



Monitoring natuurlijke sportgrasvelden

Jente Klein Holkenborg, Adrie van der Werf

Maart 2023



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Monitoring natuurlijke sportgrasvelden

Jente Klein Holkenborg, Adrie van der Werf

Wageningen Research

Deze rapportage is opgesteld door de Stichting Wageningen Research (WR) in opdracht van de Koninklijke Nederlandse Voetbalbond (KNVB).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, Maart 2023

Klein Holkenborg, J.S., van der Werf, A.K. 2023. Monitoring natuurlijke sportgrasvelden;
Literatuuronderzoek monitoring natuurlijke sportgrasvelden

Wageningen Research, WPR-1236. 13 blz.; 4 fig.; 0 tab.; 22 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/590716>

© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit
Agrosystems Research, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem

VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige
vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere
manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen
ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Inhoudsopgave

1	Doelen	1
2	Kick-off Workshop	2
3	Grasgroeifactoren	3
3.1	Water.....	3
3.2	Licht	3
3.3	Temperatuur	4
3.4	Lucht	4
3.5	Bodem pH.....	5
3.6	Voeding.....	5
3.7	Onkruid	6
3.8	Ziekte	6
3.9	Onderhoudspraktijken	6
4	Onderzoek sportgras monitoring methodiek	7
4.1	Bodemvochtsensoren	7
4.2	Monitoren van beschikbare voeding in de bodem	8
4.3	Monitoren aanwezige onkruiden	9
4.4	Monitoren ziekte(-druk)	9
4.5	Monitoren structuur.....	11
4.6	Multispectrale metingen	11
5	Conclusie en advies	12
	Referentielijst	13

1 Doelen

Koninklijke Nederlandse Voetbalbond (KNVB) wil een gelijk speelveld voor natuurlijke sportgrasvelden in het betaald voetbal. Hiertoe zijn kwaliteitskenmerken en eigenschappen van de velden opgesteld. Echter, voor de fieldmanagers zijn niet altijd de juiste hulpmiddelen en kennis beschikbaar om de sportgrasvelden zodanig te beheren dat er door de tijd heen een gelijk speelveld beschikbaar is voor de clubs om op te voetballen. Voor een betere monitoring, en uiteindelijk sturing van het beheer van de sportgrasvelden, is er behoefte aan betere hulpmiddelen (sensoren, data, modellen, dashboards etc.) om te sturen bij het beheer van de sportgrasvelden. Er is bij de KNVB al een dashboard ontwikkeld om een overzicht van deze monitoring te faciliteren. Dit dashboard is nog beperkt, en zal de komende jaren verder worden uitgebreid met extra informatie. Ook is er een behoefte om met partijen in contact te komen om (1) gezamenlijk innovaties en technologie te onderzoeken om grasveld monitoring en beheeroplossingen te kunnen bieden en om (2) kennis bij fieldmanagers uit te breiden door het ontwikkelen van kennistools, bijvoorbeeld brochures, notities, expert lezingen, enzovoort.

Met dit project hebben de KNVB en Wageningen Research (WR) samengewerkt aan het in kaart brengen van kennis en technologie voor het beter beheren van natuurlijke sportgrasvelden. Met een nadruk op de inzet van sensoren en modellen, moet techniek leiden tot een instrumentarium waar zowel de topsport en de breedtesport gebruik van maakt om de kwaliteit van sportgrasvelden te optimaliseren en te harmoniseren. Hiertoe beschreven in dit rapport:

- Verkenning en evaluatie van belangrijkste groeifactoren om sportgras te monitoren
- Technische oplossingen voor het monitoren van deze groeifactoren
- Advies prioritering meting groeifactoren rekening houdend met feedback van fieldmanagers

2 Kick-off Workshop

Op 2 augustus 2022 werd een kennis-bijeenkomst georganiseerd door de KNVB op hun campus in Zeist. Tijdens deze bijeenkomst heeft WR een globaal overzicht gepresenteerd van bestaande technieken en ontwikkelingen vanuit de Precisielandbouw. Ook is er een enquête gehouden onder de aanwezige fieldmanagers om in kaart te brengen aan welke kennis er vanuit hun perspectief behoefte is.

De volgende vragen of stellingen zijn gesteld:

- Waar ligt uw te onderhouden sportveld?
- Het onderhouden van een prachtig groene stabiele, vlakke grasmat is een uitdaging.
- Waar bent u het meest trots op binnen de successen van uw veldonderhoud?
- Wat is voor u de grootste uitdaging in het onderhoud van het sportveld?
- Zou de beschikbaarheid van nauwkeurige metingen u kunnen helpen bij deze uitdaging?
- Zag u een techniek in de presentatie van Wageningen Research die u interessant lijkt voor toepassing op een sportveld?
- Welke uitdagingen ziet u nog meer in het veldonderhoud?
- Mogen we u nog eens benaderen voor een enquête?
- Zo ja, mogen we uw e-mailadres opschrijven?

Vanuit de resultaten van de enquête kan worden geconcludeerd dat fieldmanagers heel goed weten waar ze goed in zijn en wat goed lukt op het veld. Tevredenheid van spelers en de waarborging van de kwaliteit van de grasmat binnen een beperkt budget staat hierin centraal. Uitdagingen die (vooral) naar voren komen zijn het onderhoud tijdens de wintermaanden, onkruid, slijtage aan de grasmat en het (beperkt) beschikbare budget. Een grote meerderheid zou geholpen zijn met data over de toestand van het veld door te beschikken over nauwkeurige metingen. Meerdere bestaande technieken die worden toegepast binnen het (precisie-)landbouwdomein worden als interessant gezien voor toepassing op sportgrasvelden. Specifiek genoemd:

- Bodemgeleidbaarheid
- Autonoom maaien
- Onkruid bestrijden (zonder gewasbeschermingsmiddelen)

Ook is er een grote bereidbaarheid om mee te doen aan verder onderzoek. De aanwezige fieldmanagers vertegenwoordigen het beheer van sportvelden in zowel de topsport als de breedtesport door heel Nederland.

3 Grasmroefactoren

Na literatuuronderzoek [3-9] en overleg met de KNVB is er een overzicht gemaakt met grasmroefactoren. Een lijst met de belangrijkste groefactoren die zijn gevonden wordt hieronder gegeven. Niet zelden zijn de verschillende factoren van invloed op elkaar.

In willekeurige volgorde:

- Water
- Licht
- Temperatuur
- Lucht
- Bodem pH
- Voeding
- Onkruid
- Ziekte
- Onderhoudspraktijken

3.1 Water

Water is een essentieel element voor de groei van turfgras. Het is belangrijk voor verschillende processen, waaronder fotosynthese, cel uitbreiding en voedingsstoffentransport.

Fotosynthese is het proces waarbij planten water en koolstofdioxide omzetten in glucose en zuurstof, met behulp van zonne-energie. Water is een belangrijk onderdeel van dit proces en is nodig voor de productie van glucose, wat essentieel is voor de groei van turfgras. Ook is water nodig voor cel uitbreiding. Het is bovendien essentieel voor de opname van voedingsstoffen en de groei van nieuwe cellen. Cel uitbreiding is een belangrijk onderdeel van de groei van turfgras en vereist daardoor voldoende water. Ook reguleert water de temperatuur van de plant. Door verdamping van water via de huidmondjes van de plant koelt de plant op warme dagen. Als laatste is water betrokken bij voedingsstoffentransport: het dient als transportmiddel voor voedingsstoffen en mineralen die door de plant worden opgenomen via de wortels. Als er niet genoeg water beschikbaar is, kunnen de voedingsstoffen niet effectief worden getransporteerd, wat de groei van de plant kan beperken.

3.2 Licht

Lichtenergie (meestal van de zon, maar kan ook met speciale groeilampen) wordt gebruikt tijdens de fotosynthese. Het licht dat op het blad valt wordt opgenomen door de chlorofylpigmenten in de bladgroenkorrels en gebruikt om glucose te produceren. Licht speelt ook een belangrijke rol bij de groei en ontwikkeling van nieuwe cellen in turfgras. Het bevordert de celdeling en zorgt voor de aanmaak van nieuwe bladeren en wortels.

Licht beïnvloedt de ontwikkeling van de plantenstructuur van turfgras. Het kan de hoogte, dichtheid en vorm van de planten beïnvloeden. Dit heet Fototropie: de reactie van planten op de richting van het licht. Turfgras is fototropisch: als het licht vanuit één richting komt, zal de plant in die richting groeien. Ook de lichtintensiteit kan van invloed zijn op de plantenstructuur van turfgras. Als er onvoldoende licht is, kunnen de planten bijvoorbeeld dun en lang worden, terwijl voldoende licht kan leiden tot een vollere en compactere groei. Lichtkwaliteit, of het spectrum van licht, kan ook invloed hebben op de plantenstructuur van turfgras. Bijvoorbeeld, rood licht kan de plantenstengel verlengen en bladeren vergroten, terwijl blauw licht de plant kan versterken en een compactere groei kan bevorderen. Als laatste heeft de duur, of bijvoorbeeld daglengte nog invloed op de plantenstructuur. Daglengte kan namelijk de groeisnelheid beïnvloeden en bepalen hoeveel energie de planten produceren. Als de dag korter is, kan de plantenstructuur compacter worden, terwijl een langere dag kan leiden tot een grotere en uitgestrektere groei.

Licht kan ook een belangrijke rol spelen bij de stressrespons van turfgras. Blootstelling aan abiotische stressfactoren, zoals droogte of hoge temperaturen, kan leiden tot oxidatieve stress. Licht kan de productie van antioxidanten in de planten stimuleren en de negatieve effecten van stress verminderen.

3.3 Temperatuur

Temperatuur heeft invloed op verschillende fysiologische processen van de grasplant, zoals fotosynthese, respiratie en watergebruik. Als de temperatuur te laag is, vertraagt de fotosynthese en produceert de plant minder voedingsstoffen. Als de temperatuur te hoog is, zal de respiratie overmatig toenemen wat kan leiden tot uitputting van de energiereserves van de grasplant.

Bovendien heeft temperatuur ook invloed op de activiteit van micro-organismen in de bodem, die belangrijk zijn voor de voedingsstoffenopname van de plant. Bij hogere temperaturen kan de bodem-microbiële activiteit toenemen, wat kan leiden tot meer beschikbare voedingsstoffen voor de plant. Maar als hier de temperatuur te hoog wordt, kan dit ook de wortelgroei van de plant verminderen, wat op zijn beurt de opname van water en voedingsstoffen negatief zal beïnvloeden.

Het is belangrijk om te weten dat verschillende grassoorten verschillende temperatuurvoorkeuren hebben en dat de optimale temperatuur ook sterk kan variëren afhankelijk van de omgevingsomstandigheden, zoals de beschikbaarheid van water en voedingsstoffen, lichtintensiteit en luchtvochtigheid. De optimale temperatuur voor de groei van turfgras hangt ook af van de specifieke grassoort. Over het algemeen groeien veel soorten turfgras het beste bij temperaturen tussen de 18 en 27 graden Celsius, dan is er optimale respiratie en kan het bodemleven goed zijn werk doen. Bij temperaturen onder de 10 graden Celsius kunnen veel soorten turfgras in een soort rusttoestand gaan, waarbij de groei vertraagt en sommige delen van de plant afsterven. Bij temperaturen boven de 30 graden Celsius kan de groei van het gras vertragen of stoppen, afhankelijk van de vochtigheid en de beschikbaarheid van water.

3.4 Lucht

Lucht is essentieel voor de groei van turfgras omdat het gras, net als alle andere planten, via de bladeren koolstofdioxide (CO_2) uit de lucht opneemt en zuurstof (O_2) afgeeft tijdens het proces van fotosynthese. Bovendien kan een goede luchtcirculatie rond de grasmat helpen bij het voorkomen van problemen zoals schimmelziekten en insectenplagen. Een slechte luchtcirculatie kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat de luchtvochtigheid te hoog blijft waardoor schimmels zich kunnen ontwikkelen.

Daarnaast kan de samenstelling van de lucht, met name de concentratie van kooldioxide, de groei van turfgras beïnvloeden. Wanneer de concentratie van kooldioxide in de lucht hoger is dan normaal (ongeveer 420ppm [10]), kan de groei van het gras worden gestimuleerd. Dit komt doordat het gras dan minder moeite hoeft te doen om CO_2 op te nemen. In sommige gevallen kan extra CO_2 worden toegevoegd aan de lucht rondom de grasmat om de groei van het gras te stimuleren. Dit proces staat bekend als CO_2 -bemesting. Hoewel CO_2 -bemesting vaker wordt toegepast in kassen en serres, kan het ook worden gebruikt op sportgrasvelden. Vooral bij professionele sportclubs waar een hoogwaardig grasoppervlak vereist is. Het is echter niet gebruikelijk omdat het proces relatief duur is en de voordelen van CO_2 -bemesting vaak beperkt zijn. Bovendien zijn er andere factoren, zoals de duurzaamheid van de grasmat, de kosten of de impact op het milieu, die meegewogen moeten worden bij het overwegen van CO_2 -bemesting op turfgrasvelden.

Door het beluchten van de bodem met speciale gereedschappen, zoals prikrollen, kunnen luchtzakken ontstaan in de bodem, waardoor de zuurstofvoorziening van de wortels verbetert. En, door regelmatig te maaien wordt voorkomen dat het gras te hoog wordt en lucht- (en water) circulatie belemmert.

3.5 Bodem pH

Het pH-niveau van de bodem is belangrijk voor turfgrasgroei omdat het de beschikbaarheid van voedingsstoffen beïnvloedt. Bij een pH-waarde die te hoog of te laag is, kunnen sommige essentiële voedingsstoffen voor het gras niet goed worden opgenomen. Dit kan de groei en gezondheid van het gras belemmeren en kan leiden tot gele of dode plekken in de grasmatten. Voor een goed beheer moeten de zuurgraad van de mat worden bepaald. Over het algemeen gedijt turfgras het beste bij een pH-waarde tussen 6,0 en 7,5. Als de pH-waarde van de bodem afwijkt van dit bereik, kan het nodig zijn om de pH te corrigeren met behulp van kalk of andere bodemverbeteraars om een optimale groei van het gras te bevorderen.

3.6 Voeding

Voedingsstoffen zijn essentieel voor de groei van turfgras. Ze spelen een belangrijke rol bij het ondersteunen van fotosynthese, de opbouw van cellen en de ontwikkeling van wortels, stengels en bladeren. De verschillende voedingsstoffen hebben verschillende functies, maar over het algemeen hebben turfgrasplanten stikstof, fosfor, kalium, calcium en magnesium nodig om gezond te blijven en goed te groeien.

Stikstof

Stikstof is een belangrijk element voor de groei van turfgras. Het speelt een cruciale rol bij de opbouw van chlorofyl, dat verantwoordelijk is voor de fotosynthese. Te weinig stikstof kan leiden tot verminderde groei, een slechte kleur en een verzwakte grasmatten. Te veel stikstof kan daarentegen leiden tot ongewenste groei, kleurveranderingen en een verhoogde vatbaarheid voor ziekten en plagen.

Fosfor

Fosfor is nodig voor de energieoverdracht in de plant en speelt een belangrijke rol bij de opbouw van celwanden en DNA. Een tekort aan fosfor kan leiden tot verminderde groei, verzwakte wortels en een slechte kleur.

Kalium

Kalium is nodig voor de regulering van waterbalans in de plant en speelt een belangrijke rol bij de weerstand tegen stress en ziekten. Een tekort aan kalium kan leiden tot verminderde groei, verzwakte wortels en een verhoogde vatbaarheid voor stress en ziekten.

Calcium en magnesium

Calcium en magnesium zijn belangrijk voor de opbouw van celwanden en vorming van nieuwe cellen, en spelen een rol bij de regulering van de zuurgraad in de plant. Een tekort aan calcium of magnesium kan leiden tot een verminderde groei en een slechte kleur. Calcium speelt ook een rol bij de activiteit van enzymen en de regulatie van verschillende fysiologische processen in de plant.

Een tekort aan voedingsstoffen kan leiden tot een verzwakte grasmatten, verminderde groei, een slechte kleur en een verhoogde vatbaarheid voor ziekten en plagen. Aan de andere kant kan overbemesting leiden tot ongewenste groei, kleurveranderingen en het verlies van grasmattendichtheid. Daarom is het belangrijk om de voedingsbehoeften van het gras te begrijpen en deze in balans te brengen door regelmatig te bemesten met de juiste voedingsstoffen, op de juiste tijden en in de juiste hoeveelheden. Er moet regelmatig worden getest om te kijken welke voedingsstoffen ontbreken. Vervolgens kan een gericht bemestingsplan gemaakt worden.

3.7 Onkruid

Onkruid kan de groei van het turfgras belemmeren en kan concurreren met het gras om licht, water en voedingsstoffen. Onkruid kan ook de esthetiek van het speelveld aantasten en het gebruik ervan beperken. Door onkruid te bestrijden en te voorkomen dat het zich verspreidt, kan de kwaliteit van het gazon worden verbeterd en kan de groei van het turfgras worden gestimuleerd.

De Green Deal Sportvelden benadrukt de noodzaak van duurzaam beheer van sportvelden met natuurgras, zoals voetbalvelden en golfterreinen. Hierbij wordt gestuurd op een milieuvriendelijke aanpak waarbij sporten in een pesticidevrije omgeving mogelijk is. Tot nu werd er bij het onderhoud van sportterreinen en golfbanen pesticiden gebruikt wanneer er sprake is van plagen, ziekten of onkruid die het sporten in de weg staan. De Green Deal Sportvelden heeft als doel om (in 2023) het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen volledig in de ban te doen. Hierbij is preventie de eerste stap om dit doel te halen: het onderhoud zo uit te voeren dat plagen, ziekten en onkruid geen kans krijgen. Als dit niet lukt is er de mogelijkheid om mechanische en biologische bestrijdingsmethoden toe te passen. Preventie blijft echter de meest logische stap in pesticiden-vrij beheer. Een gezonde, gesloten en robuuste grasmat staat hier centraal.

3.8 Ziekte

Ziekten kunnen de groei van gras belemmeren door de planten te beschadigen, waardoor de opname van voedingsstoffen en water wordt verstoord. Ook kunnen ziekten leiden tot het afsterven van delen van de grasmat, wat kan leiden tot een slechte kwaliteit van de grasmat en een verhoogd risico op erosie.

Om de impact van ziekten op turfgras te verminderen, zijn er verschillende methoden van ziektepreventie en -bestrijding beschikbaar. Deze omvatten onder andere het gebruik van resistente grassoorten, het handhaven van een goede lucht- en watercirculatie, het toepassen van bemesting en irrigatie op de juiste manier, het regelmatig maaien van het gras, het verwijderen van dode plantendelen en het toepassen van fungiciden en andere chemische bestrijdingsmiddelen wanneer nodig.

3.9 Onderhoudspraktijken

Een goed bewateringssysteem is essentieel voor een goede watercirculatie. Bewatering is noodzakelijk om de grasmat voldoende vocht te geven, met name tijdens droge perioden. Hierbij is het belangrijk dat het water gelijkmatig wordt verdeeld en niet te snel wegloopt, zodat het goed door de bodem kan worden opgenomen. Het is belangrijk om afvoerkanalen zoals goten en afvoerbuizen vrij te houden van verstoppingen, zodat het water goed kan worden afgevoerd.

Door regelmatig te maaien wordt voorkomen dat het gras te hoog wordt en lucht- en watercirculatie belemmert. Maaien bevordert bovendien de dichtheid van de grasmat en stimuleert de groei van nieuwe scheuten. Verticuteren kan helpen om de ophoping van organisch materiaal en vilt in de grasmat te verminderen, waardoor de lucht- en watercirculatie verbeteren en de wortelgroei gestimuleerd wordt. Bemesting is belangrijk om het gras te voorzien van de benodigde voedingsstoffen voor een gezonde groei.

Voorkomen van bodemverdichting: Door te voorkomen dat de bodem te veel wordt belast, kan bodemverdichting worden voorkomen, wat de lucht- en watercirculatie en voedingsstoffenopname ten goede komt. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door het vermijden van zware machines op de grasmat en het vermijden van veelvuldig gebruik van hetzelfde stuk grasmat. Het juist toepassen van onderhoudspraktijken is van belang om de gezondheid en groei van het turfgras te optimaliseren en problemen zoals ziekten, plagen en onkruid te voorkomen.

Voor een goed beheer moet er regelmatig worden getest om te kijken welke voedingsstoffen ontbreken. Vervolgens kan een gericht bemestingsplan gemaakt worden. Een goede bemesting kan bijdragen aan een gezonde grasmat, wat weer bijdraagt aan een betere lucht- en watercirculatie.

4 Onderzoek sportgras monitoring methodiek

Voor effectief veldbeheer is kennis van ecologie nodig: de wetenschap die zich richt op de relaties tussen organismen en hun omgeving. Een fieldmanager is er dus bij geholpen om hier inzicht in te krijgen. Vanuit de praktijk in de (precisie-)landbouw en beschikbare onderzoeken binnen WUR kunnen verschillende technieken worden geïdentificeerd die kansen bieden voor de monitoring van de in hoofdstuk 3 vastgestelde grasgroefactoren op sportgrasvelden.

4.1 Bodemvochtsensoren

In de Precisielandbouw wordt steeds meer gebruik gemaakt van verschillende soorten bodemvochtsensoren. Er zijn diverse sensorsystemen op de markt beschikbaar die het vochtgehalte en de temperatuur in de bodem vrij exact meten. Een meting is echter lokaal, dus er is een systeem van meerdere sensoren nodig om een goed beeld van het vochtgehalte in een landbouwbodem te krijgen. In een Nederlands onderzoek zijn verschillende beschikbare systemen vergeleken [2] (zie ook afbeelding 1). Dergelijke sensoren steken echter boven het maaiveld uit en zijn daardoor niet geschikt voor continue monitoren van sportgrasvelden.



Afbeelding 1 Een voorbeeld van de verschillende soorten bodemvochtmeters zoals ze worden gebruikt in de landbouw. Uit: [2].

4.2 Monitoren van beschikbare voeding in de bodem

Bodemscanner

Een bodemscanner werkt op basis van elektromagnetische (EM) of elektrische weerstandsmetingen. De meeste bodemscanners maken gebruik van elektromagnetische inductie (EMI) om bodemeigenschappen te meten. EMI-bodemscanners sturen elektromagnetische signalen door de bodem en meten de reactie van de bodem op deze signalen. Andere bodemscanners maken gebruik van elektrische weerstandsmetingen om bodemeigenschappen te meten. Deze scanners sturen een elektrische stroom door de bodem en meten de weerstand van de bodem tegen deze stroom. De weerstand van de bodem kan worden gebruikt om de bodemeigenschappen te schatten.

De gemeten waardes kunnen betrekking hebben op de nutriënten in de bodem, het organische stofgehalte, de structuur van boven- en/of ondergrond, textuur, profielopbouw en/of vochtigheid van de bodem en ook de temperatuur. Scanners die in de Precisielandbouw worden gebruikt zijn de Veris MSP3, EM38-MK2, SoilXplorer (CNH), Passieve gamma-straling bodemscanner Loonstra & van der Weide, Greenseeker Bodemscanner, Crop Circle ACS-430 en de Dualem 21S Bodemscanner (afbeelding 2) [11, 12]. Er zijn verschillende bedrijven en leveranciers die bodemscans aanbieden.



Afbeelding 2 Een voorbeeld van hoe een bodemscanner kan worden gebruikt in grasland. Hier te zien is de Dualem 21S bodemscanner. Van [1]

4.3 Monitoren aanwezige onkruiden

RGB vision

Met machine learning is het mogelijk om een beeldherkenningssysteem te ontwikkelen dat onkruid kan herkennen in grasland. Het systeem kan getraind worden met behulp van (grote) datasets met afbeeldingen van verschillende soorten onkruid en gras. Door gebruik te maken van deep learning-algoritmen kan het systeem leren om onderscheid te maken tussen onkruid en gras, zelfs als de verschillen subtiel zijn. Het systeem kan ook leren om specifieke soorten onkruid te herkennen, zodat het mogelijk is om gerichte bestrijdingsmaatregelen te nemen. Voorbeelden van het ontwikkelen van dergelijke beeldherkenningssystemen zijn te vinden in de wetenschappelijke literatuur [13-15], zie ook afbeelding 3.



Afbeelding 3 Links: Detectie van Rumex met YOLOv3 in grasland Rechts: onkruiddetectie met Mask R-CNN in grasland. Uit: [13].

4.4 Monitoren ziekte(-druk)

Modelleren met behulp van de fysieke en chemische eigenschappen van bodem en grasmat
Bodemanalyses en de monitoring van de verschillende grasgroeifactoren kunnen informatie verschaffen over de fysieke en chemische eigenschappen van de bodem en de grasmat. Veranderingen in deze eigenschappen kunnen wijzen op een verhoogd risico op schimmelinfecties. Hier zijn in theorie voorspellende (Machine Learning-) modellen voor te ontwikkelen om schimmeldruk (of -risico) te benaderen. Verschillende bedrijven en onderzoeksgroepen werken momenteel aan het ontwikkelen van dergelijke voorspellende modellen voor sportveldbeheer. Het is mogelijk dat in de toekomst dergelijke systemen en apps verder worden ontwikkeld om de kans op schimmelziekten op sportvelden steeds beter te voorspellen, en het beheer van sportvelden verder te optimaliseren.

Greenkeeper

Greenkeeper is een app die is ontworpen voor fieldmanagers en greenkeepers, ontwikkeld door het bedrijf Greenkeeper Systems Ltd., een bedrijf gevestigd in het Verenigd Koninkrijk. De app biedt functies voor het monitoren van bodemvochtigheid, temperatuur en andere factoren die van invloed kunnen zijn op de gezondheid van het gras. De app biedt ook aanbevelingen voor het beheer van gras en de preventie van schimmelziekten. Ten eerste kan de app via visuele inspectie potentiële problemen in het gras identificeren. Hierbij wordt gelet op kenmerken als verkleuringen, afstervend gras, vlekken of andere symptomen die kunnen wijzen op een schimmelziekte. De app maakt hiervoor gebruik van de camera van de smartphone of tablet waarmee de inspectie wordt uitgevoerd.

Daarnaast kan Greenkeeper ook sensoren gebruiken om gegevens te verzamelen over de bodemvochtigheid, temperatuur, luchtvochtigheid en andere omstandigheden op het sportveld. Deze gegevens kunnen worden geanalyseerd om te zien of er omstandigheden zijn die de groei van schimmels zouden kunnen bevorderen. Op basis van deze gegevens kan de app een waarschuwing geven voor mogelijke schimmelziekten en kunnen er aanbevelingen worden gedaan voor behandeling en preventie. Ook kan de app historische gegevens over het gras en de omstandigheden op het sportveld gebruiken om machine learning-algoritmen te trainen, die op hun beurt weer kunnen helpen bij het voorspellen van toekomstige problemen en het verbeteren van het beheer van sportvelden. Er is niet bekend hoe betrouwbaar en dus bruikbaar deze voorspellingen nu zijn.

Turf Diseases

Turf Diseases is een app die ontworpen is om te helpen bij het identificeren en behandelen van schimmelziekten in gras. De app is ontwikkeld door het Amerikaanse bedrijf Turfpath. Turf Diseases bevat een uitgebreide database met informatie over verschillende schimmelziekten die kunnen voorkomen in gras, inclusief gedetailleerde foto's van symptomen en schade die door elke ziekte worden veroorzaakt. Gebruikers kunnen de app gebruiken om te zoeken naar symptomen en de app zal suggesties geven over welke ziekte mogelijk de oorzaak is.

Hoewel de specifieke werking van de monitoring op schimmelinfecties van deze apps niet wordt prijsgegeven, claimen bovengenoemde apps wel te kunnen helpen bij het monitoren van de omstandigheden op het veld en het voorkomen van schimmelinfecties.

Turfpath

Turfpath is een mobiele applicatie die is ontwikkeld door het Amerikaanse Turfgrass, een bedrijf dat zich richt op advies over de aanleg en het onderhoud van sportvelden en groene ruimtes. De app biedt een platform voor fieldmanagers en greenkeepers om de gezondheid van hun gras te monitoren en te onderhouden. Turfpath biedt een bibliotheek met informatie over verschillende soorten ziekten en plagen die gras kunnen aantasten, waaronder schimmelziekten. De app biedt aanbevelingen voor het voorkomen en behandelen van deze problemen.

Turfcoach

Turfcoach is een online platform uit Duitsland dat zich ook richt op de ondersteuning van professionele fieldmanagers en greenkeepers. Het biedt een reeks tools en hulpmiddelen om het beheer van grasvelden te verbeteren, waaronder het plannen en volgen van onderhoudstaken, het beheer van de voedingsstatus van het gras en het voorspellen van ziektes en plagen. Het platform kan gebruik maken van sensoren en voorspellende modellen om real-time gegevens te verzamelen en analyses uit te voeren.

4.5 Monitoren structuur

Penetrometer test

Dit is een veelgebruikte methode om de bodemverdichting te beoordelen. Een Penetrometer is een apparaat dat wordt gebruikt om de weerstand van de bodem te meten als een sonde in de bodem wordt geduwd. Het meet de penetratieweerstand of drukkracht van de bodem op verschillende diepten. Hogere waarden duiden op een hogere mate van bodemverdichting.

Infiltratietest

Een infiltratietest kan worden uitgevoerd om te meten hoe snel water in de bodem kan doordringen. Dit kan worden gedaan door water op de bodem te gieten en de tijd te meten die het kost om in de bodem te infiltreren. Als de infiltratiesnelheid laag is, kan dit duiden op bodemverdichting.

Bodemanalyse

Bodemanalyses kunnen informatie verschaffen over de fysieke en chemische eigenschappen van de bodem, waaronder de bodemtextuur, porositeit en aggregaten. Veranderingen in deze parameters kunnen wijzen op bodemverdichting.

4.6 Multispectrale metingen

Gras kan multispectraal worden gemonitord met behulp van remote sensing technologieën, zoals satellietbeelden of drone-beelden, maar ook met handheld camera set-ups. Multispectrale beeldvorming maakt gebruik van sensoren die verschillende golflengten van elektromagnetische straling kunnen detecteren, waaronder voor de mens zichtbaar licht en ook daarbuiten zoals infraroodstraling, wat in feite een warmtebeeld oplevert.

Door gras multispectraal te monitoren, kan informatie worden verkregen over de fysiologische toestand van het gras, zoals de gezondheid, groei en water- en voedingsstatus. Voor al deze factoren moeten verschillende spectrale banden worden geanalyseerd. Elke band heeft een andere golflengte en kan informatie verschaffen over specifieke kenmerken van het gras, zoals de aanwezigheid van chlorofyl en andere pigmenten, biomassa, bladoppervlak en stikstofgehalte. Warmtebeelden kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om de hoeveelheid water die door de grasmat wordt geabsorbeerd te meten en om te bepalen of er waterstress aanwezig is.

"Estimating the nitrogen nutrition index in grass seed crops using a UAV-mounted multispectral camera" [16] is een onderzoek dat is uitgevoerd door een team wetenschappers van Wageningen University & Research. Het onderzoek werd gepubliceerd in het tijdschrift Precision Agriculture in 2017. Het doel van het onderzoek was om de bruikbaarheid van een UAV-(*unmanned aerial vehicle*)gemonteerde multispectrale camera te testen bij het schatten van de stikstofvoedingstoestand van graszaadgewassen. Er werd aangetoond dat de UAV-gemonteerde multispectrale camera een veelbelovende technologie is om de stikstofvoedingstoestand van grassen te beoordelen. Wel wordt de noodzaak benadrukt van een zorgvuldige kalibratie van de camera en de noodzaak van aanvullende grondmonsters om de nauwkeurigheid van de geschatte stikstofvoedingstoestand te verbeteren. Dit suggereert dat de methode niet volledig betrouwbaar is zonder aanvullende gegevens of validatie.

Vergelijkbare resultaten zijn te vinden in verschillende onderzoeken [17-22].

Multispectrale beeldvorming kan ook worden gebruikt om specifieke kenmerken van het gras te identificeren, zoals grasziekten of onkruiden, en kan helpen bij het opsporen van afwijkingen in de groei van het gras. Door deze gegevens te integreren met andere informatie, zoals bodemgegevens en weersinformatie, kan het beheer van het gras verder worden geoptimaliseerd en kan er efficiënter en duurzamer worden beheerd (zie ook 4.6).

5 Conclusie en advies

Oorzaak bepalen

De verschillen grasgroefactoren water, licht, temperatuur, lucht, bodem pH, voeding, onkruid, ziekte en onderhoudspraktijken zijn sterk van invloed op elkaar. Bij het bepalen van oorzaken bij grasgroefproblemen is het van belang de juiste oorzaak te bepalen, en kan meestal niet zonder meer op waarnemingen van een enkele groefactor worden bepaald. Voor een juiste benadering moeten alle groefactoren in acht worden genomen en juist worden gecorreleerd aan de fysiologische reactie.

Datagedreven de toekomst

In de landbouw geldt datagedreven werken als een belangrijke ontwikkeling. Het heeft het potentieel om de efficiëntie en duurzaamheid van de landbouw te verbeteren. Door het gebruik van geavanceerde sensoren, gegevensanalyse en machinelearning-algoritmen wordt landbouwproductie op dit moment al geoptimaliseerd, het gebruik van hulpbronnen wordt verminderd en de opbrengsten worden verhoogd.

Hoewel datagedreven landbouw veelbelovend is, zijn er ook uitdagingen en beperkingen, zoals de kosten van sensoren en gegevensopslag, privacykwesties, en de behoefte aan gespecialiseerde kennis en vaardigheden. Vergelijkbare uitdagingen kunnen worden verwacht voor de monitoring van grasgroefactoren op sportvelden met behulp van sensoren. Daarbij mag draagvlak bij de fieldmanager niet worden vergeten, en de meerwaarde van een techniek moet goed in de gaten worden gehouden. Digitalisering is geen doel op zich.

Vervolg

Vanuit ervaring binnen het onderzoek kunnen theorie en praktijk nogal verschillen. Daarom is het goed om een techniek eerst grondig te proberen en te testen voor implementatie. Gekeken naar de verschillende technieken beschikbaar in het landbouwdomein zijn er verschillende mogelijkheden om op korte termijn in praktijk te testen op sportgrasvelden.

Bijvoorbeeld kan er gekeken worden wat een bodemscanner aan informatie kan opleveren. Belangrijk is hier om goede referentiegegevens te verzamelen door bijvoorbeeld de bodem ook te bemonsteren en deze monsters te laten analyseren.

Ook kan een algoritme worden getraind voor de herkenning van onkruiden op sportgrasvelden, of de aanwezigheid van een specifieke schimmel. Hierbij is het belangrijk dat er een geschikte dataset beschikbaar is of wordt gemaakt met behulp van een geschikte camera in een praktijksituatie.

Met multispectrale technieken kunnen meerdere van de groefactoren in gras worden gemonitord. Een multispectrale camera in een stereo set-up (zie afbeelding 4 voor een voorbeeld) is relatief betaalbaar en zou een mooie opstap zijn om eerste testen mee uit te voeren.



Afbeelding 4 Voorbeeld van een relatief betaalbare multispectrale camera. Deze 'stereo set-up' maakt gebruik van twee camera's en twee lenzen, beiden met een filter die een specifieke bandbreedte licht doorlaat.

Referentielijst

1. NPPL. <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/onderzoek/vergelijking-van-bodemscans-2019/>. Vergelijking van bodemscans 2019 2019 [cited 2023; Website van de Nederlandse Proeftuin Precisie Landbouw].
2. Kool, F., et al., *Vergelijkingsproef bodemvochtsensoren; Vergelijking van verschillende bodemvochtsensoren op twee praktijkpercelen in het kader van NPPL*. 2022.
3. Dudeck, A. and C. Peacock, *Shade and turfgrass culture*. Turfgrass, 1992. **32**: p. 269-284.
4. Emmons, R. and F. Rossi, *Turfgrass science and management*. 2015: Cengage Learning.
5. Fry, J. and B. Huang, *Applied turfgrass science and physiology*. 2004, New Jersey: John Wileys & Sons.
6. Huang, B., *Turfgrass water requirements and factors affecting water usage*. Water quality and quantity issues for turfgrass in urban landscapes. CAST Spec. Publ, 2008. **27**: p. 193-205.
7. Kaufmann, J.E., *Principles of turfgrass growth and development*, in *Handbook of Integrated Pest Management for Turf and Ornamentals*. 2020, CRC Press. p. 91-97.
8. Kussow, W.R., et al., *Evidence, regulation, and consequences of nitrogen-driven nutrient demand by turfgrass*. International Scholarly Research Notices, 2012.
9. Vargas, J.M., *Management of turfgrass diseases*. 2018: CRC Press.
10. NASA. *Global climate change: Vital signs of the planet*. Quote 2023 [cited 2023; Available from: <https://climate.nasa.gov/>].
11. Tigchelhoff, F., et al., *Toepassing van bodemscans voor precisielandbouw: een bodemscanvergelijking op zandgrond*. 2021, Aeres Hogeschool Dronten.
12. Tigchelhoff, F., et al., *Bodemscans voor precisielandbouw: Vergelijking van sensorsystemen in Sloodorp 2019*. 2020, Aeres Hogeschool.
13. Hemming, J., P. Blok, and J. Ruizendaal, *Precisietechnologie Tuinbouw: PPS Autonoom onkruid verwijderen: Eindrapportage*. 2018, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw.
14. Jin, X., et al., *Deep Learning-Based Weed Detection in Turf: A Review*. Agronomy, 2022. **12**(12): p. 3051.
15. Yu, J., et al., *Deep learning for image-based weed detection in turfgrass*. European journal of agronomy, 2019. **104**: p. 78-84.
16. Wang, H., et al., *Estimating the nitrogen nutrition index in grass seed crops using a UAV-mounted multispectral camera*. International Journal of Remote Sensing, 2019. **40**(7): p. 2467-2482.
17. Adjorlolo, C., O. Mutanga, and M.A. Cho, *Estimation of canopy nitrogen concentration across C3 and C4 grasslands using WorldView-2 multispectral data*. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2014. **7**(11): p. 4385-4392.
18. Kruse, J.K., N.E. Christians, and M.H. Chaplin, *Remote sensing of nitrogen stress in creeping bentgrass*. Agronomy Journal, 2006. **98**(6): p. 1640-1645.
19. Caturegli, L., et al., *Unmanned aerial vehicle to estimate nitrogen status of turfgrasses*. PloS one, 2016. **11**(6): p. e0158268.
20. Bell, G., et al., *Optical sensing of turfgrass chlorophyll content and tissue nitrogen*. HortScience, 2004. **39**(5): p. 1130-1132.
21. Caturegli, L., et al., *GeoEye-1 satellite versus ground-based multispectral data for estimating nitrogen status of turfgrasses*. International Journal of Remote Sensing, 2015. **36**(8): p. 2238-2251.
22. López-Bellido, R.J., et al., *Nitrogen remote diagnosis in a creeping bentgrass golf green*. European Journal of Agronomy, 2012. **37**(1): p. 23-30.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Corresponding address for this report:
P.O. Box 16
6700 AA Wageningen
The Netherlands
T +31 (0)317 48 05 70

Plant researchers of Wageningen UR aim to utilise plant properties to help solve issues concerning food, raw materials and energy. They are devoting their knowledge of plants and their up-to-date facilities to increasing the innovative capacity of our clients. In doing so, they work on improving the quality of life.

The mission of Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of the DLO Foundation have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment. With approximately 30 locations, 6,000 members of staff and 10,000 students, Wageningen UR is one of the leading organisations in its domain worldwide. The integral approach to problems and the cooperation between the various disciplines are at the heart of the unique Wageningen Approach.