



Aanleg van PV-systemen op dijken

Project Zon op dijken.

Aanleg Eurorail en Delmeco Ritthem in 2020.

Aanleg Soltronergy en Afvalzorg Knardijk in 2020.

Auteurs | Jan Rinze van der Schoot en Marcel van der Voort

WPR-OT 959



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Aanleg van PV-systemen op dijken

Project Zon op dijken.
Aanleg Eurorail en Delmeco Ritthem in 2020.
Aanleg Soltronergy en Afvalzorg Knardijk in 2020.

Jan Rinze van der Schoot en Marcel van der Voort

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

Wageningen, december 2022

Rapport WPR-OT 959

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/584641>

Het plaatsen van zonnepanelen op dijken lijkt een goede optie om een bijdrage te leveren aan de productie van duurzame energie. In 2020 is een project gestart in Ritthem (Spuikom) en Zeewolde (Knardijk) om de mogelijkheden en effecten van zonnepanelen op dijken in kaart te brengen. De aanleg van PV-systemen en bekabeling is een specifiek onderdeel met mogelijke schade aan de dijk en de grasmat. Aan de hand van beoordelingen en foto's is de schade van de aanleg aan de dijk in kaart gebracht en zijn aanbevelingen gedaan om de schade te beperken en te herstellen. Bij het graven in een dijk voor b.v. aanleg van bekabeling en het plaatsen van funderingen is het belangrijk rijschade van machines te voorkomen, de graszode netjes af steken en zo snel mogelijk na aanleg weer terug te plaatsen. Overgangen van verharde dijkbekledingen naar gras moeten goed worden afgewerkt met eerder uitgegraven graszoden of door het plaatsen van geleidelijke overgangen en inzaaien met graszaad. Dit project had wat aanloop problemen, waardoor niet snel gewerkt kon worden. Gaten bleven lang open liggen en graszoden konden niet altijd direct worden terug geplaatst. Door de aanleg in het droge, warme voorjaar en zomer van 2020 verdroogde de open liggende graszode snel en kon de schade met doorzaaien of inzaaien niet worden hersteld. In praktijksituaties zal de aanleg vooral in de nazomer plaats vinden, waarbij herstelwerkzaamheden aan de grasmat met meer succes kunnen plaats vinden. Of vind aanleg van PV-systemen vooral plaats bij een dijkrenovatie zonder grasbedekking.

Trefwoorden: zonnepanelen, dijken

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK, Lelystad; T 0320 29 11 11; 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.

Rapport WPR-OT 959

Foto omslag: Aangelegd PV-systeem op de dijk in Ritthem

Inhoud

	Woord vooraf	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
	Samenvatting	4
1	Inleiding	5
	1.1 Doel project	5
	1.2 Afbakening	5
2	Locatie Ritthem	7
	2.1 Beschrijving proeflocatie	7
	2.2 Uitgangssituatie voor de aanleg	8
	2.2.1 Waarneming augustus 2019	8
	2.2.2 Logboek Ritthem	9
	2.3 Aanleg kabels Ritthem	10
	2.4 Geïnstalleerde systemen	12
	2.4.1 Systeem Eurorail	12
	2.4.2 Systeem Delmeco	14
	2.5 Aanleg Eurorail	14
	2.5.1 Plaatsen funderingen	14
	2.5.2 Gebruik en onderhoud dijk voor en tijdens plaatsing	17
	2.5.3 Plaatsing panelen	18
	2.5.4 Situatie eind juni 2020	19
	2.6 Aanleg Delmeco	20
3	Locatie Knardijk	24
	3.1 Beschrijving proeflocatie	24
	3.2 Uitgangssituatie Knardijk	24
	3.3 Aanleg meterkast en bekabeling Knardijk	25
	3.4 Geïnstalleerde systemen	28
	3.4.1 Systeem Soltronergy	28
	3.4.2 Systeem Afvalzorg	28
	3.5 Aanleg Soltronergy	29
	3.5.1 Plaatsing betonblokken juli 2020	29
	3.5.2 Najaar 2020	31
	3.5.3 Voorjaar 2021	32
	3.6 Aanleg Afvalzorg	32
4	Discussie en aanbevelingen	33
	4.1 Kabelsleuven	33
	4.2 Plaatsen funderingspalen en betonblokken	33
	4.3 Gebruik en onderhoud	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
	4.4 Harde dijkbekleding	35

Samenvatting

Het plaatsen van zonnepanelen op dijken lijkt een goede optie om een bijdrage te leveren aan de productie van duurzame energie. In 2019 is een project gestart in Ritthem (Spuijk) en Zeewolde (Knardijk) om de mogelijkheden en effecten van zonnepanelen op dijken in kaart te brengen.

De aanleg van fotovoltaïsche (PV)-systemen en bekabeling is een specifiek onderdeel met mogelijke schade aan de dijk en de grasbekleding. Voorafgaand, gedurende en achteraf is, onder andere aan de hand van beoordelingen en foto's, het effect van de aanleg van de pv-systemen op de dijk en grasbekleding in kaart gebracht. Daarnaast zijn aanbevelingen gedaan om de schadelijke effecten te beperken en/of te herstellen.

Eén van de aanbevelingen is dat bij het graven in een dijk, voor bijvoorbeeld aanleg van bekabeling en het plaatsen van funderingen, het belangrijk is rijschade van machines te voorkomen, de graszode netjes af steken en zo snel mogelijk na aanleg weer terug te plaatsen. Een andere aanbeveling is om overgangen, van verharde dijkbekledingen naar gras, goed af te werken met eerder uitgegraven graszoden of door het plaatsen van geleidelijke overgangen en/of het opnieuw inzaaien met graszaadmengsel.

De aanleg van de PV-systemen op dijken kende aanloopproblemen. De leveranciers van de PV-systemen hadden allen niet eerder op dijken gewerkt. Hierdoor werd de installatieperiode langer, dan verwacht. De gegraven gaten en geulen bleven hierdoor lang open liggen. Met als gevolg dat graszoden niet of niet altijd direct worden terug geplaatst. Met name het droge en warme voorjaar, gevolgd door een droge zomer in 2020, zorgde voor verdroogde graszoden en tevens dat de schade met doorzaaien of inzaaien niet kon worden hersteld. In praktijksituaties zal de aanleg vooral in de nazomer plaats vinden. In deze periode zijn herstelwerkzaamheden aan de grasmatten eerder succesvol. Aanleg van PV-systemen op dijken bij een renovatie - waarbij de grasmatten vernietigd en de dijk moet worden ingezaaid - is niet onderzocht. Zaaien van gras onder al geplaatste PV-systemen zal lastig zijn en verwacht mag worden dat kieming en zodevorming bij beperkt licht minder goed gaat.

1 Inleiding

We staan aan de vooravond van een grootschalige uitrol van hernieuwbare energiebronnen zoals wind en zon. Het klimaatakkoord voorziet 21 GWp (GigaWatt piekvermogen) aan PV (photovoltaïc zonne-energie) capaciteit op land tegen 2030. Dat is 7-maal het huidige vermogen aan PV-installaties in Nederland. Het gebruik van landbouwgebied voor het plaatsen van zonneparken ligt voor de hand, maar Nederland wil landbouwgebied en natuurgebied maximaal ontzien. Het klimaatakkoord benadrukt daarom ook dat bijzondere inspanningen nodig zijn om PV-installaties maximaal te integreren met gebouwen en de infrastructuur. Dat was de aanleiding voor Rijkswaterstaat en de verschillende lokale waterschappen in Nederland om te onderzoeken hoe de dijken kunnen worden benut voor de opwekking van hernieuwbare energie. Nederland heeft ongeveer 17.000 km dijken en een voorstudie heeft uitgewezen dat deze dijken een potentieel bieden van 11 GWp aan PV systemen zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van landbouwgebied. Het aanleggen van PV-systemen dient binnen de eisen, onder andere voor veiligheid, plaats te vinden. Om de mogelijkheden van PV-systemen op dijken verder in beeld te brengen is het project "Zon op Dijken" gestart.

1.1 Doel project "Zon op Dijken"

Het doel van het project is te onderzoeken onder welke omstandigheden PV-systemen kunnen worden geplaatst op dijken. Dijken beschermen Nederland sinds jaar en dag tegen het water. Daarmee is de primaire functie van dijken het keren van water. Er bestaan verschillende types dijken in Nederland, waar het belangrijkste onderscheid gemaakt kan worden tussen primaire en regionale keringen. Elke dijk in Nederland heeft een veiligheidsnormering, afhankelijk van de functie van de dijk.

Een eerste inschatting door experts van Rijkswaterstaat en de Waterschappen heeft uitgewezen dat de klassieke zonnepark-systemen niet voldoen, omdat zij erosievorming in de hand werken hetgeen de veiligheid van de dijk in het gedrang kan brengen. Naast het aspect veiligheid speelt ook de landschappelijke inpassing een belangrijke rol, alsook de impact van de PV-systemen op de biodiversiteit van de dijk. Sommige dijken vervullen momenteel verschillende functies. In dit onderzoek wordt bekeken of er nog een functie aan toe kan worden gevoegd; namelijk de productie van zonne-energie.

We willen onderzoeken hoe de PV-systemen moeten worden aangepast om aan deze bovengenoemde eisen tegemoet te komen. Dit wordt uitgetest in een tweetal proeftuinen op 2 verschillende dijk-locaties die door de Waterschappen ter beschikking worden gesteld.

Dit sluit naadloos aan bij de doelstelling van het Urban Energy programma lijn 3a rond inpassing van PV-systemen in de publieke ruimte teneinde de beschikbare ruimte in Nederland optimaal te benutten voor de opwekking van hernieuwbare energie.

1.2 Afbakening en leeswijzer

Dit deelrapport van het project Zon op Dijken gaat over de aanleg van de twee systemen in Ritthem en de twee systemen op de Knardijk. Per locatie worden de uitgangssituatie en de effecten van aanleg van de PV-systemen beschreven en wat hiervan de effecten waren op de bodem en de grasmat tijdens en na aanleg. Het effect van de zonnepanelen op de grasmat op langere termijn wordt in een volgend rapport behandeld. In de eerdere literatuurstudie zijn aanleg en potentiële effecten van de zonne-energie op de grasmat benoemd. In de literatuurstudie zijn de criteria benoemd ter beoordeling van de grasmat. Dit rapport sluit af met discussie en aanbevelingen met betrekking tot de aanleg van PV-systemen op dijken in relatie tot de grasmat als dijkbekleding.

Dijkveiligheid wordt zijdelings aangestipt. Hiervoor wordt verwezen naar de rapportage van Deltares.

1.3 Dankwoord

Een speciaal dank voor Evert Swart van het waterschap Scheldestromen voor het maken en aanleveren van veel van de foto's. Daarnaast tevens dank aan de schapenboer Krijn Ovaa voor het meewerken en meedenken over het onderhoud van de dijk.

2 Locatie Ritthem

2.1 Beschrijving proeflocatie

In Zeeland, nabij Vlissingen en onder beheer van waterschap Scheldestromen, bevindt zich de proeflocatie Ritthem. De proeflocatie ligt op de zuidhelling van de dijk van de spuikom waar een deel van Walcheren op afwatert (foto 1). De coördinaten van de spuikom zijn 51°26'35.7"N 3°37'18.0"E. Op de zuidhelling van de dijk aan de noordwest kant van de spuikom zijn 9 tafels met zonnepanelen gerealiseerd van Eurorail en aan de rechterkant de betonplaten met daarin de zonnepanelen van Delmeco (foto 2).



Foto 1: Proeflocatie Ritthem (bron: Google Maps)



Foto 2: Zuidhelling van de noordwestelijke dijk van de spuikom bij Ritthem met de geplaatste PV-systemen.

2.2 Uitgangssituatie voor de aanleg



Foto 3: De dijk bij Ritthem op 1 maart 2019 waarop de systemen geplaatst gaan worden.

2.2.1 Waarneming augustus 2019

In augustus 2019 is de grasmat op de proeflocatie in Ritthem beoordeeld op percentage grondbedekking en het aandeel grassen en andere planten. Het tijdstip lag ver voor de daadwerkelijke aanleg. De aanleg zou eerst in september 2019 plaats vinden. Dit werd veroorzaakt in vertraging van de aanleg.

Het percentage grondbedekking van het hele talud was gemiddeld 88%. Range van 75-98%. Waarbij de vegetatie voor 95% (range 90-100%) uit gras bestond en voor 5% (range 0-10%) uit andere planten. Voornamelijk paardenbloemen en herfstleuwentand. Aan onkruiden stond er een enkele distel en daarnaast was er wat muizenschade.



Foto 4: Detail van het dijktafud met een goed gesloten grasmat met een paar kruiden.

2.2.2 Logboek Ritthem

Tijdens het project is een logboek bijgehouden van de activiteiten. Hierbij is vastgelegd: wat is wanneer door wie gebeurt, plus opmerkingen waar de bouwers tegen aanliepen.

Tabel 1. Logboek aanleg locatie Ritthem maart t/m juli 2020.

Datum	Wie	Activiteit	Materiaal	Foto's	Observaties
25-27 maart	Eurorail	Palen slaan	Rupskraan	ja	Beperkte schade grasmat;
Maart-juni	WS	Foto's		ja	
3 april	WUR	beoordelen	Grondboor	ja	Beworteling tot 50 cm diep.
6 april	TNO +	Graven sleuven	Rupskraan	ja	Rijsporen beperkt
7 april	TNO +		Rupskraan		
7 april	TNO +				
9 april		Camera geplaatst			
16 april	WS	Aansluiten electra			
21 en 22 april		Plaatsen bovenliggers			
21 april	Delmeco	Levering Delmeco betonplaten			
23 april		Uitgraven voor Delmeco	Rupskraan		Leggen platen lukt niet vanwege wegglijdende kraan
		Graven van sleuven			
Half mei	Ovaa	Beweiding met schapen		ja	Gaat goed
15 mei	Delmeco	Plaatsing beton platen			Holle ruimtes onder platen
28 mei en x juni		Plaatsen zonnepanelen			Standaard en glas-glas
4 juni	Delmeco	Plaatsen zonnepanelen			

23 juni	WUR	beoordelen		ja	Genoeg gras om te beweiden. Wel stengelig. Paar grote distel planten.
27-x juni	Ovaa	beweiding	Schapen		
21-22 juli		Plaatsen zonnepanelen met opdruk			

2.3 Aanleg kabels Ritthem

Op 6 april 2020 is begonnen met de aanleg van de kabels. Eind april 2020 een vervolg met de aansluiting van het Delmeco systeem. Wel wat rijschade en bodemverdichting op het talud, maar de graszode blijft door het berijden met de rupskraan in tact.



Foto 5: Graven van de sleuven voor de kabels.

Na het leggen van de kabels is zo goed mogelijk geprobeerd de grond terug in de sleuf te krijgen en de graszode terug te leggen. Aan de foto's hieronder is te zien dat dit niet overal goed is gelukt. Er ligt nog vrij veel grond op de graszode. Bij een dunne laag groeit het gras er doorheen. De graszode op de sleuven ligt niet vlak en is verdroogd.



Foto 6: Linksboven. Dichtgemaakte sleuf op 7 april. Foto rechtsboven is van 16 april. De graszode is verdroogd. Foto linksonder 21 april: herstel in rijsporen. Graszode op de sleuf is verdroogd. Foto rechtsonder van 15 mei. Geen herstel van de graszode op de sleuf.

Eind mei zijn de DC-kabels aangelegd. Door de droogte was de grond hard. Het opvullen en terugleggen van de graszode is niet overal goed gelukt. Een regenbui omstreeks 19 juni legde de kabel in de ondiepe sleuf weer bloot.



Foto 7: Links van 28 mei. Aanleg dc kabels. Rechts 19 juni. Matig opgevulde sleuf, waardoor na een flinke regenbui de kabel bloot ligt.

2.4 Geïnstalleerde systemen Ritthem

2.4.1 Systeem Eurorail

Het systeem van Eurorail bestaat uit in de grond gedrukte funderingspalen, waarop palen voor de onderbouw worden geplaatst. Daarop rails met de zonnepanelen. Elke afzonderlijke 'tafel' met zonnepanelen worden ondersteund door 9 palen. In praktijksituaties zullen dit geen afzonderlijke 'tafels' zijn maar waarschijnlijk een lang lint van zonnepanelen.

Op drie van de negen tafels liggen traditionele zonnepanelen. Op drie andere tafels liggen glas op glas zonnepanelen, welke wat meer licht doorlaten en op de laatste drie tafels betreft zonnepanelen met een opdruk, o.a. van Michiel de Ruyter.



Foto 8: Eurorail systeem met funderingspalen in de dijk en opbouw met zonnepanelen op 80 tot 100 cm hoogte boven het talud.

2.4.2 Systeem Delmeco

Het systeem van Delmeco bestaat uit betonplaten waarop de zonnepanelen worden gelijmd. De graszode van het talud is afgegraven om een egale ondergrond te krijgen. De randen zijn weer aangevuld met de uitgegraven graszode en grond. Dit systeem is een testopstelling bedoeld als alternatief voor verharding op een dijk. Het systeem is ontworpen voor een grasdijk.



Foto 9: Betonplaten met zonnepanelen van Delmeco.

2.5 Aanleg Eurorail systeem

De aanleg van het Eurorail systeem wordt aan de hand van foto's weergegeven. Dit om een beeld te schetsen van de impact van de aanleg op de grasmat van de dijk. Eind maart 2020 is begonnen met het slaan van de funderingspalen. Eind mei zijn de eerste zonnepanelen geplaatst. De laatste foto's zijn van eind juni. De zonnepanelen met opdruk waren toen nog niet geplaatst.

2.5.1 Plaatsen funderingen Eurorail systeem

Op 25 en 26 maart zijn de funderingspalen geplaatst en de palen voor de onderbouw daarboven op met 1 bout vast gemaakt. De grond van de dijk was droog en vrij hard, dus de insporing van de gebruikte machines viel mee. Hierdoor ontstond nauwelijks schade aan de grasmat. Wat lichte schade aan de graszode door het draaien van het rupskraantje. Het was hierna afwachten of het gras weer goed overeind komt.



Foto 10: De afdrukken van de rupsbanden zijn zichtbaar.

Opvallend is dat de funderingspaal niet overal even hoog boven het maaiveld staat. Het talud leek op het oog een regelmatige en gelijke hellingshoek te hebben. De bouwers willen de tafels met de zonnepanelen vlak hebben, maar het dijktaalud is dus niet overal gelijk. De funderingspalen verschillen daarom in hoogte op het dijktaalud. De meeste funderingspalen steken circa 15 cm boven het maaiveld uit. Een aantal 15 tot 20 cm hoger.

Er is geen schade aan de grasmat bij plaatsing van de funderingspalen. Door het hoogteverschil in het dijktaalud ontstond wel een ander knelpunt. Bij één van de 9 tafels is de bovenkant van de funderingspalen in de grond geplaatst om deze in lijn met de overige tafels te houden. De graszode is weggestoken en ernaast gelegd. De opbouwpalen zijn met 1 bout vast gemaakt. Om het mogelijk te maken de andere bouten te bevestigen en de paal te stellen is het gat open gelaten. De verdere opbouw met de rails heeft 21 en 22 april plaats gevonden. Vanaf 26 maart heeft het gat open gelegen en de uitgestoken graszode ernaast. De grond in zowel het gat als de ernaast liggende graszode is ingedroogd en het gras is grotendeels afgestorven.



Foto 11: De funderingspalen staan op verschillende hoogte boven maaiveld



Foto 12: Links van 3 april. Een week na de plaatsing van de palen van 26 maart. Foto's rechts de graszode op 16 april.

2.5.2 Het gebruik en onderhoud van de dijk voor en tijdens plaatsing

De dijk in Ritthem is in maart 2020 bemest met 200 kg KAS per ha, dus voor de start van de aanleg van de funderingspalen. Het kunstmest strooien gebeurt vanaf de kruin van de dijk.

In de periode na plaatsing van de funderingen hebben de schapen er half mei een week op de dijk gelopen. Volgens de schapenhouder hebben de schapen het gras onder de zonnepanelen redelijk kort opgevreten, zie onderstaande foto. Na plaatsing van de zonnepanelen in juni 2020 werd het gebruikelijke beheer van weiden en maaien voortgezet. Afhankelijk van de grasgroei lopen de schapen 1 tot 2 weken per jaar op het dijkvlak, waarna ze 4-6 weken weg blijven. Daarnaast wordt er 1 tot 2 keer per jaar gemaaid.



Foto 13: Links 6 mei 2020. Schapen grazen in het dijkvak met de opbouw van de zonnepanelen. Foto rechts 15 mei 2020. Gras is redelijk kort afgegrasd.

2.5.3 De plaatsing van de zonnepanelen

Eind mei en begin juni 2020 zijn op 6 van de 9 tafels de zonnepanelen geplaatst. Dit leverde geen problemen op voor de grasmatt. Op de onderstaande foto rechtsonder is wel te zien dat bij zonnig weer er verbrandingsschade kan optreden als de zonnepanelen een tijdje op het gras liggen.



Foto 14: Plaatsing van de zonnepanelen op 28 mei 2020.

2.5.4 Situatie eind juni 2020

Op onderstaande overzichtsfoto van eind juni 2020 zijn de geplaatste systemen te zien. De missende drie (links) zijn in juli geplaatst. Dit betreft de tafels met zonnepanelen met opdruk. Rechts op de foto ligt het systeem van Delmeco.



Foto 15: Overzichtsfoto van 23 juni 2020. Vanaf de zeedijk (zuidkant spuikom).

Ongeveer een maand na plaatsen van de zonnepanelen groeide het gras prima. Op het oog zijn er geen verschillen in grondbedekking en vegetatiehoogte te zien naast en onder de panelen.



Foto 16: Het gras lijkt prima te groeien onder de zonnepanelen (seizoen 2020).

De gaten bij tafel 9 zijn niet gedicht gemaakt. De grond en graszode ligt ernaast (foto 17). Er staan een aantal grote distelplanten op het talud (foto 17).



Foto 17: Gaten bij de palen van tafel 9 en distelplanten op het dijktaalud.

De terug gelegde graszoden op de kruin van de dijk en andere kabelsleuven op het talud liggen niet altijd vlak en het gras erop is verdroogd. Er is sprake van enig herstel (foto 18).



Foto 18: Kabelsleuf op de kruin van de dijk juni 2020.

2.6 Aanleg Delmeco systeem

Op 23 april 2020 is het talud uitgegraven. De betonplaten zijn een paar dagen eerder geleverd. Het was de bedoeling de platen direct na het uitgraven te plaatsen. Er waren stelcomplaten op het talud gelegd om het gras te beschermen. Echter de kraan met betonelementen slipte steeds weg.

Op 15 mei zijn de betonelementen geplaatst. Begin juni zijn de zonnepanelen op de betonblokken gelijkmd.



Foto 19: Geleverde betonplaten (links) en uitgegraven talud (rechts) op 23 april (2020).



Foto 20: Het uitgegraven deel in afwachting van plaatsing op 6 mei 2020. De naastliggende graszode is verdroogd.

Het is niet gelukt de betonplaten mooi vlak te leggen op de grond. De platen in deze opstelling zijn niet gekoppeld. De niet vlakke ondergrond betekent dan wel dat zich onder de platen holtes bevinden. De betonplaten zijn onderaan opgesloten met palen in de grond. De randen zijn zo goed mogelijk opgevuld met grond en graszoden. Op de foto's is te zien dat dit niet overal goed is gelukt. De grond

was droog en de graszoden vrijwel dood, wat het goed aanvullen lastig maakt. Potentieel lijkt dit een groot risico op erosie, waarbij uitspoeling onder de platen slecht te monitoren is.



Foto 21: 15 mei 2020. De platen liggen niet geheel vlak (links boven) met ruimte onder sommige platen van de rand gezien (rechts boven). Onderaan zijn de platen opgesloten met palen (links onder). Er is begonnen met opvullen van de randen met grond en graszoden (rechts onder).



Foto 22: 4 juni 2020. De zonnepanelen liggen op de betonblokken. De randen zijn redelijk goed opgevuld.



Foto 23: Ondanks de matige opvulling valt na flinke regenval de uitspoeling mee op deze hard/zacht overgang. Links op 19 juni 2020. Rechts op 26 juni 2020.

3 Locatie Knardijk

3.1 Beschrijving proeflocatie

De proeflocatie op de Knardijk bevond zich op de Knardijk aan de kant van Zeewolde vlakbij de Biezenburcht. Midden boven in zijn de beide opstellingen te zien.



Foto 24: Plattegrond van de locatie Knardijk (bron: Google Maps)

3.2 Uitgangssituatie Knardijk

Hieronder staan een paar foto's van de Knardijk een maand voor plaatsing. De dijk is een keer gemaaid waarna vaste mest is uitgereden. De graszode is niet heel dicht, maar voldoende gesloten.



Foto 25: Knardijk op 9 juni 2020. Vlak voor aanleg



Foto 26: Detail van wat open graszode met voornamelijk gras en kruiden als smalle weegbree

3.3 Aanleg meterkast en bekabeling Knardijk

Begin juli 2020 is op het vlakke deel onderaan de dijk de meterkast geplaatst en zijn de kabels aangelegd. Het berijden van de grasmatt leverde geen beschadiging op. Rondom de kast is flink gegraven. Het graafwerk heeft de grasmatt flink beschadigd en er ligt grond op de grasmatt. De ruimte rondom de kast en de kabelsleuven zijn goed opgevuld en uitgevlakt. Omdat dit allemaal in het vlakke gedeelte onderaan de dijk plaats vindt is dat geen groot probleem.



Foto 27: Na plaatsing van de meterkast.



Foto 28: Overzicht onderaan de dijk na de aanleg van de meterkast en de een deel van de kabels.



Foto 29: Na dichtmaken kabelsleuf en rijsporen.



Foto 30: Eind juli 2022. Rondom de meterkast is het vlak afgewerkt.

3.4 Geïnstalleerde systemen Knardijk

3.4.1 Systeem Soltronergy

Het systeem van Soltronergy bestaat uit betonblokken boven en onderaan het dijktafval. Daartussen zijn kabels bevestigd, waaraan de zonnepanelen verticaal hangen.



Foto 31: Systeem Soltronergy met betonblokken en panelen hangend aan kabels.

3.4.2 Systeem Afvalzorg

Het systeem van Afvalzorg bestond uit het vervangen van de grasmat door een fundering van secundaire bouwstoffen. Daarop worden de zonnepanelen bevestigd. Het is hiermee een vervanging voor dijkverharding. Het Afvalzorgsysteem is niet bedoeld als vervanging voor de grasmat op een grasdijk.



Foto 32: Systeem Afvalzorg waarop later zonnepanelen kunnen worden bevestigd.

3.5 Aanleg Soltronergy

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van een aantal foto's de aanleg van het Soltronergy systeem op de Knardijk weergegeven.

In de juli 2020 is begonnen met de aanleg. Begin augustus zijn de kabels bevestigd en de zonnepanelen opgehangen. In het najaar van 2020 hebben wat aanpassingen aan het systeem plaats gevonden. De definitieve opstelling hing er begin 2021.

3.5.1 Plaatsing betonblokken juli 2020

Op de foto's hieronder zijn de geplaatste betonblokken onder en bovenaan de dijk te zien. Rondom de betonblokken zijn graszoden teruggelegd. Het is niet altijd goed gelukt de graszoden naast de blokken vlak of met het talud mee te leggen. Het talud zelf is niet bereden en ziet er prima uit. Behalve dan wat grond op het gras onderaan de blokken.



Foto 33: De betonblokken boven en onderaan de dijk zijn geplaatst (Soltrenergy systeem).

Onderaan de dijk is de grasmat flink beschadigd bij het plaatsen van de betonblokken en de aanleg van bekabeling. Ondanks de droge zomer was de grond daar erg vochtig. De bodem is door het berijden verder verdicht. Gedurende de winter en in het volgende voorjaar bleef dit een nat deel van de dijk.



Foto 34: Veel rijshade onderaan het talud, mede door de natte ondergrond.



Foto 35: De zonnepanelen hangen aan de kabels. Onderaan het talud moet de grasmat nog worden hersteld.

3.5.2 Najaar 2020

Het is niet helemaal goed gelukt het talud rondom de betonblokken en de kabelgoten vlak af te werken en de graszode te herstellen. De randen zijn wel ingezaaid, maar het graszaad is niet goed gekiemd. Er zijn hierdoor kale plekken op het dijktaalud.



Foto 36: Gedeeltelijk herstel van de ruimte rondom de betonblokken.

3.5.3 Voorjaar 2021

In februari 2021 zijn zonnepanelen opnieuw opgehangen. De zonnepanelen waren eerder in de winterperiode verwijderd na schade door een storm. Inzaaien van de open plekken heeft wat geholpen, maar de open grasmat rondom de betonblokken zijn nog zichtbaar.



Foto 37: Situatie februari en maart 2021.

3.6 Aanleg Afvalzorg

In het oktober van 2020 is de grasmat verwijderd en is de verharding van Afvalzorg aangelegd. Rondom de plaat zijn open betonblokken aangelegd om een minder 'harde' overgang te krijgen van de plaat naar de grasmat. De rand om de plaat heen is goed vlak afgewerkt. Onderaan het vlak is de afwerking minder goed gelukt. De randen zijn ingezaaid met gras. De opkomst van het gras was goed. Een deel van de rand is echter later opnieuw afgewerkt, waarbij grond op het nieuw ingezaaide gras terecht is gekomen. Daarom is eind oktober/begin november 2020 opnieuw ingezaaid.



Foto 38: November 2020, in oktober gezaaide gras is goed opgekomen. Rand is later nogmaals weer opgevuld en opnieuw ingezaaid.

4 Ervaringen en aanbevelingen

4.1 Kabelsleuven

4.1.1 Ervaringen kabelsleuven

Voor het maken van de kabelsleuven in Ritthem is de graszode er af gehaald, apart gelegd en vervolgens is de grond verder uitgegraven. Bij het terugleggen van de graszode is geprobeerd zo netjes mogelijk te werken. Desondanks lag er toch nog vrij veel grond op het gras naast de sleuven. Als de grondlaag los ligt en niet te dik is kan gras er prima door heen groeien. Het gras op de strook waar grond heeft gelegen en in de rijsporen herstelde, al was het langzaam. Van een gesloten grasmat was na een maand nog niet overal sprake. Hiermee voldeed de grasmat niet aan de minimale eis van 70% bedekking (VtV, 2007). Het is niet gelukt de op de sleuf terug geplaatste graszode weer mooi vlak te leggen met de naastliggende grasmat. Dat vergt precies werken met machines en wellicht meer handwerk. De minder vlakke grasmat maakt het onderhoud, waaronder vooral het maaien lastiger.

De teruggeplaatste graszode op de gegraven sleuf is verdroogd en herstelde niet in de weken erna. De aansluiting van de teruggeplaatste graszode met de ondergrond was niet goed genoeg met als resultaat een verdroogde graszode. Het zeer droge voorjaar heeft hier uiteraard ook een rol gespeeld. Bij de Knardijk is de meterkast en de bekabeling grotendeels onderaan het talud aangelegd. De bodem was veel vochtiger en de droogte was geen storende factor zoals in Ritthem. Het is bij de Knardijk goed gelukt de sleuf dicht te maken en vlak af te werken.

4.1.2 Aanbevelingen kabelsleuven

Bij het uitgraven van sleuven kunnen de afgeplagde graszoden het best aan de ene kant van de sleuf worden gelegd op doek of plastic en de uitgegraven grond op doek of plastic aan de andere kant. Hiermee hou je de grasmat, de uitgestoken graszode en grond gescheiden en wordt voorkomen dat er grond op de graszoden terecht komt. Zeker als bodem en de graszoden al vrij droog zijn en onder zonnige warme omstandigheden wordt gewerkt is het zaak zo snel mogelijk de graszode weer terug te plaatsen om verdroging van de plaggen te voorkomen. Na het leggen van de kabels moet de grond en vervolgens de teruggeplaatste graszode goed worden aangedrukt. De graszode moet goed contact hebben met de ondergrond, zodat wortels in de ondergrond kunnen groeien en vochtuitwisseling kan plaats vinden. Na het terug leggen van de graszode is een aantal malen water geven aan te bevelen. Daarnaast is het aan te bevelen om open plekken na de werkzaamheden in te zaaien. Het voorjaar is niet idealiter niet het juiste moment om gras te zaaien. Dit verhoogd de kans op droogte en onkruid. Dit voorjaar van 2020 was ook wel bijzonder droog, dus zou inzaaien niet geslaagd zijn. Zaaïen en vervolgens beregenen zou kunnen, maar dit vergt extra werk. Normaal gesproken vindt aanleg waarschijnlijk plaats in augustus/september plaats en dat is een betere periode om open plekken in te zaaien. Door een hoge bodemtemperatuur en meestal voldoende vocht kiemt en ontwikkeld het gras goed.

4.2 Plaatsen funderingspalen en betonblokken

4.2.1 Ervaringen funderingspalen en betonblokken

Het plaatsen van 8 van de 9 tafels in Ritthem ging goed. De rijshade van het rupsvoertuig was beperkt en leverde nauwelijks een opener graszode op. Eventuele schade door verdichting van de bodem is niet vastgesteld. De grond was droog, wat de verdichtingsschade naar verwachting beperkt hield.

De hoogte boven maaiveld van de afzonderlijke palen was wat verschillend, maar dat is voor het gras niet erg. De afstand maaiveld versus zonnepaneel varieert. Dit geeft mogelijk verschillen in lichtinval. Dit wordt als aandachtspunt in de monitoring meegenomen.

Bij tafel 9 zijn de funderingspalen dieper geplaatst. De reden zal zijn geweest om alle tafels met de zonnepanelen mooi strak op 1 lijn te krijgen. Er is een gat gegraven en de graszode is ernaast gelegd om de opbouwpalen met bouten aan de funderingspalen vast te kunnen maken. De verder opbouw van de tafels heeft 4 weken later plaats gevonden. De graszode is dus niet direct teruggeplaatst. Door het gat open te laten is de grond ingedroogd en de naastliggende graszode verdroogd. Het direct terug leggen van de graszode was beter geweest. Wellicht is de tussenliggende tijd in praktijksituaties veel korter. Daarnaast geldt dat bij plaatsing in de nazomer de kans op verdroging ook minder groot is.

Bij tafel 9 bevonden de zonnepanelen zich daardoor minder hoog boven het dijktaalud. Dit betekent mogelijk minder licht onder de zonnepanelen en wellicht te laag voor de schapen om eronder door te lopen. De schofthoogte van de schapen op deze locatie is circa 75 cm. De bovenkant kop van de schapen is ongeveer 85 cm hoog.

Het voordeel van het plaatsen van de betonblokken op de Knardijk was dat nauwelijks op het dijktaalud gewerkt hoefde te worden. Bij de Knardijk was de grond onderaan het taalud erg vochtig, wat veel rijschade en verdichting opleverde. Bovenaan de dijk was dit geen probleem. Het dichtmaken en terugplaatsen van de graszode rond de betonblokken was niet overal goed gelukt. Daarnaast lag er op een aantal plekken uitgegraven grond op de grasmatten.

4.2.2 Aanbevelingen funderingspalen en betonblokken

Waarschijnlijk is het beter om de funderingspalen altijd minimaal 10-15 cm boven het maaiveld uit te laten steken. Als alle tafels op 1 lijn moeten staan zal dan eerst het hoogste punt moeten worden bepaald. Hierdoor bestaat de kans dat dan sommige funderingspalen 50 cm boven het taalud staan en dus ook minder diep in de dijk staan. Een andere optie is accepteren dat niet alle tafels strak op dezelfde hoogte op het dijktaalud staan.

Bij het plaatsen van de betonblokken kan het beste de uitgenomen grond neerleg worden op doek of plastic. Dit helpen bij het goed terugplaatsen van de graszode. Net als bij de funderingspalen en de kabelsleuven is snel en netjes werken gunstig voor het weer aangroeien van de teruggeplaatste van de graszode. De open grond inzaaien onder goede omstandigheden is hierbij verder een aanbeveling.

4.3 Gebruik en onderhoud

4.3.1 Ervaringen gebruik en onderhoud

Het beweiden van de schapen in Ritthem ging in eerste instantie prima. Het gras was overal goed afgevreten. Een belangrijke aantekening is dat de zonnepanelen nog niet waren geplaatst. Het kunstmest strooien was al gebeurt in maart voor plaatsing van de tafels en zonnepanelen.

Na plaatsing van de panelen liepen de schapen onder de panelen door. In de natte herfst ontstonden door combinatie van slechte grasgroei en vochtige bovengrond daardoor sporen. In de hete zomer maakten de schapen soms gebruik van de schaduw onder de panelen.

De schapenboer was vooraf ongerust of de schapen niet aan de stroomkabels zouden vreten. De voor het onderzoek geplaatste lichtsensoren werden soms aangevreten en omver geduwd door de schapen.

4.3.2 Aanbevelingen gebruik en onderhoud

Zoals in de vorige hoofdstuk aangegeven is het gewenst de beschadigde graszode en open plekken goed af te werken en door te zaaien in de nazomer. Voor de schapen en het onderhoud is een vlakke graszode gewenst. Zoals aangegeven is dat bij het dichtmaken van de kabelsleuven niet altijd gelukt. Pachters waren terughoudend in het maaien na plaatsing van funderingen en zonnepanelen. Maaien rond en onder de tafels in Ritthem en rond en onder de hangende zonnepanelen op de Knardijk wilden ze niet doen en werden gedurende dit project niet door de pachters zelf uitgevoerd. Ook werd een

deel van het werk uitbesteedt, wat de coördinatie lastiger maakte. Vooraf goed overleg over het onderhoud, te gebruiken apparatuur en een voldoende vergoeding is noodzakelijk. Goed wegwerken van de stroomkabels onder de panelen, bijvoorbeeld in buizen of kabelgoten, is aan te bevelen.

4.4 Harde dijkbekleding

Bij het uitgraven en plaatsen van de betonplaten van het Delmeco systeem is het belangrijk dat de platen goed aansluiten op de ondergrond en zich geen open ruimtes onder de platen bevinden. Kans op erosie en verdere uitholling van de ruimtes onder de platen is zeer ongewenst vanuit waterveiligheidsoogpunt.

De plaatsing van de betonplaten in deze opstelling heeft geleerd dat het lastig is op een hellend vlak de ondergrond egaal te krijgen. De periode tussen uitgraven en leggen hebben hier waarschijnlijk niet aan bijgedragen. Na plaatsing lagen de platen niet geheel vlak op het dijktalud. De platen niet zijn gekoppeld hierdoor bestaat het risico dat verzakking optreedt. De koppeling van de platen is uiteraard technisch wel op te lossen.

Bij de aanleg van de verharding van Afvalzorg is de bestaande graszode verwijderd. Aan de randen zijn open betonblokken geplaatst en vervolgens is het talud vlak afgewerkt en ingezaaid. In praktijksituatie zal dit systeem niet op grasdijken worden aangelegd, hoewel ook dan ergens een rand met een overgang naar gras voorkomen. Het plaatsen van een open constructie – zoals de open betonblokken van Afvalzorg – om een minder harde overgang te krijgen lijkt een prima oplossing. Dijkveiligheidsexperts geven aan dat een hard/zacht overgang een risico vormt op erosie op dijken. De randen van de verharding moet goed worden opgevuld met grond en/of graszoden. Door de tijd tussen uitgraven en plaatsen van de verharding en zeker in een droge periode kan de uitgegraven grond en de uitgestoken graszoden verdrogen. In praktijksituaties zal de aanleg in de nazomer plaats vinden en niet in het voorjaar. Herstelwerkzaamheden aan de graszode, zoals doorzaaien en vochtig houden, zullen in het najaar veelal makkelijker zijn.

Vergelijkbaar met het uitgraven en opvullen van de kabel sleuven moet ook bij het uitgraven en leggen van de betonplaten netjes en snel worden gewerkt. De graszoden minimaal 5 cm dik gelijkmatig afsteken zijn. Het opzij leggen en zorgen dat de graszoden niet verdrogen is een tweede aandachtspunt. Een derde punt is dat er geen grond op komt te liggen.

De aanbeveling is daarom om randen goed opvullen met grond en aandrukken. De graszoden vervolgens goed aan te laten aansluiten en goed aan te drukken. Na het terug leggen van de graszode een aantal malen water geven. Dit afhankelijk van de weers- en bodemomstandigheden. Bij een dergelijke aanpak zal de graszode beter aan slaan en is bij- of doorzaaien niet nodig.

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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Report WPR-OT 959

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.