



ControllTurf

for a sustainable future of green

Lumbricus

Environmental Research & Consultancy

Introductie en Functie

In het voorzien van een duurzame toekomst op basis van predcatief onderhoud, met ControllTurf.





Zorgvuldig opgesteld door:

M.A.A. Evers

T.T.C. Evers

D.A.J. Evers

2022

Lumbricus
Environmental Research & Consultancy

Contact:

E: info@lumbricus.nl

T: 0488-421258

W: www.lumbricus.nl





Inhoudsopgave

Definities.....	3
1. Introductie	4
1.1 Achtergrond	5
1.2 In de praktijk	9
1.3 Voor wie is ControllTurf	11
1.3.1 De greenkeeper	11
1.3.2 Het management	12
2. Het Dashboard	13
2.1 Algemeen	14
2.1.1 Weergave	15
2.1.2 Toelichting	15
2.2 Handelingen	16
2.2.1 Maaien	17
2.2.2 Verticaal maaien	18
2.2.3 (Holle) pen beluchten	19
2.2.4 Bezanden	20
2.3 Ziekte.....	21
2.3.1 Ziektedruk	22
2.3.2 Rollen	23
2.3.3 Toedienen ijzersulfaat	24
2.3.4 Dauwcontrole	25
2.3.5 Fungicide.....	26
2.4 Irrigatie	27





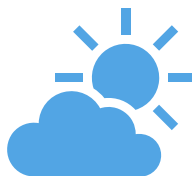
2.5	Nutriënten.....	29
2.6	Optimalisatie.....	30
2.6.1	Continu verbeteren.....	30
2.6.2	Klant specifieke accuraatheid.....	30
2.6.3	Uitbreiding van het dashboard.....	30
3.	Voorbeelden uit de praktijk.....	31
4.	Implementatie in de praktijk.....	34
4.1	Maatwerk.....	35
4.2	Behoeftebord.....	35
4.2.1	Voorbeeld.....	36
4.2.2	Toelichting.....	36
4.3	Voorbeeld Job card.....	37
	Contactinformatie.....	38





Definities

Afnemer	Met de afnemer wordt het gewas bedoeld welke gestuurd/onderhouden dient te worden.
Gebruiker	De gebruiker is de persoon welke gebruik maakt van ControllTurf.
API koppeling	(Application Programming Interface) is een software-interface die het mogelijk maakt voor ControllTurf om de data van specifieke weerstations en ensemble modellen te gebruiken.
Dashboard	Het dashboard is een verzameling van data vanuit de modellen achter ControllTurf. Het dashboard geeft een visualisatie en versimpelde weergave van de uit te voeren handelingen en een bondig overzicht van achterliggende data.
Job card	Kaart met data voor het uit te voeren onderhoud. (Wordt bijvoorbeeld gebruikt ter behoeven van een KANBAN systeem.)





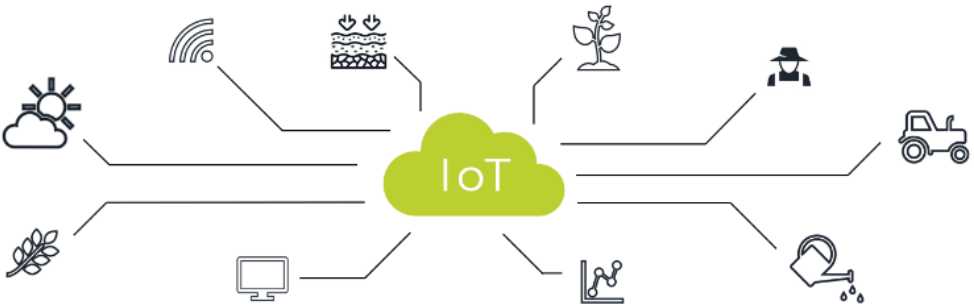
1. Introductie





1.1 Achtergrond

Alles begint met wat de afnemer vraagt. Zonder te weten wat er van ons gevraagd wordt als gewasbeheerder, kunnen wij slechts een afweging maken op basis van inzicht en gevoel - met als gevolg, niet zelden, verspilling. Bij het streven naar de hoogst mogelijk kwaliteit, en zeker niet onbelangrijk, een stabiele kwaliteit, is het zaak dat naast het reduceren van verspilling exact op het juiste moment geacteerd wordt. Te vroeg ingrijpen werkt matig, te laat ingrijpen geeft problemen. Het streven is om precies op tijd in te grijpen. Dit haakt in op de drie vormen van onderhoud: reactief, preventief en predicatief. Bij reactief onderhoud komt de waarneming wanneer het te laat is. Bij preventief onderhoud wordt geacteerd op basis van historische multivariabele data, denk aan een adviesrapport. Bij predicatief onderhoud wordt geacteerd op directe en toekomstige multivariabele data. ControllTurf is een predicatief systeem. Door gebruik te maken van dit predicatieve systeem wordt er exact voldoende gegeven op het juiste moment.





Toelichting vormen van onderhoud:

Reactief

Voordelen

- Geen voordelen

Nadelen

- Fluctuerende kwaliteit
- Sterk fluctuerende capaciteitsbehoefte
- Er wordt te laat geacteerd op behoefte
- Veel verspilling van middelen en arbeid
- Hoge kosten

Preventief

Voordelen

- Redelijk stabiele kwaliteit
- Capaciteit van tevoren redelijk te plannen
- Matige verspilling van arbeid en middelen
- Kostenbesparend

Nadelen

- Verrichten van metingen is arbeidsintensief
- Hoog gemiddeld kennisniveau is vereist
- Er wordt nog onvoldoende rekening gehouden met directe (voorspelde) behoefte

Predicatief

Voordelen

- Constante kwaliteit
- Capaciteit van tevoren accuraat in te plannen
- Geringe verspilling van arbeid en middelen
- Kostenbesparend

Nadelen

- Modellen en sensoren kunnen duur zijn
- Variatie in betrouwbaarheid van modellen
- Zelf maken van modellen vergt kennis en kan tijdsintensief zijn





ControllTurf is een hulpmiddel en dient gezien te worden als een “Decision Support System”.

Het dashboard van ControllTurf is gebaseerd op directe (en toekomstige) data aangaande de behoefte van de afnemer: het gewas. Op deze manier kan een breed en complex geheel aan variabele meegenomen worden in de overweging en welk onderhoud wel en niet uitgevoerd dient te worden.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van het principe van IoT (internet of things / interconnectedness of things). Dit wil zeggen dat alles met elkaar verbonden is en hiermee een compleet gestuurd systeem ontstaat, welke in dit geval gedreven wordt door input variabele van de afnemer. De volgende variabele staan hierin centraal:



Weer

- Luchttemperatuur
- Dauwpunt
- Lucht druk
- Luchtvochtigheid
- Bewolking
- Neerslag
- Windsnelheid
- Windrichting



Plant

- Temperatuur
- Seizoenen
- Ziektemodel
- Bladvochtigheid



Water

- Referentie-verdamping
- Daadwerkelijke – verdamping
- Waterbehoefte



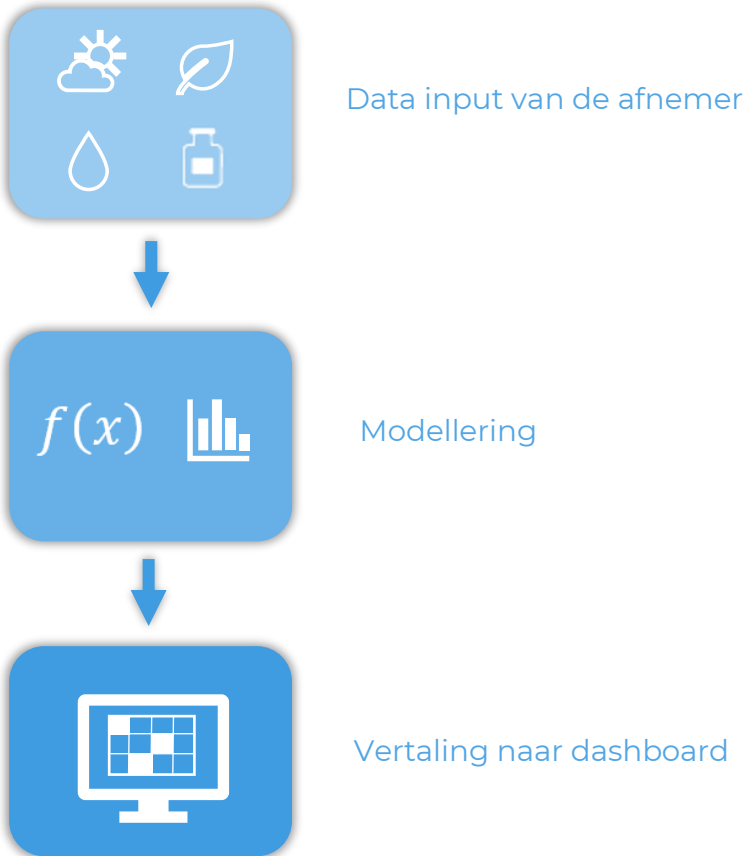
Nutriënten

- Mineralisatie model (dagelijks en wekelijks)
- Bemesting applicatie





Deze input wordt vervolgens in modellen verwerkt. In deze modellen bevinden zich complexe formules en principes welke op basis van onderzoek en inzicht zijn verfijnd door Lumbricus tot bruikbare indicatoren in de praktijk. De laatste vertaalslag is het vertalen van deze ruwe data naar een vrijwel binair systeem waarin iets wel of niet uitgevoerd dient te worden. Op deze manier is de uitkomst van het dashboard gemakkelijk te implementeren op de werkvloer.





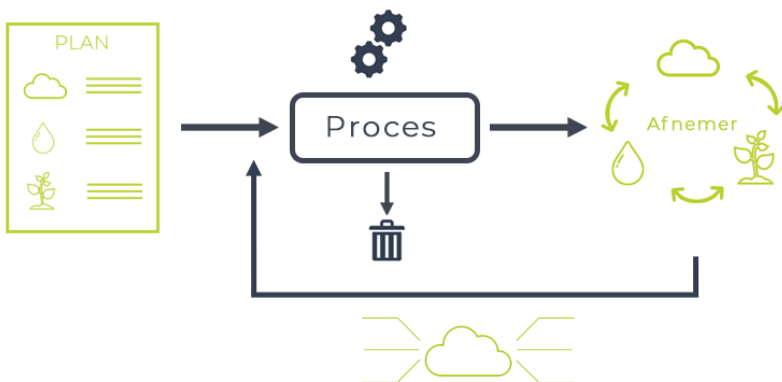
1.2 In de praktijk

In de praktijk kan ControllTurf als een soort 'cruise control' van een auto worden gezien. De bestuurder blijft de auto besturen, maar wordt hierin ondersteund door het geregelde systeem die een constante snelheid vast houdt door middel van een feedbackloop van de eindsnelheid die overeen dient te komen met een ingestelde waarde (setpoint). Bij het gebruik van ControllTurf blijft het van belang dat de gebruiker op basis van kennis en inzicht bij kan sturen waar nodig. Daarnaast dient er op tijd geschakeld te worden wanneer de observatie dit aangeeft. ControllTurf geeft slechts een terugkoppeling aan van de afnemer. Het is aan de gebruiker op een setpoint aan te geven en de gegevens van het dashboard te implementeren.

Er zijn drie informatie stromen nodig om dit geregelde systeem te laten functioneren:

- Advies (preventief)
- Observatie van de gebruiker
- Tergkoppeling van de afnemer met ControllTurf

Dit ziet er gevisualiseerd als volgt uit:





Het advies is een gebundeld werk waarin staat, op basis van historische data, wat het setpoint (streefwaarde) is en wat er in de toekomst gedaan moet worden om de resultaten verder te verbeteren. Hierin staat ook de nulmeting welke de basis vormt voor de monitoring van de voortgang. Het setpoint geeft vervolgens aan wat het beoogde resultaat moet zijn.

De pijl van de afnemer naar de inputzijde van het proces, staat symbool voor wat ControllTurf voor U kan betekenen: de terugkoppeling van de afnemer, aan de hand van verzameling, verwerking en interpretatie van data van de afnemer. Deze terugkoppeling is nodig om direct te kunnen zien wat de afwijking is tussen het setpoint (het beoogde resultaat) en wat de afnemer op dit moment vraagt. Door deze twee naast elkaar te leggen kan er direct gecorrigeerd worden voor afwijkingen. Gezien de terugkoppeling gebaseerd is op een voorspelling, kan er dus precies op tijd gecorrigeerd worden.

Vervolgens is de observatie van de gebruiker nodig om de uitkomst van ControllTurf te implementeren. ControllTurf verzorgt de visuele indicatie welke aangeeft wat er wel of niet moet gebeuren. De gebruiker is de doorslaggevende factor welke bepaald of een handeling wel of niet uitgevoerd kan worden op dat moment.





1.3 Voor wie is ControllTurf

ControllTurf is voor iedereen die zich bezighoudt met gewas onderhoud en hiervan de kwaliteit wil optimaliseren en stabiliseren, en met het reduceren van verspilling op een ecologisch verantwoorde manier. Het biedt dé vertaalslag van natuur naar management visualisatie. Voor zowel degene die zich bezighoudt met het directe onderhoud, als voor degene die verantwoordelijk is voor het uiteindelijke resultaat en het beheer van kosten en arbeid. Het is een middel om met elkaar te kunnen communiceren, op basis van data. De twee belangrijkste belanghebbende in deze zijn: 1) de greenkeeper en 2) het overkoepelende management (en/of directie).

1.3.1 De greenkeeper

ControllTurf dient te worden gezien als een ondersteuning en niet als vervanging voor de greenkeeper. Het is een extra informatie stroom waarmee een gefundeerde keuze kan worden gemaakt op het gebied van onderhoud van gewassen. Het geeft de greenkeeper handvaten om zijn keuzes te verdedigen en te beargumenteren. De ervaren greenkeeper zal zien dat zijn inschattingen, op basis van kennis en ervaring, zeer dicht in de buurt komen van wat het dashboard ons verteld. Waar nodig kan het ook zeker voorkomen dat het model gecorrigeerd moet worden door het inzicht van de greenkeeper. De eindverantwoordelijkheid van de interpretatie van het dashboard ligt bij de greenkeeper.





1.3.2 Het management

Het management bepaalt (in samenspraak met de greenkeeper) het setpoint. Dat wil zeggen: het management bepaalt welk kwaliteitsniveau er wordt beoogd en welk budget hiervoor beschikbaar is. Hier kan alleen op gestuurd worden wanneer er een goed gefundeerde terugkoppeling richting het management aanwezig is wat betreft de omstandigheden van de afnemer. Waarom moet er vaker worden gemaaid? Waarom moeten we dit jaar meer water geven? Waarom is de kwaliteit op die en die plek niet zoals beoogd? Dit kan allemaal onderbouwd worden met de data van ControllTurf, in combinatie met de uitleg van de greenkeeper. Het kan tevens een vertaalslag zijn naar de eindgebruiker (de golfer, de voetballer, etc.). Het dashboard van ControllTurf biedt inzicht in omstandigheden voor onderhoud. Wanneer de eindgebruiker op de hoogte is van deze omstandigheden kan dit leiden tot begrip voor het plegen van het onderhoud.

Al met al is ControllTurf onmisbaar in een omgeving waar gestuurd wordt op basis van data. De sturing op basis van data is essentieel voor de kwaliteit en het kostenbeheer. Iedere manager wiens doel het is gefundeerde beslissingen te nemen, welke leiden tot het beste resultaat, zal zien dan ControllTurf een onmisbaar handvat biedt.





2. Het Dashboard





2.1 Algemeen

Met alleen de data afkomstig uit de modellen en van de benodigde API koppelingen, zou het een zeer zware taak zijn voor de gemiddelde mens om alle variabele te bundelen en hier een conclusie aan te verbinden. Om deze reden is het dashboard van ControllTurf ontwikkeld. Het dashboard is de laatste vertaalslag van ruwe data naar een simpele “wel of niet doen” interface.

Het dashboard kent de volgende hoofdgroepen:

- Handelingen (algemeen)
- Ziekte
- Irrigatie
- Nutriënten

Op de volgende pagina is te zien hoe dit er uit ziet in de praktijk.

De hoofdgroepen zijn uitgezet in een tijdsbestek van één week, waar de achterliggende modellen tot 2 weken vooruit kunnen kijken in de tijd. De behoefte wordt aangegeven met ofwel een kleur, ofwel een getal. Dit is gebaseerd op een samenkomst van meerdere variabele. Deze variabele zullen in dit hoofdstuk per regel onder iedere hoofdgroep worden toegelicht. Deels om inzicht te krijgen in de variabele en de complexiteit hierachter, en deels om als naslagwerk te fungeren wanneer de uitkomsten, weergegeven in het dashboard, in de praktijk nader verklaart dienen te worden.

Het dashboard moet de implementatie van data gedreven predicatief onderhoud in de praktijk versimpelen. Het dashboard is van dien formaat dat deze makkelijk afgedrukt en opgehangen kan worden waardoor deze eenvoudig te bezichtigen is door de belanghebbende.





2.1.1 Weergave

		2021								
		Week n.r.								
1.	 ControllTurf	Handelingen							Additionele informatie	
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN		
		Maaien								
		Verticaal maaien								
		Holle pin prikken								
		Vaste pin prikken								
Bezanden										
2.		Ziekte							Additionele informatie	
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN		
		Sneeuw schimmel druk								
		Dollar spot druk								
		Rollen								
		Ijzersulfaat								
Dauwcontrole										
Fungicide										
3.		Irrigatie							Wekelijks gemiddelde	
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN		
	Water behoefte	-	-	-	-	5 mm	10 mm	1 mm	5,3	
4.		Nutriënten							Wekelijks gemiddelde	
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN		
	Nutriënten behoefte									

2.1.2 Toelichting

1. Handelingen, zie hoofdstuk 2.2
2. Ziekte, zie hoofdstuk 2.3
3. Irrigatie, zie hoofdstuk 2.4
4. Nutriënten, zie hoofdstuk 2.5





2.2 Handelingen

In deze hoofdgroep staan de algemene handelingen welke uitgevoerd kunnen worden binnen het gewasonderhoud. Deze lijst kan, afhankelijk van de gebruiker, aangepast worden. De kleuren geven aan of er behoefte is en of het uitvoeren van de handeling (sub)optimaal is. (Of het überhaupt zin heeft om de handeling uit te voeren.)



Het uitvoeren van deze handeling is niet nodig en/of kan een negatief effect hebben op de kwaliteit wanneer toch uitgevoerd.



Er is behoefte voor het uitvoeren van deze handeling. De omstandigheden zijn echter niet optimaal. Het vaktechnische inzicht van de greenkeeper moet hier doorslag geven.



Er is behoefte voor het uitvoeren van deze handeling. De omstandigheden zijn optimaal.

Op de volgende pagina's volgt een overzicht van variabele (per handeling) waar de kleuren op zijn gebaseerd.





2.2.1 Maaien

Variabele maaien	
Variabele	Uitleg
Biomassa	De biomassaproductie van een plant is de hoeveelheid drooggewicht die een plant kan maken in een bepaalde tijd. Als we het hebben over maaien dan is het dus belangrijk om te weten wat het beste moment is. De biomassa is sterk gecorreleerd aan de hoogte van het gewas en kan dus een goede voorspelling geven wanneer het echt nodig is om te maaien.
Temperatuur	De temperatuur is een van de belangrijkste variabelen voor het rekenen met plantengroei, watervoorziening en onderhoud. Voor de afweging of er wel of niet kan worden gemaaid wordt er rekening gehouden met een bandbreedte waarbinnen het optimaal is, en waarbuiten negatieve gevolgen kunnen optreden voor het gewas.
Neerslag	Neerslag is een belangrijke maat voor de mate van bereikbaarheid van een perceel en tevens ook een indicator voor de waterhuishouding in de bodem. Maaien boven een bepaalde grens aan neerslag kan beter worden vermeden omdat dit in de regel meer schade aanricht dan goed doet.
Ziektemodel	Het is belangrijk om met maaien rekening te houden met de ziektedruk die er heerst op een bepaald moment. Bij een ziektedruk in fase 2 wordt er doorgaans geadviseerd om de maaihoogte te verhogen, en bij ziekte in fase 3 kan er zelfs voor gekozen worden om het maaien uit te stellen.





2.2.2 Verticaal maaien

Variabele verticaal maaien	
Variabele	Uitleg
Temperatuur	Verticaal maaien is een relatief agressieve handeling voor een gewas. Er worden overwegend meer wondjes gemaakt aan het blad dan bij gewoon maaien. Hierdoor is het goed om de temperatuur mee te nemen in de overweging voor het maaien. Met name extremen in temperatuur dienen te worden vermeden.
Neerslag	Bij verticaal maaien gelden in principe dezelfde overwegingen met betrekking tot neerslag als bij een reguliere maaibeurt. De effectiviteit van de handeling gaat snel achteruit naarmate de hoeveelheid neerslag toeneemt.
Ziektemodel	Voor verticaal maaien is het ziektemodel een belangrijke indicatie voor de efficiëntie van de handeling. Door in de juiste periodes verticaal te maaien kan de ontwikkeling van vilt deels worden verminderd wat de ziekteontwikkeling kan vertragen. Tevens is het juist nadelig voor het gewas om verticaal te maaien als de ziekte al aanwezig is omdat het gewas meer dan normaal wordt beschadigd met deze handeling.





2.2.3 (Holle) pen beluchten

Variabele (holle) pen beluchten	
Variabele	Uitleg
Temperatuur	Voor het (hol)beluchten is het van belang dat de temperatuur niet te hoog wordt. De gaten die zijn gemaakt, opgevuld met zand of niet, zullen de oppervlakte voor verdamping vergroten en de waterbuffer verlagen. Bij te lage temperaturen zal het herstelvermogen van het gras te laag zijn om deze bewerking schadevrij door te komen.
Neerslag	Bij de neerslag worden uiterste gesteld waarmee bepaald wordt of er wel of niet belucht kan worden of dat er inzicht nodig is van de greenkeeper. Bij hevige neerslag kan bijvoorbeeld niet belucht worden. Bij matige neerslag is dit aan de greenkeeper. Het model houdt hierin ook rekening met de neerslag die in de aankomende 2 dagen zal vallen.
Ziektemodel	(Hol)beluchten in een goede manier om vilt ontwikkeling te verminderen en hiermee ziekteontwikkeling te remmen. Echter, als er eenmaal ziekte aanwezig is kan deze handeling ook averechts werken en juist de ontwikkeling van ziekte vermeerderen.





2.2.4 Bezanden

Variabele bezanden	
Variabele	Uitleg
Temperatuur	Bij bezanden is het van belang dat er niet wordt bezand als er extremen temperaturen zijn of worden verwacht. Het zand dat op de bladeren van het gewas ligt kan resulteren in verbranding van het gewas en de vermindering van fotosynthetische activiteit.
Neerslag	Bezanden is mogelijk bij milde neerslag, maar zal een verminderde efficiëntie geven bij hevigere neerslag omdat het zand meer dan normaal zal kleven aan andere korrels of aan het blad van de plant. Zeker na beluchten is het juist de bedoeling dat het zand de gaten vindt en dus is droog zand wenselijk.
Ziektemodel	Bezanden bij ziekte kan een microklimaat creëren die de ziekteontwikkeling kan versnellen. Daarom is het doorgaans niet gewenst om te bezanden als er ziekte aanwezig is (fase 2), of als er ziekte wordt voorspeld in de komende week.





2.3 Ziekte

In deze hoofdgroep staat wat de voorspelde ziektedruk gaat zijn en welke handelingen de negatieve gevolgen hiervan kunnen reduceren (en wellicht elimineren). Voor de ziektedruk dienen de kleuren anders geïnterpreteerd te worden als voor de handelingen om de gevolgen hiervan te reduceren.

Ziektedruk:



Ziektedruk fase 1: De ziekte is nog niet visueel aanwezig en richt nog geen schade aan.



Ziektedruk fase 2: De ziekte is zichtbaar en richt schade aan.



Ziektedruk fase 3: De ziekte beslaat een groot gedeelte van de green en/of reguliere maatregelen hebben geen effect meer op het remmen van de ziekte.

Handelingen (ziektepreventie/bestrijding)



Het uitvoeren van deze handeling is niet nodig en/of kan een negatief effect hebben op de kwaliteit wanneer toch uitgevoerd.



Er is behoefte voor het uitvoeren van deze handeling. De omstandigheden zijn echter niet optimaal. Het vaktechnische inzicht van de greenkeeper moet hier doorslag geven.



Er is behoefte voor het uitvoeren van deze handeling. De omstandigheden zijn optimaal.





Op deze en de komende pagina's volgt een overzicht van variabele (per handeling of ziektedruk) waar de kleuren op zijn gebaseerd.

2.3.1 Ziektedruk

Variabele ziektedruk	
Variabele	Uitleg
Ziektemodel	Het ziektemodel bepaald de fase, gebaseerd op de gemodelleerde ziektedruk.

Het ziektemodel is ontwikkeld door Lumbricus op basis van meer dan 1300 datapunten verzameld over meer dan 6 jaar. Het model gebruikt de temperatuur en de luchtvochtigheid om door middel van logistische regressie de kans uit te rekenen op ziekte.

$$h\theta(X) = \frac{1}{1 + e^{- (\beta_0 + \beta_1 X)}}$$

Na 2 jaar praktijkonderzoek waar het model heeft gedraaid op 11 verschillende locaties binnen Nederland, blijkt dat 2 locaties volledig fungicidevrij zijn doorgekomen en 6 locaties hebben de toediening weten te reduceren met 50%.





2.3.2 Rollen

Variabele rollen	
Variabele	Uitleg
Temperatuur	Rollen is een goede optie om de ziektedruk te remmen. Echter bij extreme temperaturen is het beter om rollen te vermijden.
Neerslag	Rollen heeft als nadeel dat het de infiltratie van water vermindert. Als de neerslagintensiteit te hoog wordt na rollen kan dit meerdere negatieve gevolgen hebben zoals ziekteontwikkeling, ontwikkeling van alg en verminderde wortelgroei. Daarom houdt het model rekening met de actuele neerslag en de voorspelde neerslag.
Ziektemodel	Bij matige verschijnselen kan deze handeling uitgevoerd worden, maar bij extreme ziekte kan deze handeling niet worden uitgevoerd. Bij fase 1 dient er doorgaans 2x per week gerold te worden. In fase 2 dient er doorgaans >2x per week gerold te worden.





2.3.3 Toedienen ijzersulfaat

Variabele ijzersulfaat	
Variabele	Uitleg
Temperatuur	Ijzersulfaat kan een bruikbaar middel zijn in de strijd tegen ziektes. Echter, er kunnen ook nadelige gevolgen zijn bij het toedienen van ijzersulfaat als dit in ongunstige omstandigheden wordt gedaan. Bijvoorbeeld, omdat ijzersulfaat de gewasgroei remt is het niet wenselijk om het in te zetten bij lage temperaturen. Aan de andere kant zijn extreem hoge temperaturen ook niet wenselijk omdat het gewas dan kan verbranden.
Neerslag	Neerslag is bij matige intensiteit geen probleem voor het toedienen van ijzersulfaat, dit is zelfs wenselijk om het iets te laten infiltreren. Echter, bij extreme neerslag zal de effectiviteit van het ijzersulfaat snel verminderen.
Ziektemodel	Ijzersulfaat kan het beste worden ingezet als het model in fase 2 aankomt. Echter, als de ziekte fase 3 eenmaal heeft bereikt kan de verminderde gewasgroei, als gevolg van het toedienen van het ijzersulfaat, het herstel van de plant verlagen.





2.3.4 Dauwcontrole

Variabele dauwcontrole	
Variabele	Uitleg
Temperatuur	Dauwcontrole is een veelzijdig middel die de oppervlaktespanning van een druppel kan verlagen en hiermee de afstroming van het blad en de infiltratie in de bodem bevordert. Echter, extreme temperaturen zullen nadelige effecten met zich meebrengen en dienen te worden vermeden.
Neerslag	Matige neerslag is voor dauwcontrole geen probleem. Sterker nog, vaak wordt dit juist ingezet bij aanhoudende nattere periodes om de afwatering te verbeteren en ziektedruk te verminderen. Echter, bij extreme droogte of extreme neerslag zal het toedienen van dauwcontrole respectievelijk schade kunnen toedienen of uitspoelen en dus de werking verminderen.
Ziektemodel	Dauwcontrole is met name effectief als er lang dauw blijft staan op het gewas of als er een langere periode van neerslag is. Dit gaat meestal gepaard met ziektedruk. Ook als de ziekte fase 3 bereikt kan dauwcontrole nog worden toegepast, maar het is wel belangrijk om het niet toe te dienen als er al andere middelen zijn toegediend i.e. ijzersulfaat of fungicide, om eventuele nadelige reacties tegen te gaan.





2.3.5 Fungicide

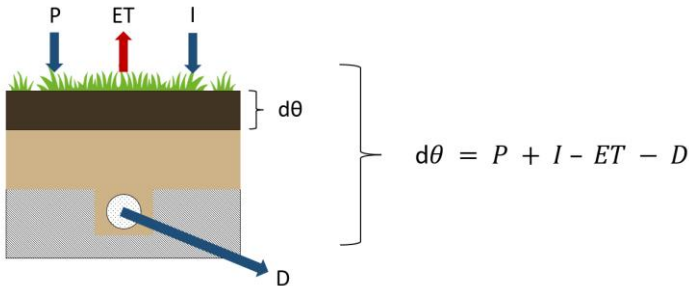
Variabele fungicide	
Variabele	Uitleg
Temperatuur	Als de ziekte fase 3 bereikt en als er veel zichtbare schade aanwezig is, dan is het van belang om fungicide te overwegen. Echter, het toedienen van fungicide kan niet altijd. Afhankelijk van het product is het doorgaans beter om extreme temperaturen te vermijden.
Neerslag	Matige neerslag is voor het toedienen van de meeste fungicide geen probleem, en soms zelfs gewenst om de werkzame stof bij de wortels van de plant te krijgen waar de sporen van de schimmel het meest actief kunnen zijn. Echter, bij een te hoge neerslag intensiteit zal de uitspoeling van de fungicide niet alleen een nadelig effect hebben voor verspilling, maar ook eventuele nadelige gevolgen voor oppervlaktewateren die aanwezig zijn rondom het object.
Ziektemodel	Fungicide dient enkel toegediend te worden in fase 3 van de ziekteontwikkeling en visuele conformatie van de hoofdgreenkeeper. Als er geen schade is, hoeft er niet gespoten te worden. Dit blijft echter een kwestie van voorkeur van de respectievelijke gebruiker.





2.4 Irrigatie

Het irrigatiemodel is gebaseerd op de waterbalans. Een waterbalans is de verandering van vocht over een bepaalde diepte als gevolg van processen die water toevoegen en processen die water afvoeren.



De termen zoals neerslag (P), irrigatie (I) en drainage zijn af te leiden uit de klimatologische gegevens van een weerstation (en in dit geval van meerder weerstations en complexe algoritmes via de API). Echter, de verdamping (ET) wordt niet direct gemeten omdat dit vaak te complex of te duur is. Daarom wordt deze berekend naar aanleiding van andere variabelen die wel worden gemeten. Deze berekening gebeurt via de officiële FAO Penmann-Monteith vergelijking:

$$ETc = \frac{\Delta(Q_{in} - G) + \rho * c * \frac{(es - ea)}{ra}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{rs}{ra}\right)}$$

Deze vergelijking bestaat uit 3 delen. Een deel voor de straling, een deel voor het verschil in luchtvochtigheid binnen en buiten de plant en laatstens een (aerodynamische) weerstand.





Echter, deze vergelijking geeft alleen de referentieverdamping waar we eigenlijk de actuele verdamping willen weten. Om deze te weten te komen moet de referentieverdamping nog worden vermenigvuldigd met een gewasfactor:

$$\begin{array}{ccc} \text{Actuele} & & \text{Gewasfactor} \\ \text{Verdamping} & & \\ \uparrow & & \uparrow \\ ETa = ETc * kc & & \\ \downarrow & & \\ \text{Referentie} & & \\ \text{Verdamping} & & \end{array}$$

Deze gewasfactor is afhankelijk van het gewas en moet nog gecorrigeerd worden voor gewashoogte, actuele windsnelheid en luchtvochtigheid. De gewasfactor verschilt per gewas omdat dit een maat is die aangeeft hoe een plant omgaat met de stralingsintensiteit en hitte. Struisgras heeft bijvoorbeeld een hogere gewasfactor dan Roodzwenk, omdat Roodzwenk de huidmondjes (stomata) eerder sluit bij toenemende hitte.

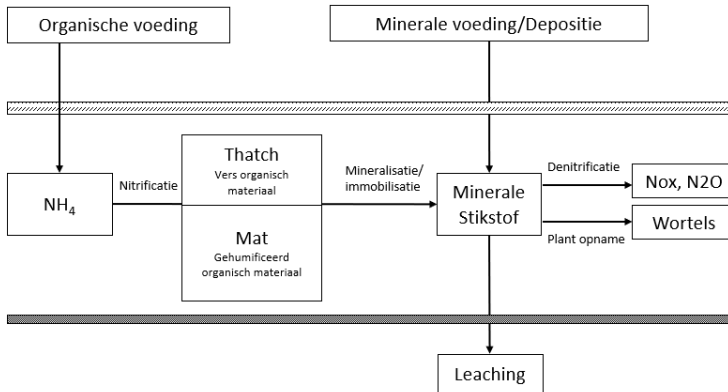
Als alle variabelen zijn verzameld kan de waterbalans worden opgesteld. Met de aanname dat er evenveel in de “emmer” gaat dan wat eruit gaat kan er worden berekend wat de irrigatiebehoefte van het gewas is. Tevens berekent het model ook nog een stressfactor wanneer de behoefte van de plant niet op tijd wordt aangevuld. Deze stressfactor wordt vervolgens weer gebruikt in het biomassamodel en nutriëntenmodel.





2.5 Nutriënten

Om te weten hoeveel nutriënten een gewas nodig heeft zijn er een aantal stappen die moeten worden afgelegd in de vorm van complexe berekeningen. Net als bij water werkt het model met een balans. Deze balans ziet er als volgt uit:



Dit model bestaat grofweg uit twee sub-modellen: een mineralisatiemodel en een groeiemodel voor de opname van nutriënten voor de plant.

Dit groeiemodel berekent de biomassa die wordt gemaakt door het gewas naar aanleiding van verschillende meteorologische variabelen zoals stralingsintensiteit, temperatuur en de koppeling met het watermodel. Naar aanleiding van de biomassa kan er worden berekend hoeveel nutriënten er zijn opgenomen door het gewas. Het mineralisatiemodel gebruikt specifieke bodemeigenschappen en wederom de meteorologische variabelen.

De hoeveelheid minerale nutriënten die uiteindelijk moet worden toegevoegd is te berekenen door:

$$\frac{dN}{dt} = \text{Minerale Voeding} + \text{Depositie} + \text{Mineralisatie} + \text{Nitrificatie} - \text{Plant Opname} - \text{Leaching} - \text{Denitrificatie}$$





2.6 Optimalisatie

2.6.1 Continu verbeteren

De exacte waarden van de ingestelde variabele welke als voorwaarde gelden, zijn gebaseerd op meerjarig vooraanstaand fundamenteel onderzoek. Dit wil niet zeggen dat de waarde in beton zijn gegoten. Verdere verzameling van data en terugkoppeling van de gebruiker is altijd gewenst om het dashboard verder te optimaliseren. Het dashboard geeft een benadering van natuurlijke processen. Praten over exacte wetenschap op algeheel natuurlijk niveau zou naïef zijn. Echter, de achterliggende theorie en uitwerking van de modellen is fundamenteel onderbouwd. Verstand van een deskundig persoon (de vak deskundige gewasonderhouder) bij de interpretatie van de modellen blijft een vereisten.

2.6.2 Klant specifieke accuraatheid

Niet alleen is er verschil op een landelijk niveau, maar ook op zeer lokaal niveau kunnen invloed factoren wezenlijk verschillen. Met de input van de gebruiker en van de specifieke samenstelling van variabelen op een specifieke locatie - bodemopbouw, schaduwvorming, hoogteverschillen, et cetera - kan een meer toegespitst resultaat verworven worden. Met deze klant specifieke data kan de achterliggende database van ControllTurf op worden gebouwd met de input van de gebruiker. Het voordeel voor de gebruiker moge duidelijk zijn: meer accuraatheid en meer gemak in de implementatie van de uitkomst van het dashboard.

2.6.3 Uitbreiding van het dashboard

Naast de optimalisatie van de resultaten van het dashboard, wordt er ook continu gewerkt aan het uitbreiden van de handelingen en andere gewas specifieke onderhoudsvariabelen. Daarbij kunnen eventuele klant specifieke handelingen altijd meegenomen worden in het dashboard.





3. Voorbeelden uit de praktijk





Voorbeeld winter 2021

		2021							
		Week nr: 5							
 ControllTurf	Handelingen								Additionele informatie
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
	Maaien								
	Verticaal maaien								
	Holle pin prikken								
	Vaste pin prikken								
	Bezanden								
		Ziekte							Additionele informatie
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
	Sneeuw schimmel druk								
	Dollar spot druk								
	Rollen								
	Ijzersulfaat								
	Dauwcontrole								
	Fungicide								
		Irrigatie							Wekelijks gemiddelde
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
	Water behoefte	-	-	-	-	-	-	-	
		Nutriënten							Wekelijks gemiddelde
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
	Nutriënten behoefte								

De winter van 2021 was een natte winter met matig tot lage temperaturen. In de week zoals zichtbaar hierboven was er een relatief hoge neerslagfrequentie en een toenemende ziektedruk. Het is goed zichtbaar dat maaien lastig zou zijn geweest in deze week, en als het echt nodig zou zijn kon dit het beste op woensdag. Wat betreft het ziektebeleid zou ervoor gekozen kunnen worden om ijzersulfaat toe te dienen op woensdag om de druk te verminderen naar het weekend toe. Echter, omdat niks optimaal is door de omstandigheden zal deze beslissing bij de hoofdgreenkeeper liggen.





Voorbeeld zomer 2020

		2021							
		Week nr: 35							
 ControllTurf	Handelingen							Additionele informatie	
	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN		
	Maaien								
	Verticaal maaien								
	Holle pin prikken								
	Vaste pin prikken								
	Bezanden								
		Ziekte							Additionele informatie
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
	Sneeuw schimmel druk								
	Dollar spot druk								
	Rollen								
	Ijzersulfaat								
	Dauwcontrole								
	Fungicide								
		Irrigatie							Wekelijks gemiddelde
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
	Water behoefte	-	8 mm	4 mm	6 mm	-	-	-	6 mm
		Nutriënten							Wekelijks gemiddelde
		MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
	Nutriënten behoefte		1,2	1,4	2,2				

De zomer van 2021 was een zomer met relatief matige temperaturen, maar met hele groeizame omstandigheden. Omdat het deze week een hoge ziektedruk heerste, waren de omstandigheden voor maaien en andere bewerkingen niet optimaal. Echter, voor de bestrijding van deze ziekte was het optimaal en ook zeker nodig omdat de dollarspotdruk aan de hoge kant was. Als er gekozen was om ijzersulfaat te gebruiken dan zal de remmende werking de groei verminderen wat gunstig is voor het maaien. Als vervolgens ook de irrigatie en nutriëntenbehoefte is geoptimaliseerd heeft het gewas meer kans om de ziekte, welke op zondag flink aanwezig was, tegen te gaan.





4. Implementatie in de praktijk





4.1 Maatwerk

Bij de Alpha versie van ControllTurf zal er wekelijks een geüpdatet weekoverzicht worden verzonden. Dit gebeurt telkens net voor het weekend van de volgend te voorspellen week. Voor een volledig resultaat dient het dashboard fysiek in de werksferen geïmplementeerd te worden. Dit wil zeggen dat er een vertaalslag plaats vindt van dashboard naar capaciteitsbehoefte en taakverdeling. Gezien iedere gewasonderhoud onderneming anders is ingericht komt hier een stuk maatwerk bij kijken. Om ervoor te zorgen dat deze implementatieslag optimaal verloopt, kan er voorafgaand aan gebruik van ControllTurf op basis van samenwerking een implementatieplan op worden gesteld met toegespitste lay-out naar Uw specifieke situatie.

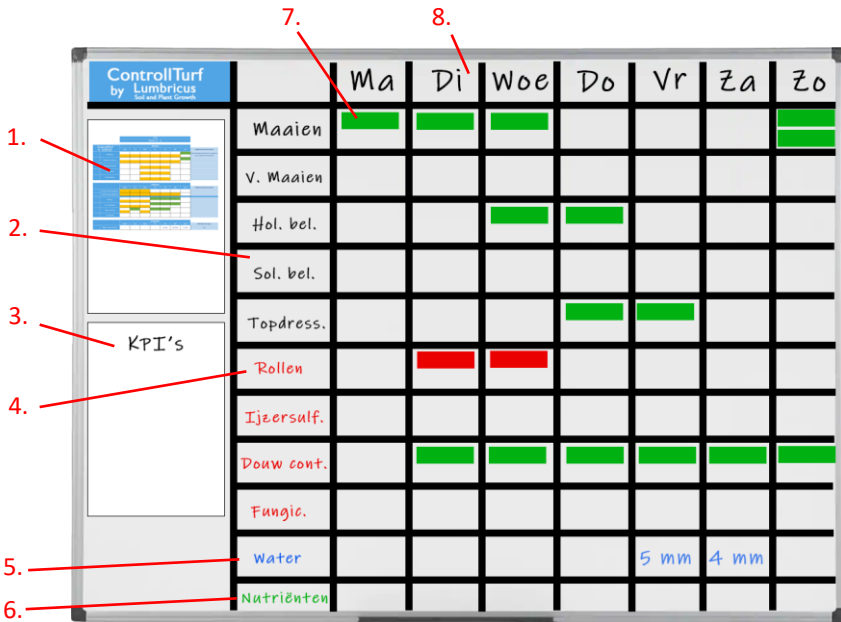
4.2 Behoeftebord

In de basis is de vertaalslag hetzelfde en kan hierin gebruik worden gemaakt van een toegespitst behoefte bord, welke speciaal voor deze toepassing is ontwikkeld. In de basis maakt het bord gebruik van het KANBAN-systeem, wat zoveel betekend als op signaal acteren. Het bord is doorgaans gepositioneerd in de werkplaats/kantine. De input voor het bord is de predicatieve data vanuit het dashboard van ControllTurf. Op het behoeftebord wordt vervolgens door de leidinggevende een planning opgesteld op basis van de beschikbare capaciteit en prioriteit. Op de volgende pagina is te zien hoe dit er in de praktijk uit ziet.





4.2.1 Voorbeeld



4.2.2 Toelichting

1. Uitgeprint dashboard. Door het dashboard af te drukken en op te hangen op het bord krijgt eenieder direct inzicht in de weekbehoefte.
2. Handelingen. Deze komen overeen met die in het dashboard (zwart)
3. Key Performance Indicators lijst (optioneel)
4. Handelingen toegespitst op ziekte preventie/bestrijding (rood)





5. Water behoefte (blauw)

6. Nutriënten behoefte (groen)

7. Job card (magneet). Ieder van kan één of meerdere job cards bevatten. Op deze job cards kan bijvoorbeeld het volgende aangegeven worden: uit te voeren door, job time, locatie van uit te voeren onderhoud, hoeveelheid, benodigde machine, etc. Eventueel kan met de kleur van de job kaart de prioriteit aangegeven worden van het uit te voeren onderhoud.

8. Dagen van de week. Deze dagen komen overeen met die in het dashboard.

4.3 Voorbeeld Job card

Voor de Job card geldt dat deze zo mooi en compleet kan worden gemaakt als de gebruiker wenst. In de basis zijn de belangrijkste elementen welke in ieder geval aanwezig moeten zijn: de persoon(en) wier het onderhoud uit moet voeren, locatie van het uit te voeren onderhoud en de geschatte/geplande job time. (de tijd welke de opdracht in beslag neemt) Een voorbeeld hiervan ziet er als volgt uit:

Job card			
Uit te voeren door	Hans		
Locatie	Fairways, Hole 2 - 3 - 4 - 5 - 7		
Job time verwacht	5 uur	Job time werkelijk	6 uur





Contactinformatie

Indien deze handleiding erin geslaagd is U voldoende te interesseren, of wanneer U vragen heeft, neem dan vrijblijvend contact met ons op via een van de onderstaande kanalen:



info@lumbricus.nl



0488 - 421 258



06 – 835 630 64 (Thomas Evers)



www.lumbricus.nl

