg Zuid

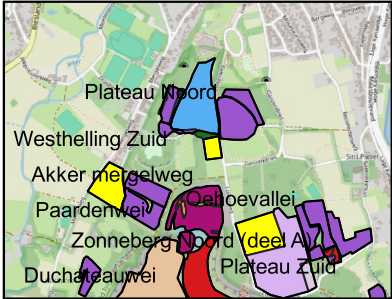


Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	OpenStreetMap
Schaal	1:7000

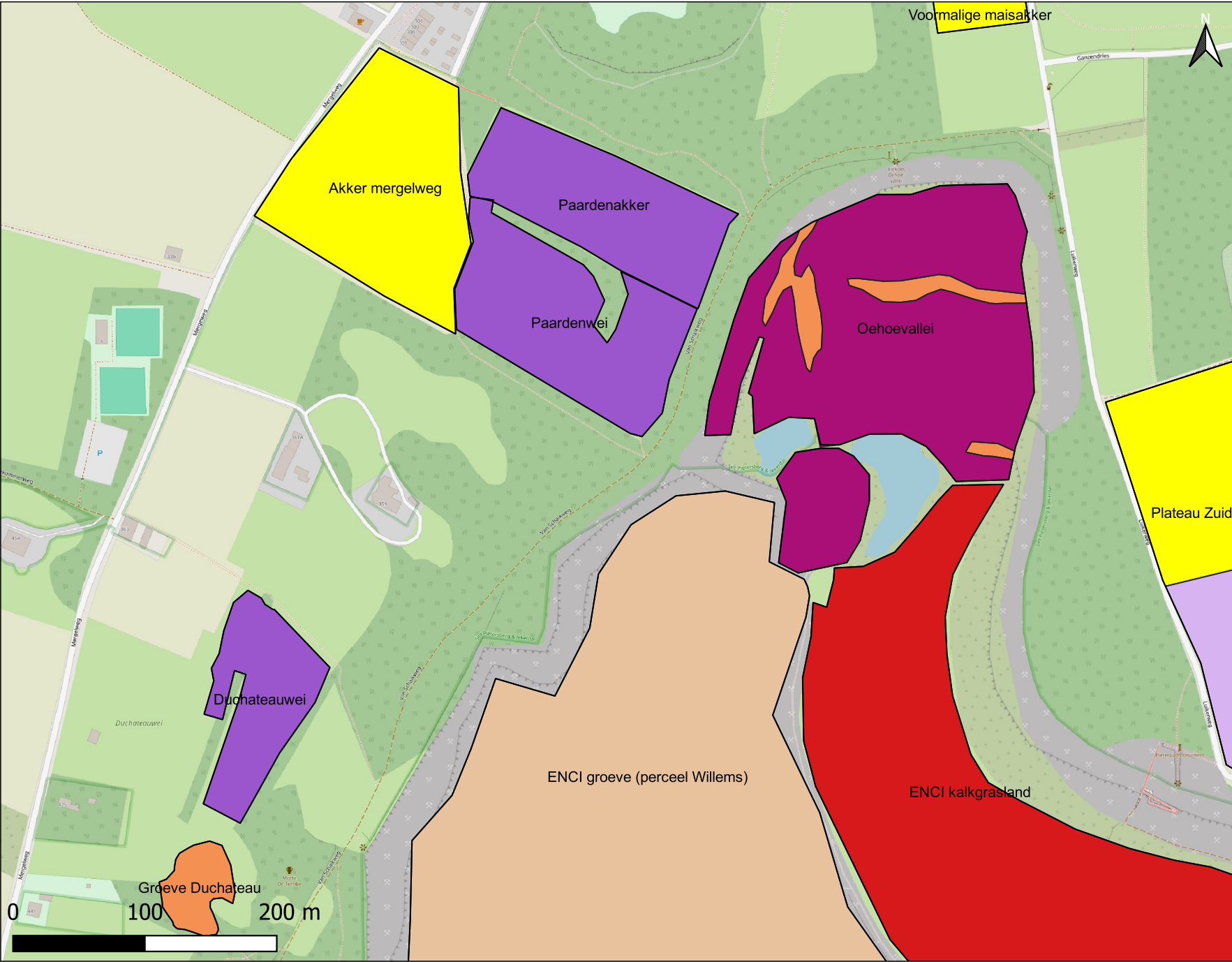
Bijlage 5 Grasland potenties per deelgebied. Sint Pietersberg Noord



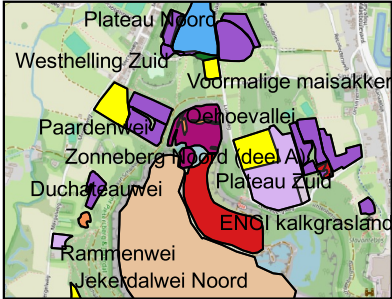
- potenties
- kalkgrasland
 - glanshaverhooiland (soortenrijk)
 - heischraal grasland
 - mix van heischraal grasland/ kiezelkopgrasland/ glanshaverhooiland (soortenrijk)
 - kruidenrijke akker/ kruiden- en faunarijk grasland
 - struweel



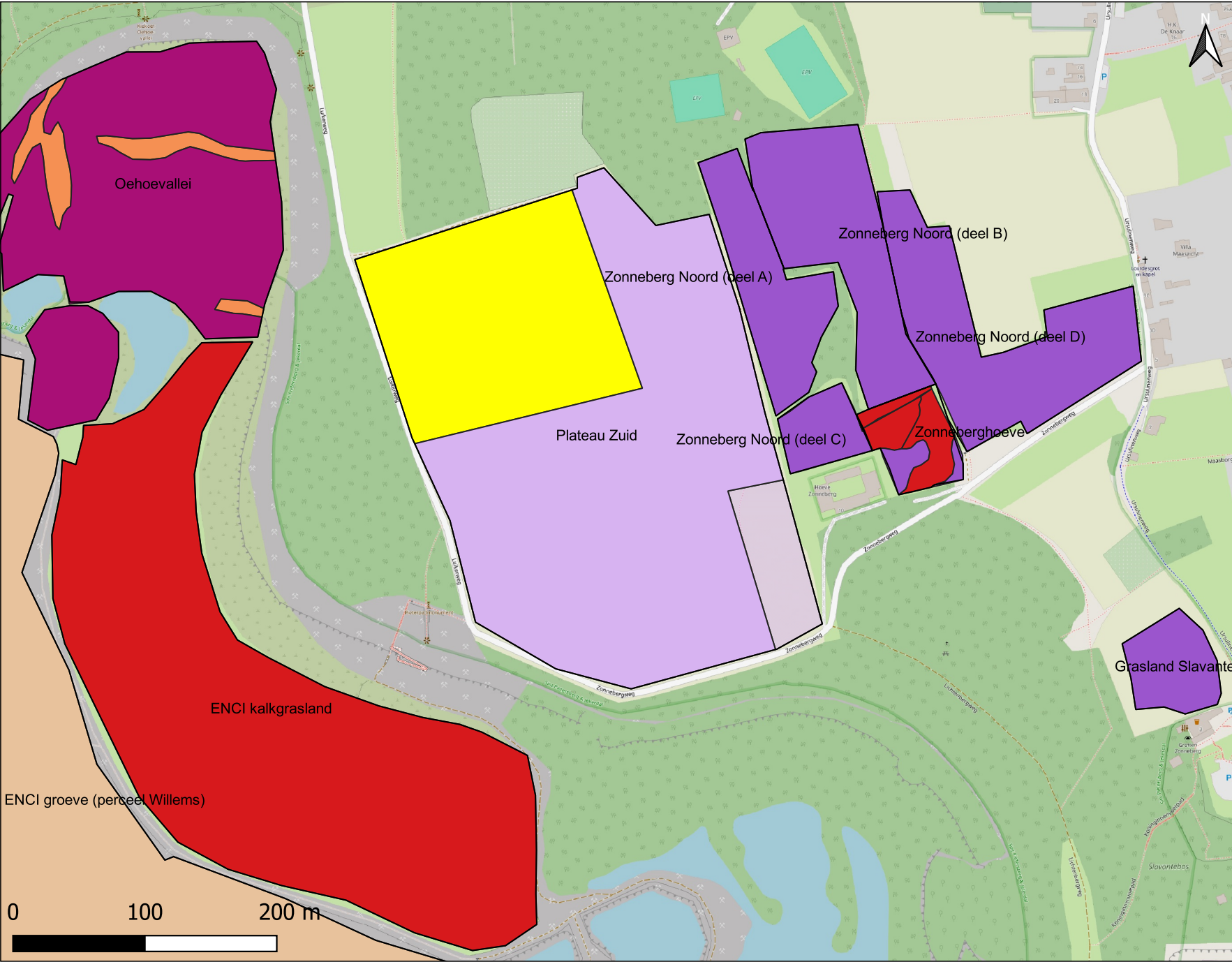
Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	OpenStreetMap
Schaal	1:3000



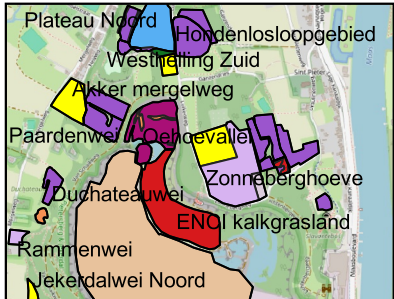
- potenties
-  kalkgrasland
 -  pioniervegetatie op kalkrots
 -  mozaiek van pioniervegetatie op kalkrots - kalkmoeras - glanshaverhooiland (soortenrijk)
 -  mozaiek van glanshaverhooiland (soortenrijk) - kalkgrasland
 -  glanshaverhooiland (soortenrijk)
 -  glanshaverhooiland (soortenarm)
 -  kruidenrijke akker/ kruiden- en faunarijk grasland



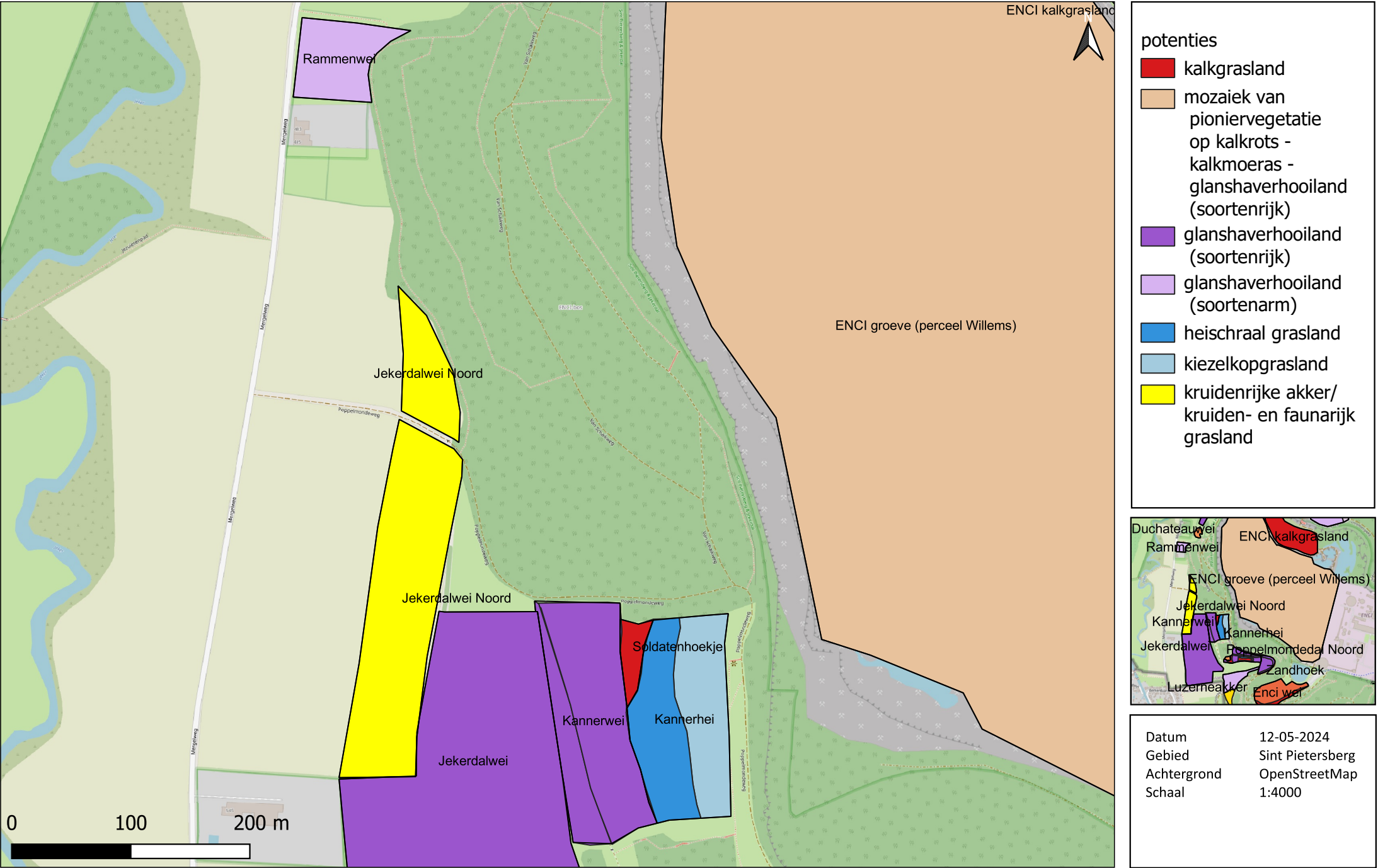
Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	OpenStreetMap
Schaal	1:4000



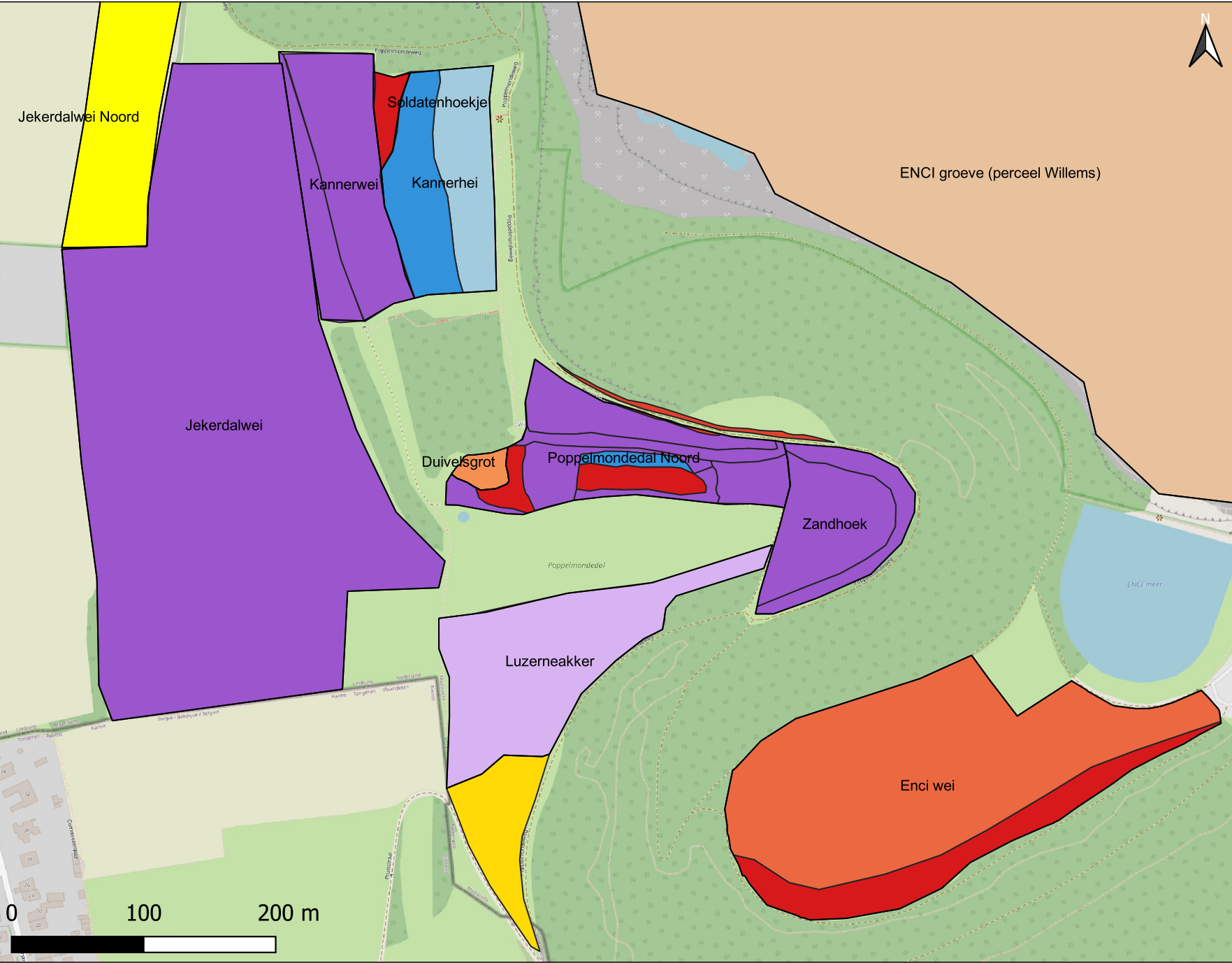
- potenties**
- kalkgrasland
 - pioniervegetatie op kalkrots
 - mozaiek van pioniervegetatie op kalkrots - kalkmoeras - glanshaverhooiland (soortenrijk)
 - mozaiek van glanshaverhooiland (soortenrijk) - kalkgrasland
 - glanshaverhooiland (soortenrijk)
 - glanshaverhooiland (soortenarm)
 - glanshaverhooiland (soortenarm) / hoogstamboomgaard
 - kruidenrijke akker/ kruiden- en faunarijk grasland



Datum 12-05-2024
Gebied Sint Pietersberg
Achtergrond OpenStreetMap
Schaal 1:4000

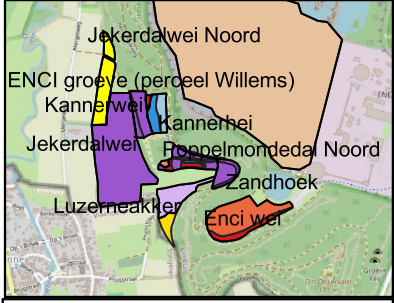


Bijlage 5 Grasland potenties per deelgebied. Sint Pietersberg Zuid



potenties

- kalkgrasland
- kalkrijk pad
- kamgrasweide met kalksoorten
- pioniervegatie op kalkrots
- mozaiek van pioniervegatie op kalkrots - kalkmoeras - glanshaverhooiland (soortenrijk)
- glanshaverhooiland (soortenrijk)
- glanshaverhooiland (soortenarm)
- heischraal grasland
- kiezelkopgrasland
- kruiden- en faunarijk grasland
- kruidenrijke akker/kruiden- en faunarijk grasland



Jekerdalwei Noord
ENCI groeve (perceel Willems)
Kannerwei
Kannerhei
Jekerdalwei
Poppelmondedal Noord
Zandhoek
Luzerneakker
Enci wei

Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	OpenStreetMap
Schaal	1:4000

Bijlage 6 Maatregelen bos verwijderen Westhelling Noord



Maatregelen

 Bos verwijderen
en strooisel
wegnemen
(oppervlakte in m2)



Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	Luchtfoto 2024
Schaal	1:1000

Bijlage 6 Maatregelen plaggen Poppelmondedal Noord



- Maatregelen
- Plaggen
 - > naast Duivelsgrot: 10 cm-mv
 - > overige delen: 20 cm-mv (oppervlak in m2)



Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	Luchtfoto 2024
Schaal	1:1000



- Maatregelen
-  Plaggen
 - > ZO-hoek: 20 cm-mv
 - > overige deel: 10 cm-mv (oppervlak in m2)
 -  Struweel verwijderen en strooisel plaggen (oppervlak in m2)



Datum	12-05-2024
Gebied	Sint Pietersberg
Achtergrond	Luchtfoto 2024
Schaal	1:500