

Zon op IJsselmeerdijk

Schetsontwerp en ruimtelijk kader





Laan 1914, 35
3518 EX, Amersfoort

telefoon +31 (0)88 348 20 00

e-mail info@rhdhv.com

website www.royalhaskoningdhv.com

datum 26 april 2022

product Schetsontwerp

referentie BH5290-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0034_
IJMD_SO Zonedijk_26042022_C02

classificatie 2.0 - definitief

auteur(s) Anne Nijland, Michiel Brink en Jan Valk

gecontroleerd door Michiel Brink

goedgekeurd door Jan Valk

contactpersoon Michiel Brink



Beeld van bestaande IJsselmeerdijk kijkend richting Lelystad met de A6 en de huidige karakteristieke rij windturbines ter weerszijde

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding verkenning Zon op IJsselmeerdijk	5
1.2	Doel van het schetsontwerp	5
1.3	Werkwijze	7
1.4	Leeswijzer	7
2	Analyse	9
2.1	Raakvlakprojecten	9
2.2	Ruimtelijke kaders	10
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten	19
3.1	Technische randvoorwaarden	19
3.2	Ontwerputgangspunten vanuit ruimtelijke kaders	21
3.3	Ontwerpparameters	23
4	Ontwerpend onderzoek	27
4.1	Mogelijke varianten:	27
4.2	Schetsontwerp	29
4.3	Waardering en aandachtspunten bij de varianten	36
5	Conclusie	39



1 Inleiding

1.1 AANLEIDING VERKENNING ZON OP IJSSELMEERDIJK

Waterschap Zuiderzeeland heeft binnen het project versterking IJsselmeerdijk grote ambities op het gebied van duurzaamheid.

Eén van deze duurzaamheidsambities is het realiseren van een klimaatneutrale dijk: de totale hoeveelheid vrijkomende broeikasgassen bij de dijkversterking is even groot als de vermeden emissies door het opwekken van hernieuwbare energie.

Een tweede reden is dat het waterschap vanuit haar maatschappelijke verantwoordelijkheid op eigen terreinen duurzame energie wil opwekken voor eigen gebruik of ruimte wil geven aan initiatieven van derden en zo een bijdrage wil leveren aan de Nederlandse energietransitie.

In een eerder stadium is een inventarisatie geweest van de mogelijkheden om op of rondom de dijk hernieuwbare energie op te wekken. Uit deze inventarisatie is naar voren gekomen dat het opwekken van zonne-energie op de dijk als meest kansrijk werd gezien en dat een nadere verkenning van de opties wenselijk was.

1.2 DOEL VAN HET SCHETSONTWERP

Het doel van het opstellen van schets-ontwerp(en) voor Zon op IJsselmeerdijk is input te leveren aan de besluitvorming van het waterschap Zuiderzeeland, of er zonnepanelen op de IJsselmeerdijk aangelegd mogen worden. Het schetsontwerp vormt een verkenning van de mogelijkheden binnen technische randvoorwaarden en ruimtelijke kwaliteitseisen. Aan de hand van het schetsontwerp wordt ook een eerste indicatie gegeven voor de mogelijke energieopbrengt bij het toevoegen van zonne-energie aan de IJsselmeerdijk.

De opgestelde onderbouwing van het schetsontwerp dient na de (bestuurlijke) besluitvorming, als ontwerpkader voor een nadere technische uitwerking.



Kaart van de ligging begrenzing van het plangebied [bron: Kadaster, 2020]

Inzet: Foto van de reeds aanwezige zonnepanelen aan de teen van de dijk en het beeld van de IJsselmeerdijk vanaf de A6

1.3 WERKWIJZE

Het projectgebied voor de verkenning Zon op IJsselmeerdijk komt gedeeltelijk overeen met het projectgebied van het Rijkswaterstaat pilot project A6 Zon Lelystad Dronten. Het projectgebied voor het schetsontwerp Zon op IJsselmeerdijk richt zich daarom in eerste instantie op het gedeelte van dijkvak 1 en 2 van de dijkversterking IJsselmeerdijk (circa 5,5 km) waar de dijk parallel loopt met de A6. De te bepalen ontwerpprincipes voor het schetsontwerp zijn echter ook op de andere delen van dijkvak 2 en dijkvak 3 van toepassing.

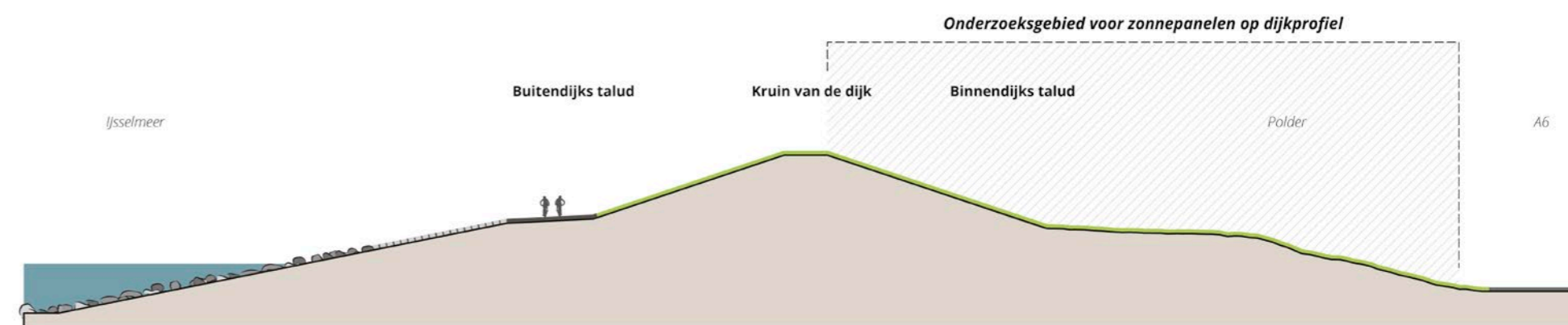
Om te komen tot een schetsontwerp zijn door middel van ontwerpend onderzoek binnen van te voren gedefinieerde randvoorwaarden en uitgangspunten, varianten ontwikkeld en gevisualiseerd op basis van onderstaande ontwerpparameters:

- zonnepanelen 'in de dijk' of 'op de dijk'
- positie van panelen op de dijk
- spreiding van panelen op het talud
- type panelen

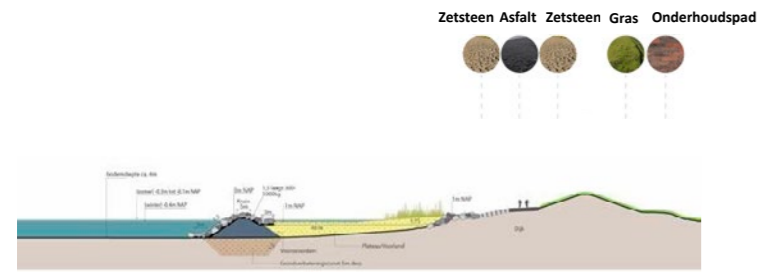
Het proces van het ontwerpend onderzoek heeft afstemming plaatsgevonden tussen Zuiderzeeland, Rijkswaterstaat en de provincie Flevoland. In twee ontwerpdeliers zijn achtereenvolgens de randvoorwaarden en uitgangspunten voor het ontwerpend onderzoek naar Zon op IJsselmeerdijk bepaald en heeft de trechtering plaatsgevonden van ontwerpvarianten naar het schetsontwerp dat in dit document wordt gepresenteerd.

1.4 LEESWIJZER

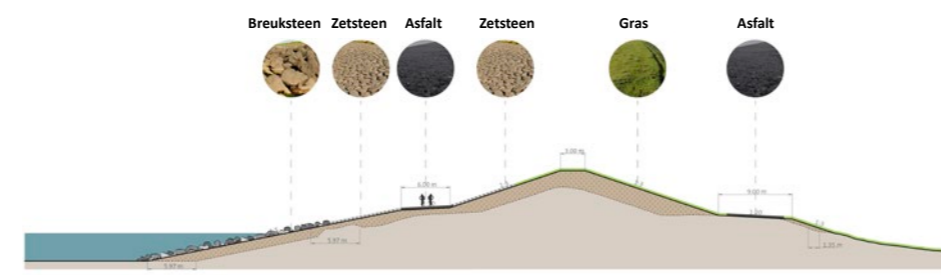
Hoofdstuk 2 bevat de analyse gedaan van ruimtelijke ontwikkelingen/ onderzoeken in de omgeving, die impact hebben op Zon op IJsselmeerdijk. In hoofdstuk 3 worden de randvoorwaarden en uitgangspunten voor het schetsontwerp nader toegelicht. Hoofdstuk 4 bevat een weerslag van het ontwerpend onderzoek en het resultaat daarvan in de vorm van een schetsontwerp. Hoofdstuk 5 bevat de conclusie bij het schetsontwerp en de aanbevelingen voor het vervolg.



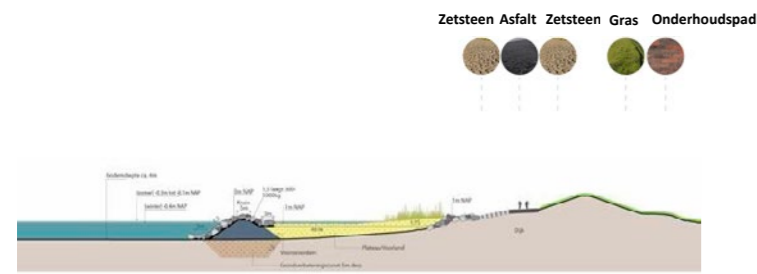
Voorland oplossing (dijkvak 3)



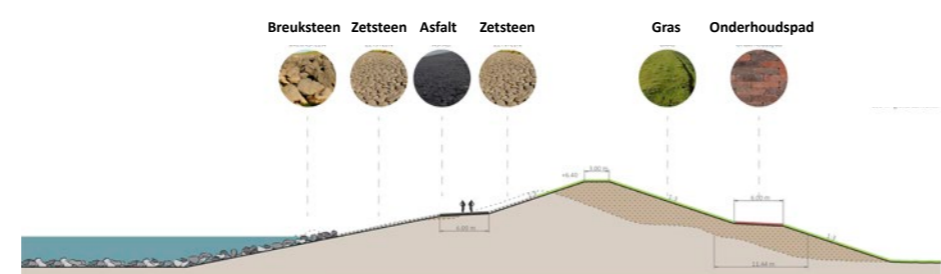
Traditioneel vierkant



Voorland oplossing (dijkvak 1+2)



Traditioneel binnendijks



2 Analyse

2.1 RAAKVLAKPROJECTEN

Het ontwerp onderzoek naar de ontwikkeling van zonne-energie op de binnenzijde van het talud van de IJsselmeerdijk heeft raakvlakken met een aantal (duurzame energie)projecten in de omgeving. De dijkversterking van de IJsselmeerdijk is de initiator van de verkenning naar Zon op IJsselmeerdijk. Het project vormt de basis voor de maat van de beschikbare ruimte voor het ontwikkelen van zonne-energie op het binnendijkse talud van de dijk. Rondom de IJsselmeerdijk lopen twee duurzame energieprojecten met een raakvlak voor Zon op IJsselmeerdijk: Windplanblauw en RWS-pilotproject A6 Zon Lelystad Dronten. De projecten worden hieronder kort toegelicht.

2.1.2. Duurzame energie-ontwikkeling

In de noordwesthoek van Flevoland, in de gemeenten Dronten en Lelystad, wordt onder de naam Windplanblauw een nieuw windpark ontwikkeld. De huidige 74 windturbines in het projectgebied worden vervangen door 61 grotere turbines met meer vermogen. Dit betekent dat de infrastructuur en netaansluiting van de oude windturbines mogelijk benut kan worden voor Zon op IJsselmeerdijk, wat gunstig kan zijn voor de businesscase van een zonnepark op deze locatie. Windplanblauw heeft een grote betekenis voor het energielandschap wat in dit deel van Flevoland ontstaat/transformeert. De nieuwe turbines zullen goed zichtbaar zijn vanaf de A6 en onderdeel vormen van het totaalbeeld van het schetsontwerp voor Zon op IJsselmeerdijk.

2.1.1. Dijkversterking en keuze voorkeursalternatief

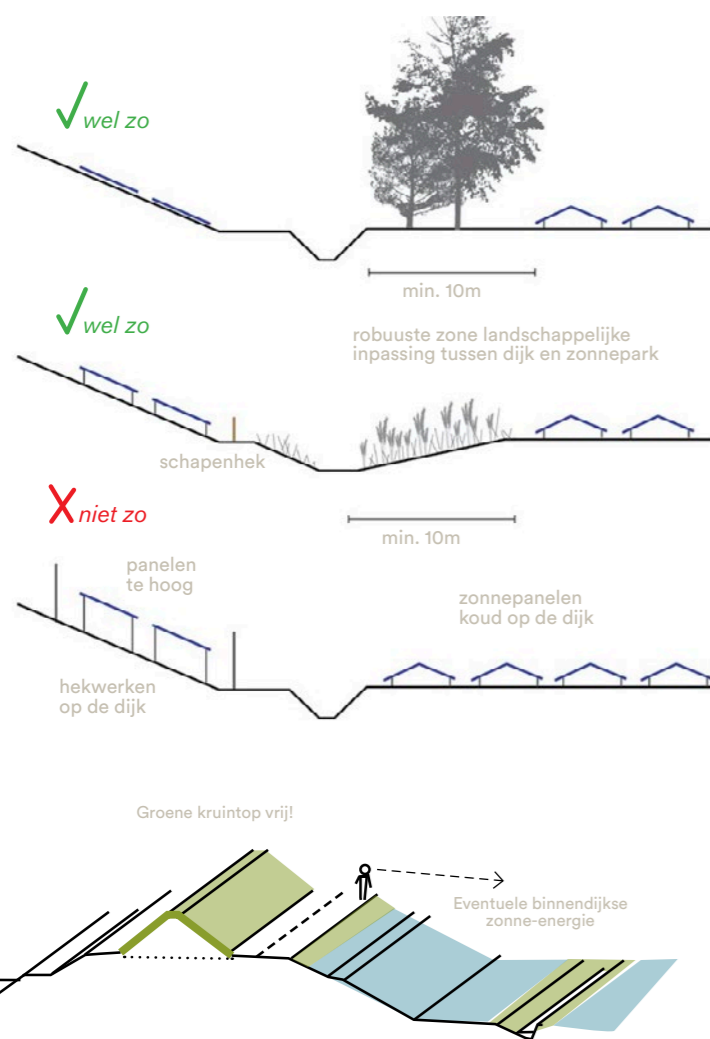
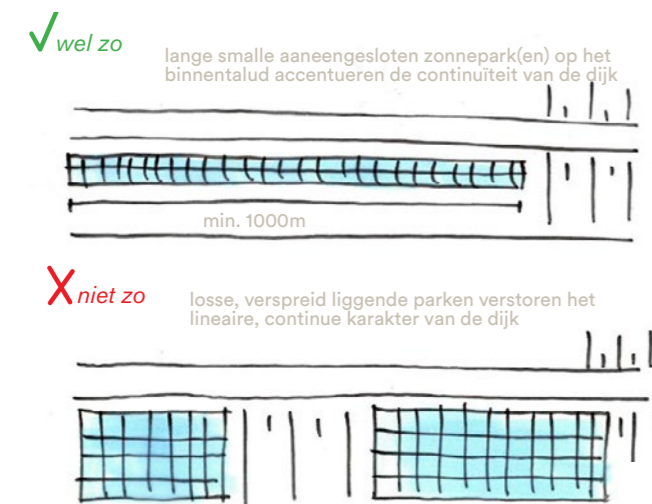
Op dit moment bevindt de versterking IJsselmeerdijk zich in de verkenningsfase. De planning is dat de verkenning halverwege 2022 wordt afgerond en een voorkeursbeslissing (VKB) wordt genomen. Momenteel wordt het voorkeursalternatief bepaald. Een groot deel van de dijkversterking wordt uitgevoerd door middel van het aanbrengen van een voorland voor de dijk. Dit houdt in dat het profiel van de huidige dijk gehandhaafd blijft. Voor Zon op IJsselmeerdijk betekent dit dat de lengte van de binnendijkse boven en benedenberm niet vergroot wordt en geen extra ruimte beschikbaar komt voor de mogelijke plaatsing van zonnepanelen.



Plankaart met turbineposities Windplanblauw



Kaart met aanduiding van beoogd voorkeursalternatief voor de dijkversterking [bron: Kadaster, 2020]



Schema's uit Ruimtelijk kwaliteitskader IJsselmeerdijk (BoschSlabbers landschapsarchitecten, 2020)

2.2 RUIMTELIJKE KADERS

Voor het ontwerp onderzoek naar Zon op IJsselmeerdijk zijn drie ruimtelijke kaders relevant: het Ruimtelijk kwaliteitskader dijkversterking IJsselmeerdijk, uitgangspunten voor A6 Zon en de Omgevingsvisie Flevoland. De documenten geven kwalitatieve criteria en ontwerpprincipes voor het opstellen van het schetsontwerp.

2.2.1. Ruimtelijk kwaliteitskader dijkversterking IJsselmeerdijk

Als onderdeel van de Verkenningfase voor de dijkversterking IJsselmeerdijk is in 2020 door BoschSlabbers Landschapsarchitecten een Ruimtelijk Kwaliteitskader (RKK) opgesteld. Het RKK is een instrument om te sturen en te inspireren op ruimtelijke kwaliteit en vormt een kader voor de landschappelijke inpassing van de dijkversterkingsmaatregelen. In dit RKK zijn de ruimtelijke kwaliteiten van het bestaande dijklandschap vastgesteld. Deze vormen de referentie en is het niveau dat ook in de nieuwe situatie ten minste moet worden gerealiseerd.

LANDSCHAPPELIJKE KWALITEITEN EN KNELPUNTEN

Voor het ontwerp onderzoek van Zon op IJsselmeerdijk zijn de volgende kwaliteiten van belang:

- Grootschalige stoere éénduidige dijk met subtiel onderscheid tussen meer en baai
- Dijktracé als continue doorgaande lijn van rechtstanden, ruime bochten en verknopingen
- Subtiële en uniforme detaillering van de dijkopbouw
- Landschap van contrasten
- A6 als sterke beleeflijn van de dijk
- Divers modern erfgoed en kunst
- De áltijd groene dijktop

Naast de ruimtelijke kwaliteiten zijn er ook een aantal knelpunten in het landschap te benoemen:

- Zeer lage ecologische meerwaarde van de dijk
- Ontbreken doorlopende ecologische zones langs de dijk
- Ontbreken van natuurverbindingen haaks op de dijk
- Lokaal ontbreken van continuïteit van de dijk
- Rommelige plekken langs de dijk

VISIE OP RUIMTELIJKE KWALITEIT

In het RKK zijn 4 leidende principes geformuleerd om de visie op ruimtelijke kwaliteit te beschrijven.

- 1 De dijk als continue lijn.** Een éénduidige dijk die zich kenmerkt door stoerheid en grootsheid.
- 2 De dijk als scherpe grens en zachte verbinder.** De dijk als herkenbaar element, dat land en water zowel scheidt als verbindt.
- 3 De multifunctionele dijk.** De dijk als landschappelijke drager voor (nieuwe) ruimtelijke ontwikkelingen. De energiedijk valt onder dit principe. De dijk maakt onderdeel uit van het energielandschap met zon en wind.
- 4 De beleefbare dijk.** De dijk als belevingsas.

ONTWERPPRINCIPES

Het leidende principe van de multifunctionele dijk is in dit ontwerp onderzoek voor zon op dijk van groot belang.

De IJsselmeerdijk wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van de Maximacentrale en een lange rij windturbines parallel aan de dijk. Samen met de recente opkomst van enkele zonneweides langs de dijk ontstaat er een heus energielandschap tussen Flevokust/ Maximacentrale ien de Ketelbrug. Hier ligt een kans om dit deel van de IJsselmeerdijk door te ontwikkelen tot "Energiedijk".

- Nieuwe zonnenvelden volgen het rechtlijnige tracé van de dijk.
- Alleen het deel tussen de Flevokust/ Maximacentrale en Ketelbrug krijgt het predicaat "energiedijk", overige delen dienen vrij te blijven.

- Zoek aansluiting bij initiatieven en studies voor zonne-energie langs de A6, drijvende zonne-eilanden en de ontwikkelingen rond Windplanblauw en Flevokust haven.

PLAATSING VAN PANELEN VOLGT MAAVELD EN TALUDS:

- Zonnepanelen op het benedentalud volgen de taludrichting en worden relatief dicht op of bij voorkeur zelfs 'in' het talud geplaatst. Deze zones is ongeveer 16-22 meter breed, hiervan zou max. 10 beschikbaar zijn voor panelen.
- Zichtbare verharding onder de panelen dient bij voorkeur voorkomen te worden door panelen óf in enigszins losse rijen te plaatsen voor voldoende licht, óf door panelen zodanig dicht op het talud te plaatsen dat deze verharding niet opvalt. Verharding kan een meerwaarde hebben voor overloopbestendigheid.

INPASSING EN VOORKOMEN VAN 'OPSMUK'

- (Hoge) hekwerken, camera- en of lichtmasten, gebouwde technische voorzieningen e.d. worden zoveel mogelijk voorkomen.
- De dijk blijft geheel vrij van afschermdende hekwerken en bovenstaande voorzieningen. Ter afscherming wordt hooguit schapenhekken/ afrastering met prikkeldraad gebruikt dat oogt als de gebruikelijke agrarische afrastering.
- Wanneer zonneparken inclusief bijbehorende technische voorzieningen grenzend aan de dijk (dus naast de dijk) wel zijn voorzien van hoge hekwerken of hoog geplaatst zijn (reikend tot boven 1,5 boven maaiveld), dan worden deze ingepast door een landschappelijk inpassingstrook (min. 4 meter) met gebiedseigen beplanting (vb riet). Deze strook kan eventueel verbreed worden en meerwaarde bieden voor ecologie en waterberging.



Visualisatie van synthese model A6Zon (Feddes/Olthof landschapsarchitecten, 2020)

2.2.2. Verkenning A6 zon

Rijkswaterstaat heeft een verkenning uitgevoerd voor de mogelijkheden van zonne-energie langs de A6 van aansluiting 8 tot aan de Ketelbrug. De verkenning heeft een synthesemodel opgeleverd: 'een doorlopend lint van zon'. In dit model worden drie deelgebieden van elkaar onderscheiden:

- Oostvaardersplassen
- Boog van Lelystad
- IJsselmeerdijk

Om ruimtelijke kwaliteit te garanderen en houvast te bieden voor ontwikkelaars van zonneparken is een pakket aan bouwstenen opgesteld. De bouwstenen kunnen worden gezien als inrichtingsprincipes voor de inpassing van zonnepanelen langs de A6.

1 Ruimte voor licht, lucht en water

De opstelling zorgt voor een toegankelijkheid van zonlicht, regenwater en luchtstromen. Daarnaast blijft beheer mogelijk

2 Panelen met zelfde kleur en uitstraling

Alle panelen hebben dezelfde blauwe kleur, en eenzelfde opstellingswijze: liggend. Ook de stellages hebben een gelijke uitstraling. Hierdoor ontstaat een rustig beeld.

3 Bouwwerken/ transformatoren

Noodzakelijke bouwwerken zoals bijvoorbeeld transformatoren hebben allemaal een gelijke vormgeving, kleur en materiaalgebruik. Ze zijn zo onopvallend mogelijk geplaatst.

UITWERKING DEELGEBIED IJSSELMEERDIJK

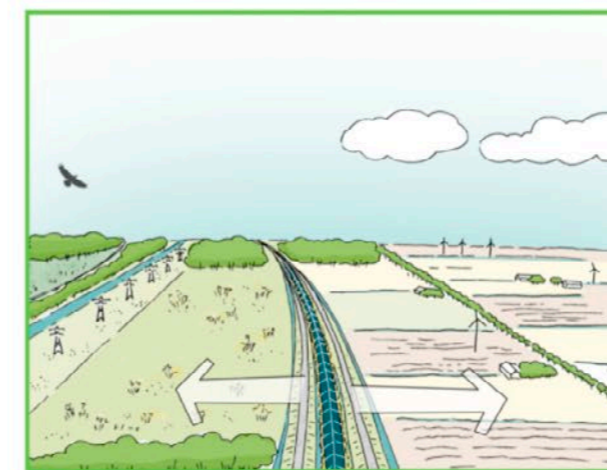
Langs de IJsselmeerdijk wordt enkel het ondertalud van de dijk zelf ingezet als locatie voor zonnepanelen. De directe bermen van de weg zijn te smal voor het plaatsen van zonnepanelen.

Om het karakter van de groene dijk te behouden worden er enkel panelen geplaatst op het ondertalud, tot aan het beheerpad.

De panelen volgen het talud van de dijk en lopen middels een golfbeweging op in hoogte. Tussen de rijen blijft steeds ruimte vrij. Hierdoor ontstaat er niet alleen ruimte voor beheer, maar heeft water en licht ook voldoende kans om de bodem te bereiken.

Ondanks dat de opstelling uit losse rijen bestaat, wordt het vanaf de weg beleefd als één golvend geheel.

Bron: <https://a6zonlelystaddronten.mett.nl/resultaten/synthesemodel/default.aspx>



Oostvaardersplassen: zonnepanelen in de middenberm met natuurlijke rietoevers aan weerszijden



Boog van Lelystad: hoger oplopende panelen in de buitenberm accentueren de bocht.



IJsselmeerdijk: kansen voor zon op het dijktaalud, aansluitend op het netwerk van windmolens

Schematische weergave van synthese model A6Zon (Feddes/Olthof landschapsarchitecten, 2020)



2.2.3. Omgevingsvisie Flevoland

De provincie Flevoland heeft in haar omgevingsvisie de contouren geschetst voor de toekomst van de provincie. De IJsselmeerdijk en het energielandschap van Flevoland zijn hierin belangrijke onderdelen. Zowel bij het opstellen van het Ruimtelijk kwaliteitskader voor de IJsselmeerdijk als de verkenning A6 zon heeft de provincie vanuit haar regio rol meegedacht. Voor het ontwerpend onderzoek voor Zon op IJsselmeerdijk is het goed om het regionale kader helder te hebben.

KERNKWALITEITEN VAN HET FLEVOLANDSE LANDSCHAP

De kernkwaliteiten van het Flevolandse landschap zijn onderverdeeld in 6 verschillende hoofdcategorieën. Elke hoofdcategorie bestaat weer uit meerdere kernkwaliteiten en ruimtelijke bouwstenen.

- waterbouwkundig bouwwerk,
- hoofdstructuur per polder,
- maaiveld,
- beplantingsstructuren,
- infrastructuur,
- oud land in nieuw land.

HET WATERBOUWKUNDIG BOUWWERK

Het waterbouwkundig bouwwerk vormt het fundament, de oorsprong en het DNA van de polders van Flevoland. Het is het belangrijkste symbool van de inpolderingstraditie. Het bouwwerk bestaat uit dijken, het systeem van ontwatering, de hoofdwaterwegen, gemalen, pompen en sluizen. Daarnaast omvat het de openheid van de omliggende randmeren, het Markermeer en het IJsselmeer.

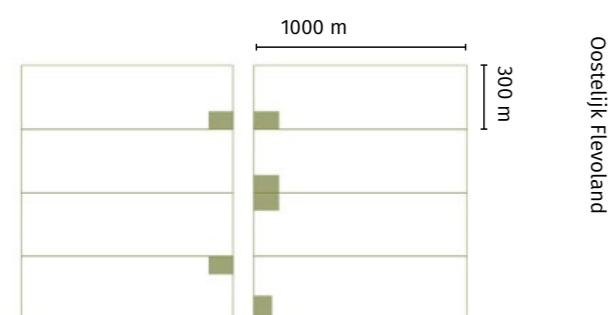
Het waterbouwkundig bouwwerk is essentieel in de beleving van contrasten. Contrasten tussen water en land, hoog en laag, oud en nieuw land. Het neemt een belangrijke plek in het collectief geheugen in. Het kenmerkt zich als een echt ingenieurslandschap: rationeel, overzichtelijk, eenduidig en robuust. Als zuiver technisch ingenieurslandschap vertegenwoordigt het een eigen schoonheid.

In deze categorie vallen de volgende kernkwaliteiten:

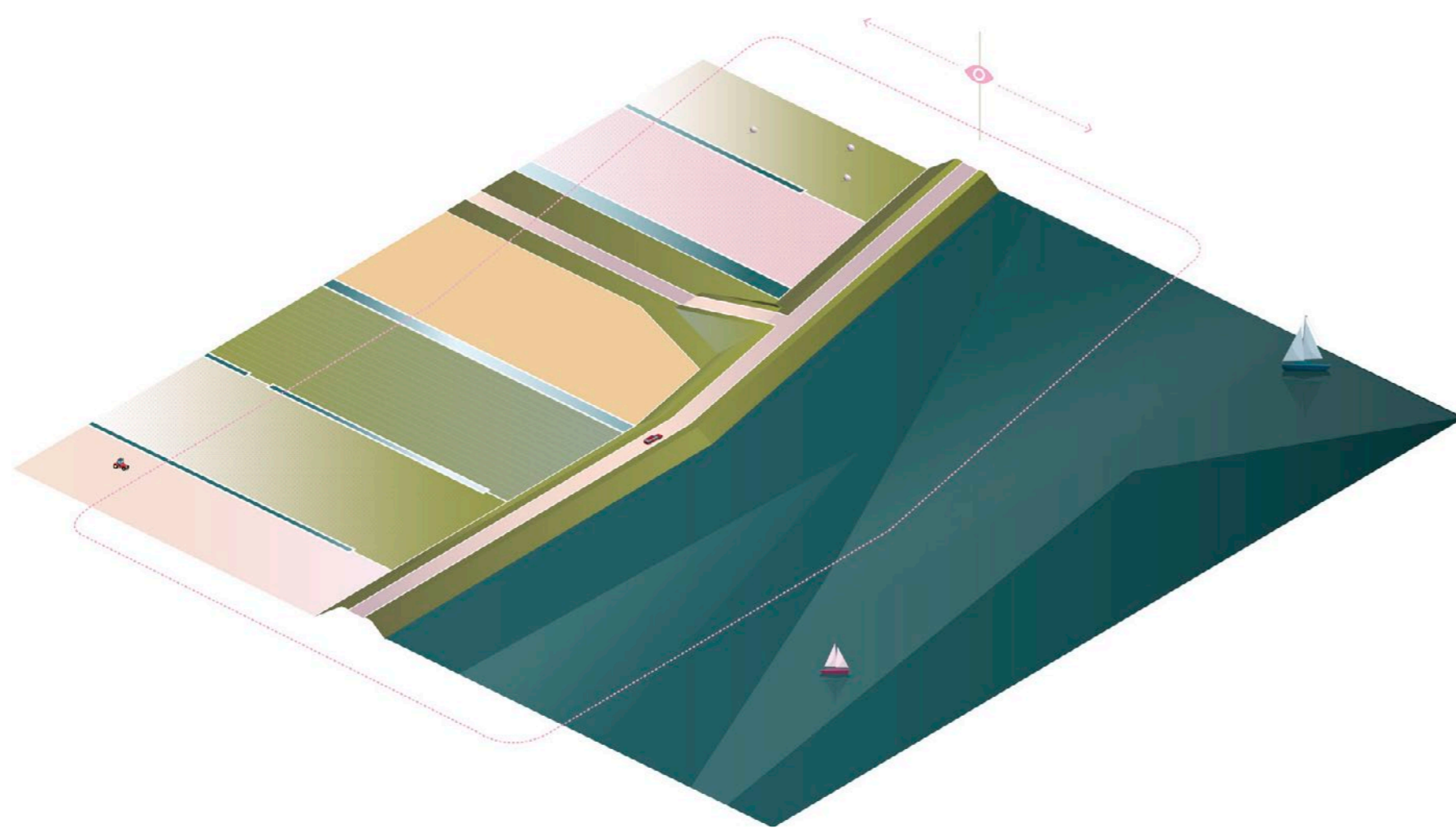
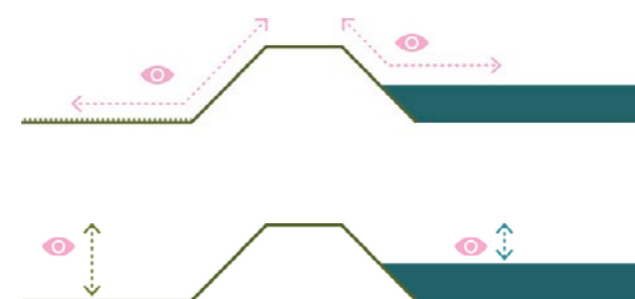
- 1 Dijkzones
- 2 Gemalen en sluizen
- 3 Hoofdwaterwegen
- 4 IJsselmeer en Markermeer
- 5 Randmeren
- 6 Marker Wadden

Bron: (Programma Landschap van de Toekomst - visie ambities handvatten en uitvoeringsprogramma voor hoge ruimtelijke kwaliteit in Flevoland)

Verkavelingsmaat in Oostelijk Flevoland.



Principeprofiel van de ervaring van contrasten tussen land en water en hoog en laag bij de dijken.



De dijk als contrastrijke landschapszone tussen land en water.

Bron: (Programma Landschap van de Toekomst - visie ambities handvatten en uitvoeringsprogramma voor hoge ruimtelijke kwaliteit in Flevoland)

DIJKZONES

De dijken vormen de absolute basis, het fundament en DNA voor het landschap van Flevoland.

De kernwaarde van de dijken binnen het waterbouwkundig bouwwerk is dat ze altijd zichtbaar zijn. Als een lang, pragmatisch vormgegeven, continu en obstakelvrij element. Met een grastalud en eventueel stortsteen en basalt, vrij van beplanting, bebouwing of andere objecten.

De dijken dienen de leesbare grens tussen oud en nieuw land en tussen land en water te vormen. Vanuit de omgeving zijn ze goed zichtbaar. Doordat het water en/of maaiveld, dat aansluit op de dijk, een open en relatief leeg karakter kent. De beleving gaat dus verder dan alleen het grondlichaam. Het is een bredere zone in het landschap. Met de dijk als herkenbaar hoofdelement. En daarnaast het aanliggende water en open landschap. De maat van deze zone wordt bepaald door de verkavelingsmaat van de betreffende polder, in dit geval Oostelijk Flevoland. In Oostelijk Flevoland is de verkavelingsmaat 1000x300 meter.

De dijken dragen sterk bij aan de leesbaarheid, zichtbaarheid en identiteit van het ingenieurslandschap. Onder andere door het te ervaren hoogteverschil tussen de polder en het open water.

INFRASTRUCTUUR

De landmakers hebben de infrastructuur in de Flevolandse polder ontworpen als een hiërarchisch systeem van wegen. Ze vormen kenmerkende lange lijnen in de polder die het landschap beleefbaar maken.

De entrees tot de polders bestaan uit infrastructuur. Zij vormen karakteristieke landschappelijke herkenningspunten en plekken van contrast. De entrees zijn de etalages van Flevoland.

ESSENTIE VAN DE VISIE

De essentie van het Programma Landschap van de Toekomst bestaat uit 4 overwegingen. Deze zijn gemeente-overstijgend en bepalen in hun samenhang het karakter en de essentie van het Flevolandse landschap. De 4 overwegingen zijn voor landschap van provinciaal belang en moeten bij iedere ontwikkeling in het kader van de ruimtelijke kwaliteit als overweging worden meegenomen.

- 1 Waterbouwkundig bouwwerk als polder-DNA. Behoud het waterbouwkundig bouwwerk als fundament van de polders en de landschappelijke identiteit.
- 2 Panorama's langs lange lijnen. Versterk monumentale belevingsassen om de beleving van het open polderpanorama te garanderen.
- 3 Drie onderscheidende polderconcepten. Geef het landschap vorm op basis van de ruimtelijke concepten van de drie polders.
- 4 Hybride gebieden - aandacht voor landschapsinnovatie. Werk Flevoland-breed integraal aan opgaven en doe ontwerpend onderzoek. Geef extra aandacht aan hybride gebieden met een hoge dynamiek en waar meerdere opgaven samen komen.

Bron: (Programma Landschap van de Toekomst - visie ambities handvatten en uitvoeringsprogramma voor hoge ruimtelijke kwaliteit in Flevoland)



3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 TECHNISCHE RANDVOORWAARDEN

In dit ontwerpend onderzoek dient de waterveiligheid ten allen tijden gewaarborgd te zijn:

- 1/10.000 faalkans per jaar in 2080
- Golfpiek 2 tot 6 uur
- Waterstand van circa +2,5 m NAP
- Zeer hoge golven met golfoverslag over de dijk.

Daarbij dient de dijk:

- Inspecteerbaar te blijven
- Benodigd onderhoud i.r.t. dijkveiligheid blijft mogelijk zonder schade aan de panelen
- De teen van de dijk rond de drainage vrij te blijven.

Ervaringen zon op dijken

Bij de Knardijk (en andere locaties zoals Rittum) zijn in een pilot diverse systemen getest om de interactie tussen toepassing van zonnepanelen en grasgroei vast te stellen. Vanuit de pilots zijn nog geen bruikbare gegevens beschikbaar van de relatie tussen de spreidingsdichtheid van de panelen en grasgroei onder de panelen (bron: Deltares). De systemen zijn ook (nog) niet geoptimaliseerd en gestandaardiseerd in de markt beschikbaar. Voor een businesscase is dit ongunstig. Daarom is voor het ontwerpend onderzoek meer uitgegaan van systemen die gestandaardiseerd in de huidige markt toepasbaar zijn. Voor de aanleg is het gewenst aan te sluiten bij de uitgangspunten van A6 Zon. Het systeem waarbij zonnepanelen in kabels boven de dijk hangen is daarom niet onderzocht.

3.2 ONTWERPUITGANGSPUNTEN VANUIT RUIMTELIJKE KADERS

In het omgevingsbeleid (RKK IJMD, Visie A6 Zon, Omgevingsvisie Landschap van de Toekomst) zijn ook een aantal randvoorwaarden afkomstig waar rekening mee dient gehouden te worden in dit ontwerpend onderzoek. Samengevat zijn de volgende uitgangspunten relevant voor het onderzoek naar Zon op IJsselmeerdijk:

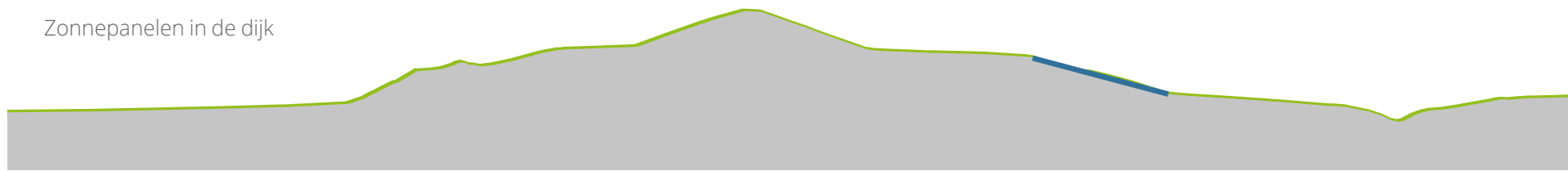
- Zonnepanelen worden alleen op het binnentalud op traject 'Meerdijk' (dijkvak 1, 2 en 3) ontwikkeld worden
- Zonnepark heeft een groene voet en groene teen
- Zonnevelden volgen het rechte lijnige tracé van de dijk
- Langsrichting is in het ontwerp dominant
- Herkenbaar patroon én vanuit meerdere perspectieven interessant (opstelling wordt vanaf de weg beleefd als één golvend geheel)
- Rekening houden met de maat/ schaal/ verkavelingsstructuur van de polder om de identiteit van de polder te behouden
- Panelen hebben dezelfde kleur en uitstraling
- Zonnepanelen volgen de taludrichting (hierdoor blijft het dijkprofiel herkenbaar) en worden relatief dicht op of zelfs 'in' het talud geplaatst.
- Zichtbare verharding onder de panelen dient bij voorkeur voorkomen te worden

- Zonneparken inclusief bijbehorende technische voorzieningen grenzend aan de dijk (dus naast de dijk) staan bij voorkeur laaggeplaatst in 'dakopstelling'
- Technische voorzieningen hebben een eenduidige vormgeving
- De opstelling van de panelen zorgt voor toegankelijkheid van zonlicht, regenwater en luchtstromen
- (Hoge) hekwerken, camera- en of lichtmasten, gebouwde technische voorzieningen e.d. worden zoveel mogelijk voorkomen, indien dit noodzakelijk is zullen deze technische voorzieningen landschappelijk worden ingepast (middels een landschappelijke inpassingstrook van min. 4 meter)

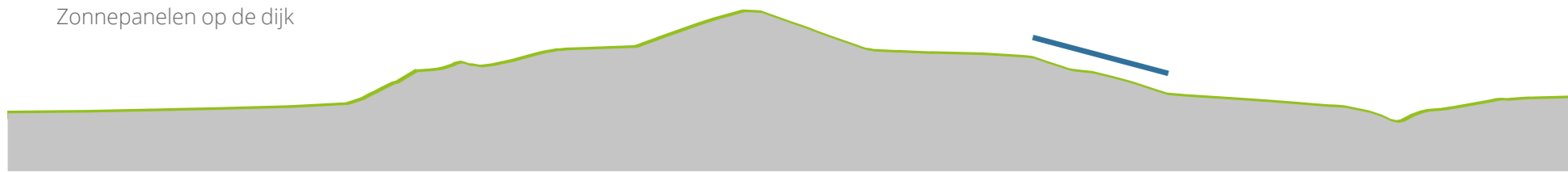


Voorbeeld van zonnepanelen als dijkbekleding

Zonnepanelen in de dijk



Zonnepanelen op de dijk



Voorbeeld van zonnepanelen op dijken (pilot Rithem)

3.3 ONTWERPPARAMETERS

De ontwerpparameters zijn de spreekwoordelijke “knoppen” waar aan gedraaid kan worden in het ontwerp. In het onderzoek wordt hier mee gewerkt om het ontwerp te maken. In dit ontwerp onderzoek zijn er vier parameters gebruikt die in de volgende paragrafen zullen worden toegelicht.

3.3.1. In of op de dijk

De eerste parameters in dit ontwerp onderzoek betreft de constructie van de panelen op/ in de dijk.

1 Zonnepanelen als dijkbekleding

Bij zonnepanelen als dijkbekleding vormen de zonnepanelen een vervanging van het gras als dijkbekleding. Wanneer gekozen wordt voor deze optie is een goede aansluiting van de grasbekleding rondom de panelen gewenst (met overgangsconstructie), zodanig dat er geen erosie kan ontstaan rondom de panelen. Er dient gelijktijdig geen schade te kunnen ontstaan aan de panelen tijdens het maaien van deze grasbekleding. Wanneer zonnepanelen in het boventalud worden toegepast optie is verharding rondom de panelen noodzakelijk.

2 Zonnepanelen op een constructie

Bij zonnepanelen op een constructie worden de panelen op een constructie gepositioneerd (+0.5 m ten opzichte van maaiveld) en staan boven het talud. Wanneer gekozen wordt voor deze optie is het randvoorwaardelijk dat een goede levende grasmatten onder de panelen kan groeien als dijkbekleding. TNO heeft een ontwerpmodel ontwikkeld waarbij een voorspelling kan gemaakt worden tussen spreidingsdichtheid van zonnepanelen en grasgroei. Dit voor met name opstellingen in weilanden (vlak maaiveld) waarbij het evenwicht gezocht wordt tussen maximale opbrengst en voldoende grasgroei, zodanig dat de bodem niet uitgeput wordt.

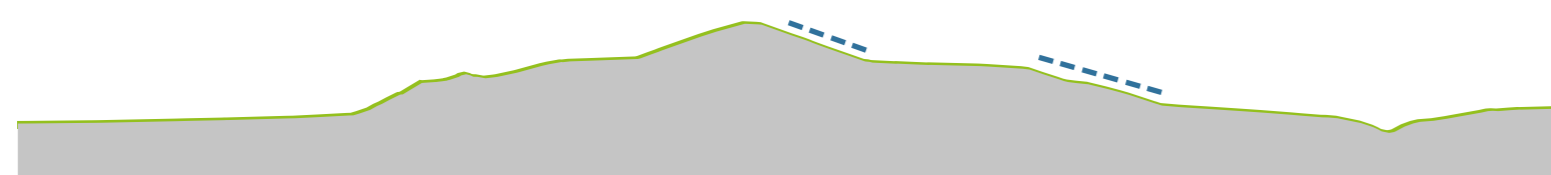
Mede op basis van deze gegevens is ervoor gekozen om een aanname te doen voor het schetsontwerp dat bij 50% bezetting met glas-glas panelen (op rekken of palen) en nog sprake is van voldoende grasgroei en vegetatie, zodanig dat de grasmatten voldoet als dijkbekleding.

POSITIE OP HET TALUD

enkel zonnepanelen op benedentalud

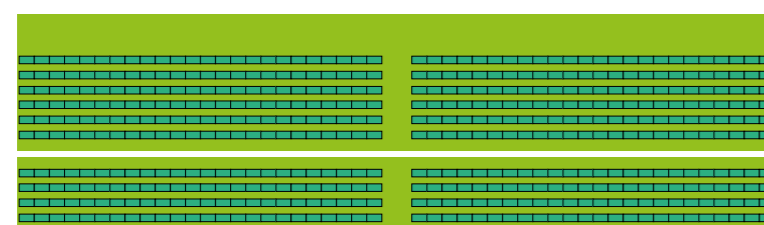


zonnepanelen op boven- en benedentalud

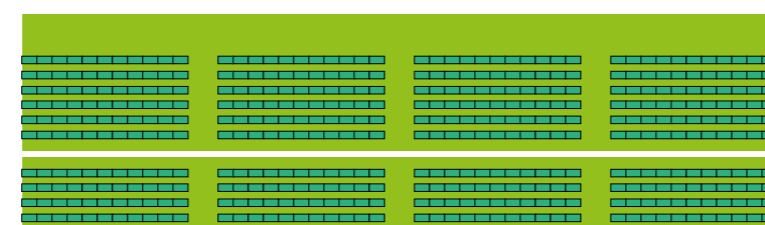


SPREIDING OP TALUD

lange lijnen van zonnepanelen



maximale spreiding zonnepanelen (clustering)



3.3.2. Positie op talud

Een tweede parameter in dit ontwerpend onderzoek betreft de positie van de panelen op het talud.

- 1 Zonnepanelen op benedentalud
- 2 Zonnepanelen op boven- en benedentalud

3.3.3. Spreiding op talud

Een derde parameter in dit ontwerpend onderzoek betreft de spreiding van de panelen op het talud.

- 1 Horizontale spreiding

Binnen de ruimte op de binnendijkse taluds kan gevarieerd worden, waar en in welke dichtheid zonnepanelen worden toegepast.

- 2 Verticale spreiding

Vanuit het dijkbeheer is een zekere mate aan geleiding van de zonnepanelen op het binnendijkse talud noodzakelijk. Door middel van de verticale geleiding kan ontworpen worden met de ritmiek die zichtbaar zal zijn vanaf de A6, maar ook vanuit de polder.

3.3.4. Type panelen

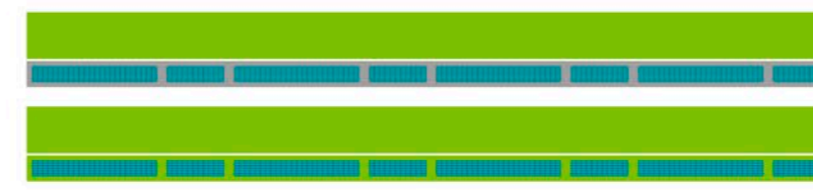
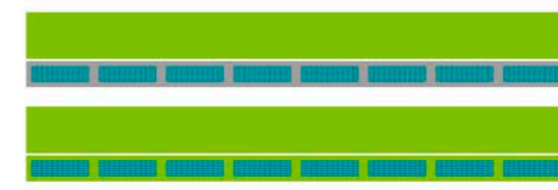
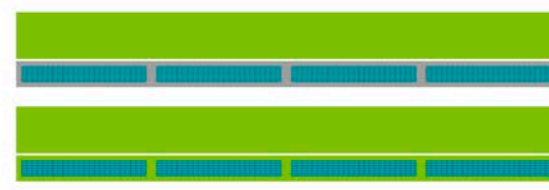
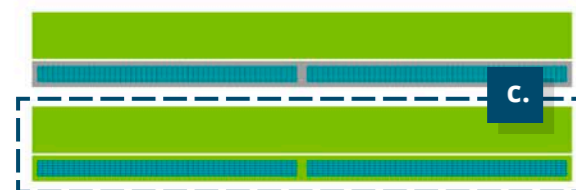
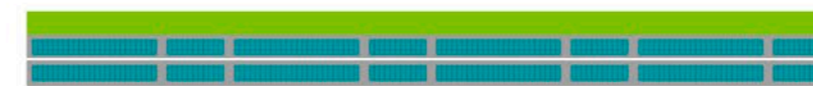
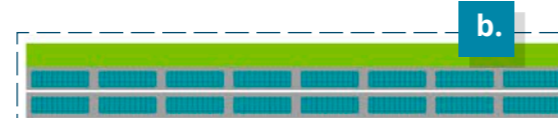
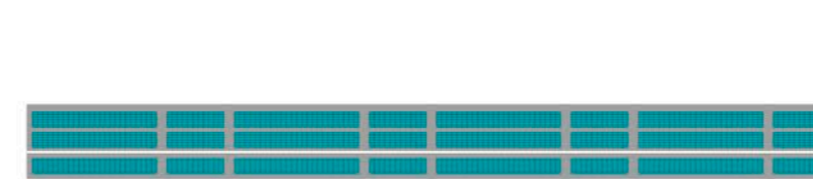
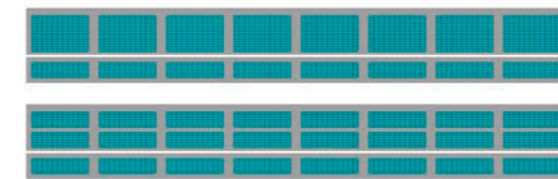
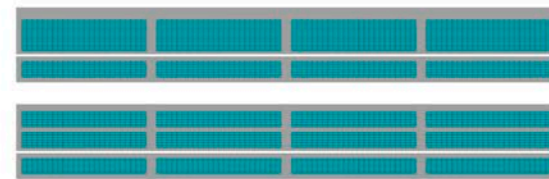
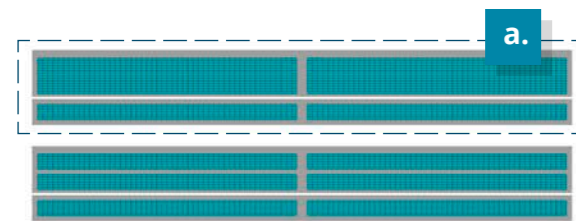
Een vierde parameter in dit ontwerpend onderzoek betreft de type panelen. Er zijn een drietal keuzes te maken als het gaat om het type panelen.

- | | |
|--------------|----------------------|
| 1 Standaard | 1x2 m panelen |
| 2 In de dijk | traditionele panelen |
| 3 Op de dijk | glas in glas |

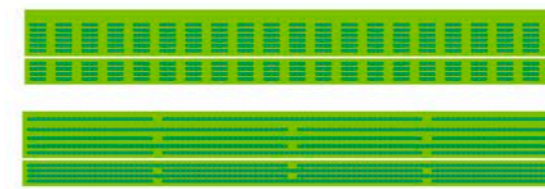
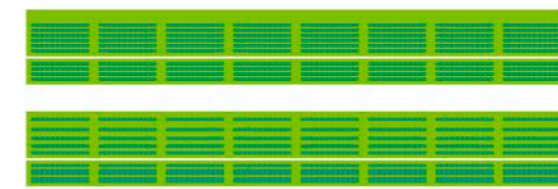
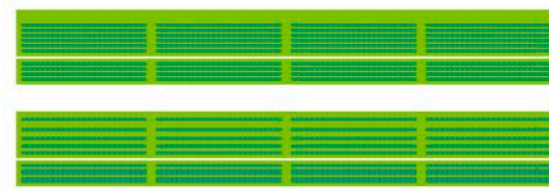
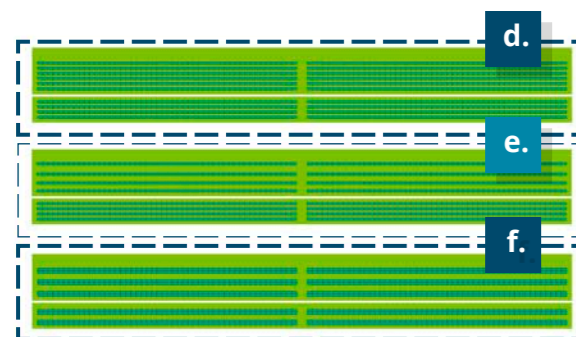
Panelen zijn ook in veel verschillende kleuren en ook prints leverbaar. In het schetsontwerp is uitgegaan van de standaard courante panelen en te ontwerpen met de overige ontwerpparameters. In een mogelijke vervolgonwerpslag is het altijd nog mogelijk is om verbijzonderingen toe te voegen aan het ontwerp.

IN DE DIJK

<<< SPREIDING OP HET TALUD >>>



OP DE DIJK



<<< POSITIE OP HET TALUD >>>

4 Ontwerpend onderzoek

Met de verschillende ontwerpuitgangspunten afkomstig uit het ruimtelijk beleid en de verschillende ontwerpparameters is een ontwerpend onderzoek gedaan naar de diverse mogelijkheden voor Zon op IJsselmeerdijk. De eerste stap in het onderzoek is weergegeven in het schema hiernaast.

4.1 MOGELIJKE VARIANTEN:

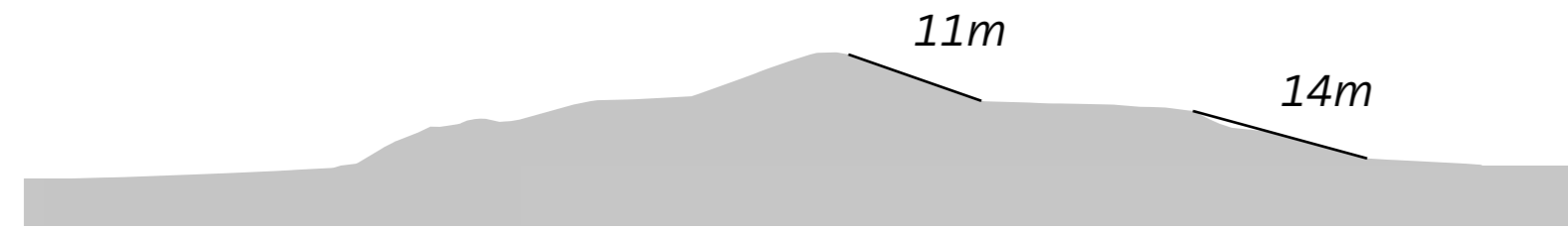
Uit het bonte pallet van mogelijkheden zijn zes varianten die de breedte van mogelijkheden omvatten, geselecteerd en gevisualiseerd:

- In de dijk - boven en beneden - ritme van 50 m
- In de dijk - half boven en beneden - ritme van 25 m
- In de dijk - beneden - ritme polderstructuur
- Op de dijk - boven en beneden - afstand 1 m
- Op de dijk - boven en beneden - verloop naar boven
- Op de dijk - boven en beneden - dubbele lijn

De varianten zijn in een ontwerpatelier ingebracht en beoordeeld op de technische en ruimtelijke uitgangspunten en randvoorwaarden uit hoofdstuk 3. Conclusie uit de gezamenlijke beoordeling van ZZL en RWS:

- varianten a. en b. zijn te radicaal en veranderen de uitstraling van de dijk te sterk en hebben de grootste vraagtekens bij de waterveiligheid
- variant c. en d. sluiten het beste aan bij Zon A6
- variant e. (verloop) voegt niets toe ten opzicht van variant d.
- variant f. als derde optie verder meenemen vanwege groenere totaal beeld
- panelen op de dijk leveren een wat onrustiger beeld op
- zoektocht naar de afmeting van de groene kruin bij varianten 'op de dijk
- positief: onderbrekingen op het talud gelijk aan de verkaveling van naastgelegen percelen

INSCHATTING BENUTBAAR OPPERVLAK



IN DE DIJK

- boventalud vrij van zonnepanelen
- benedentalud vol met 10 rijen
- indeling : 3m boven vrij - 10m panelen - 1 m beneden vrij

20m

11m

14m

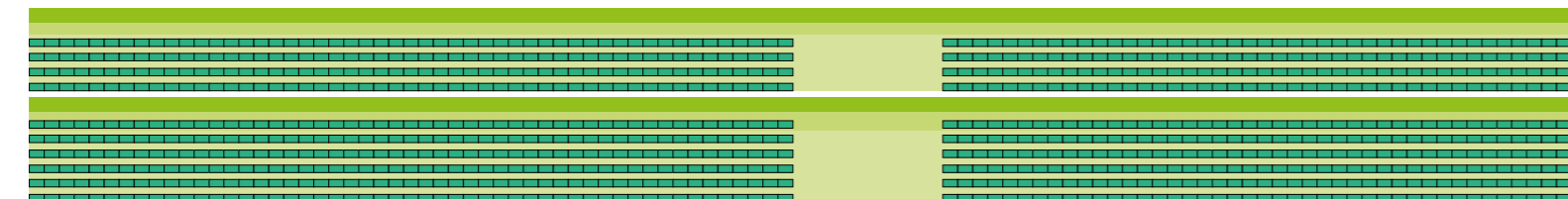


OP DE DIJK (+0.5m tov maaiveld)

- boventalud vol met 4 rijen
- indeling: 4m boven vrij - 7m panelen met een tussenruimte van 1m - 0 m beneden vrij
- benedentalud vol met 6 rijen
- indeling 3m boven vrij - 11m panelen met een tussenruimte van 1m - 0m beneden vrij

11m

14m

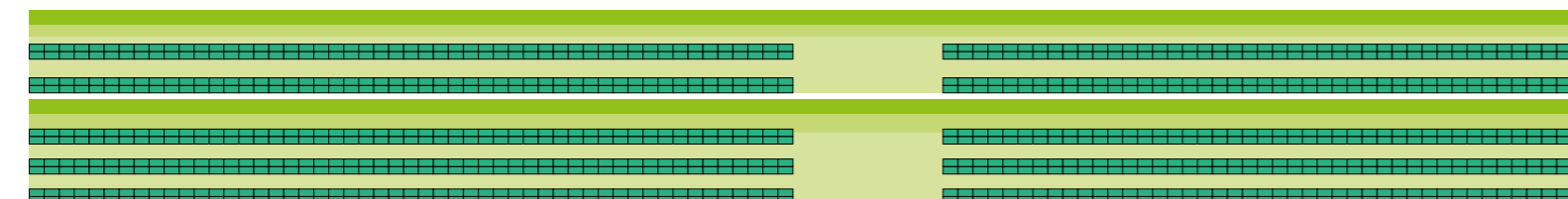


OP DE DIJK (+0.5m tov maaiveld)

- boventalud vol met 2 (dubbele) rijen
- indeling: 5m boven vrij - 6m panelen en tussenruimte van 2m - 0 m beneden vrij
- benedentalud vol met 6 rijen
- indeling: 4m boven vrij - 10m panelen en tussenruimte van 2m - 0m beneden vrij

11m

14m



4.2 SCHETSONTWERP

In de zeef van het ontwerpatelier zijn drie ontwerpvarianten voor Zon op IJsselmeerdijk overgebleven.

- | | | | |
|---|---------------|--|-----|
| 1 | Energieband | - maximale concentratie in de dijk | (c) |
| 2 | Energiehuid | - maximale spreiding op de dijk | (d) |
| 3 | Energielijnen | - geconcentreerde spreiding op de dijk | (e) |

Deze varianten zijn vervolgens door middel van 3D-visualisaties verbeeld om in één oogopslag te zien wat de ruimtelijke impact is van bepaalde ontwerpkeuzes.

Op nevenstaande afbeelding is in meer detail te zien hoe de drie verschillende varianten zijn opgebouwd. Op de volgende pagina's zijn deze 3 varianten in 3D gevisualiseerd om te zien wat voor beeld deze verschillende varianten in het landschap opleveren.

Elke variant is gevisualiseerd vanuit 4 verschillende standpunten:

- vanaf de A6 rijdend richting de Ketelbrug
- vanaf de A6 rijdend richting Lelystad
- vanaf de aangrenzende akkers in de polder
- vanuit de lucht (vogelvluchtperspectief)

1 - Energieband (geconcentreerd in de dijk)



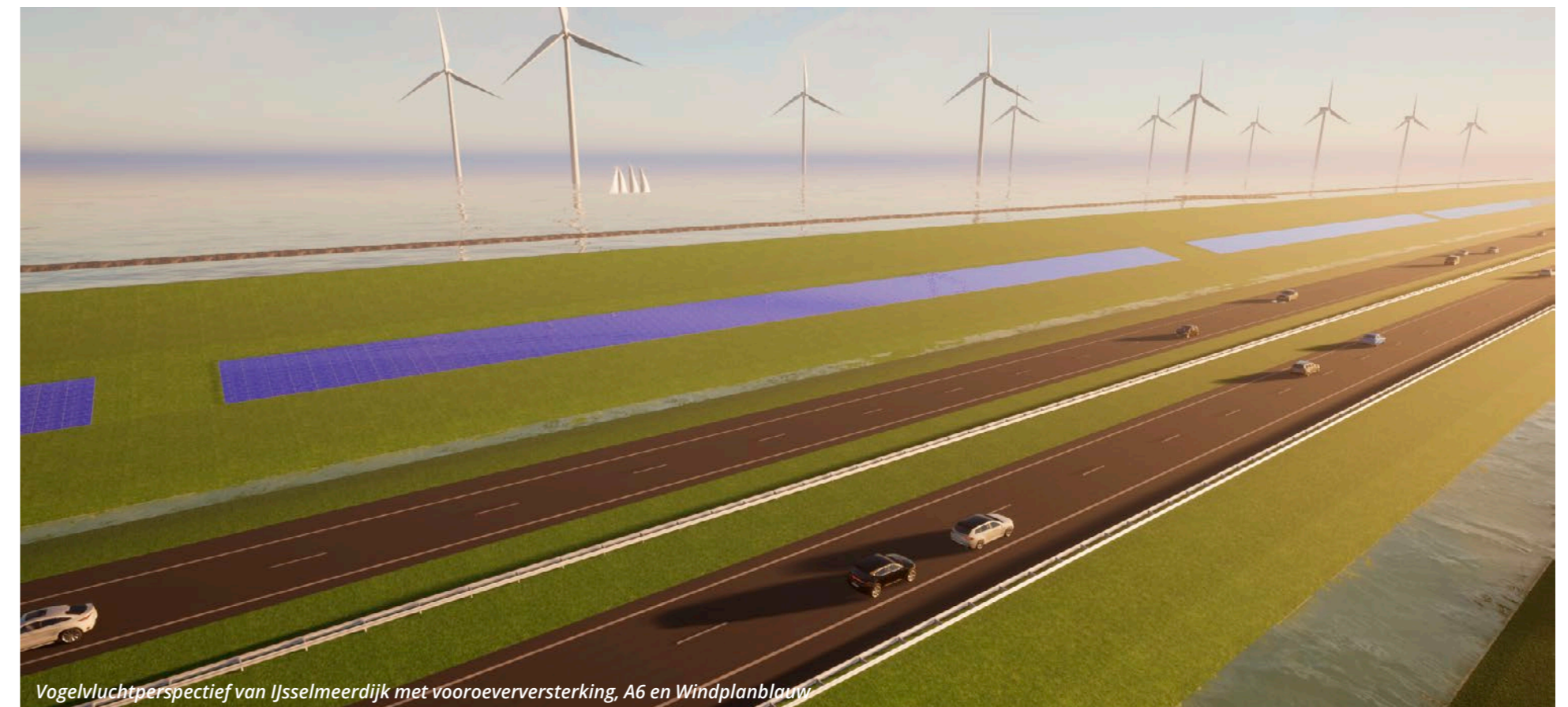
Visualisatie vanaf de A6 - kijkend richting de Ketelbrug



Visualisatie vanaf de Visvijverweg - kijkend richting de IJsselmeerdijk



Visualisatie vanaf de A6 - kijkend richting Lelystad



Vogelvluchtperspectief van IJsselmeerdijk met vooroverversterking, A6 en Windplanblauw

2 - Energiehuid (gespreid op de dijk)



Visualisatie vanaf de A6 - kijkend richting de Ketelbrug



Visualisatie vanaf de Visvijverweg - kijkend richting de IJsselmeerdijk



Visualisatie vanaf de A6 - kijkend richting Lelystad



Vogelvluchtperspectief van IJsselmeerdijk met vooroeverversterking, A6 en Windplanblauw

3 - Energielijnen (geconcentreerde spreiding op de dijk)



Visualisatie vanaf de A6 - kijkend richting de Ketelbrug



Visualisatie vanaf de Visvijverweg - kijkend richting de IJsselmeerdijk

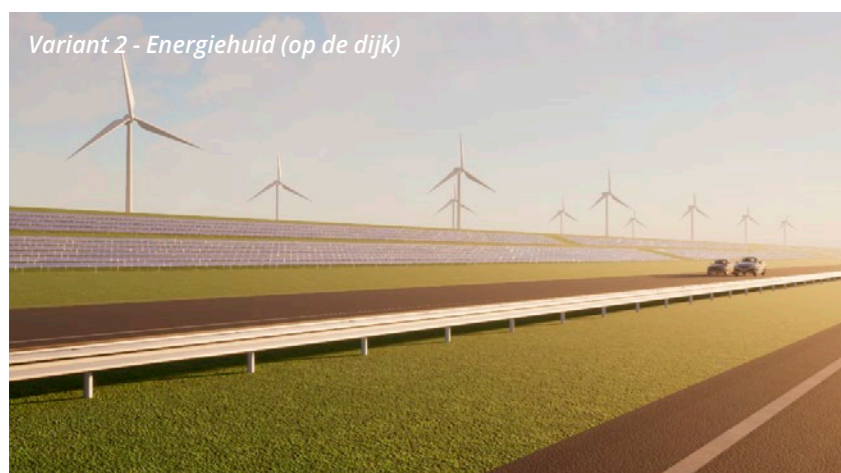
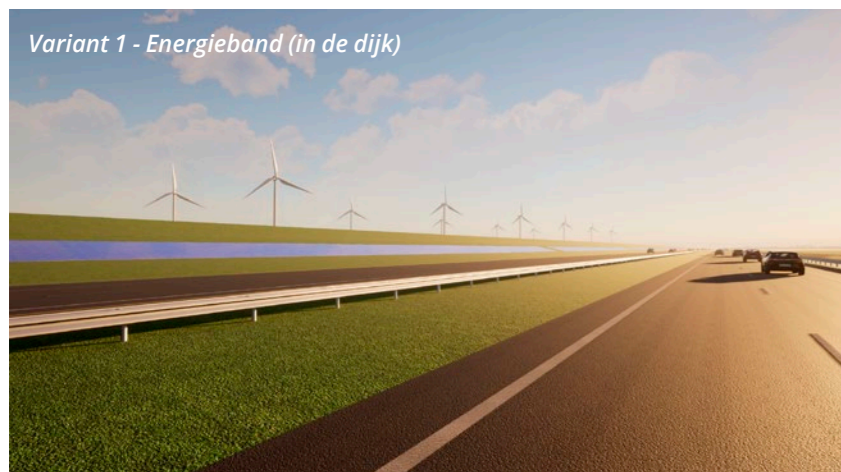


Visualisatie vanaf de A6 - kijkend richting Lelystad



Vogelvluchtperspectief van IJsselmeerdijk met vooroeverversterking, A6 en Windplanblauw

4.3 WAARDERING EN AANDACHTSPUNTEN BIJ DE VARIANTEN



4.3.1. Dijkveiligheid

In de dijk

Het voordeel van panelen in de dijk is dat er geen spreiding noodzakelijk is om grasgroei mogelijk te maken. Hierdoor kan dit meer geconcentreerd worden aangebracht in het benedenbeloop van het binnentalud.

Het benedenbeloop van het binnentalud is met de lage binnenberm de meest optimale locatie vanuit waterveiligheid. Eventuele schade aan het benedenbeloop van het binnentalud zal beperkt zijn omdat overslaand water geremd wordt door de aanwezige tussenberm op het binnentalud. Erosie door overslaand water treedt op aan de benedenzijde van de panelen. Door hierop te ontwerpen, bijvoorbeeld door het aanbrengen van 1 tot 2 meter doorgroeibaar geogrid in combinatie met een eenvoudige gootconstructie, kan erosie door neerslagwater en overslaand water achterwege blijven. Daarnaast die onderloopsheid van de panelen vanaf de bovenzijde voorkomen te worden. De overgang van teen naar lage binnenberm dient ruim vrijgehouden te worden zodat grondwater kan uittreden en verhoging van grondwaterstand in de dijk (tijdens hoogwater) voorkomen wordt.

Op de dijk

Er bestaat enige onzekerheid omtrent de dijkveiligheid van de ontwerpvarianten waarbij er sprake is van zonnepanelen op de dijk. Naar mate de panelen hoger op talud staan, is de gevoeligheid voor schade door overslaand water groter. De kans op schade is gedurende de levensduur van het zonnepark nihil, maar niet afwezig. Met een cumulatief schademodel kan probabilistisch bepaald worden hoe groot de schade is. Daarbij kunnen gegevens benut worden van eerdere overslagproeven en daarbij afgeleide schadeformules. De verwachting is dat dan een verborgen harde bekleding aan de binnenzijde achterwege kan blijven, maar dit zal wel nader onderbouwd moeten worden met een dergelijke analyse. De zonnepanelen op de dijk beperken de inspecteerbaarheid van de dijk, regulier en tijdens hoogwater (bijv. inspectie op scheurvorming). Daarnaast is er meer risico op droogteschade aan de grasbekleding tijdens warme periodes.

Een aanvullende ontwerpoptie om verborgen harde bekleding aan de binnenzijde te voorkomen is het verder beperken van de kans op overslaand water. Dit kan bijvoorbeeld door in de kruin een voorziening te treffen, bijvoorbeeld een stalen keerwandje van enkele decimeters.

4.3.2. Uitstraling en beeldkwaliteit

In **variant 1** zijn de zonnepanelen maximaal geconcentreerd in een abstracte band op het benedentalud van de IJsselmeerdijk. De abstractheid van de lijn wordt verstrekt doordat deze in hetzelfde vlak als het benedentalud ligt. Voordeel van deze variant is dat de dijk kruin maximaal groen blijft. Aandachtspunt bij deze variant is de manier waarop technische maatregelen worden 'weggewerkt' in het groene beeld van de dijk en de overgang tussen de zonnepaneelvlakken en het gras daaromheen. In deze variant is het minimaliseren van de tussenafstand tussen de zonnepaneelvlakken een goede optimalisatie, omdat daarmee de doorgaande horizontale lijn sterker wordt benadrukt.

In **variant 2** zijn de zonnepanelen als een extra huid aan het binnentalud toegevoegd. Dit geeft een helder totaalbeeld voor de dijk. De groene dijktop komt in deze variant onder druk te staan en vanuit het aspect ruimtelijke kwaliteit lijkt het logisch om de bovenste rij van het boven- en benedentalud weg te laten of de afstand tussen de paneelrijen te verkleinen (mits dat vanuit de randvoorwaarde voor de voldoende grasgroei mogelijk is. Ook kan beargumenteerd worden dat de totale uitstraling van de dijk nog steeds groen is doordat glas in glas panelen worden toegepast. De stellage waarop de panelen staan zorgen ten opzichte van variant 1 voor een iets onrustiger beeld. De stellage dient daarom ook te worden mee-ontworpen te worden met de zonnepanelenopstelling zodat deze ondergeschikt raken in het totale beeld. Gedacht kan worden om de stellage een donkerdere kleur te geven in plaats van de standaard aluminiumkleur.

Variante 3 is een verbijzondering op variant 2 door twee panelenrijen samen te nemen en de tussenafstand groter te maken. Het effect hiervan

is dat 'losse lijnen' op de IJsselmeerdijk ontstaan, wat een rommelig totaalbeeld oplevert. Variante 3 is een soort van versiering van de dijk in plaats van dat deze iets wezenlijks toevoegt. Doordat deze variant ook op de dijk staat, gelden dezelfde aandachtspunten als bij variant 2. Voordeel van de combinatie van combinatie van de rijen is wel dat het aantal pootjes van de dragende stellage minder is en daarmee een rustiger beeld oplevert.

4.3.3. Beheerbaarheid dijk en zonnepark

In de dijk

Het voordeel van panelen in de dijk is een duidelijke functiescheiding vanuit beheer en onderhoud. Het is wenselijk de panelen in een opstaande rand te plaatsen (bijv. staal of beton) van circa 30-40 cm. Dit kan ook door de panelen iets verhoogd ten opzichte van het gras te ontwerpen. Hierdoor wordt de kans op schade aan de panelen door maaien (opvliegend zand bij te diep maaien, etc.) voorkomen. Aan de benedenzijde van de panelen in de dijk volstaat een eenvoudige betonnen gootconstructie, eventueel in combinatie met een doorgroeibaar geogrid. De gootconstructie incl. afwatering dient regelmatig gereinigd te worden. Vanwege het grote aaneengesloten oppervlak, 10 rijen breed en aaneengesloten lengte gemiddeld 300 meter, dienen er looproutes ingepast te worden in het ontwerp van boven naar beneden (al dan niet visueel weggewerkt).

Op de dijk

De panelen op de dijk vereisen een aangepast beheer en onderhoud. Een combinatie van schapenbegrazing met maairobots of alleen maairobots met handmatig (bosmaaier) maaien is noodzakelijk. Door de locaties van de palen in de dijk slim te kiezen (bijvoorbeeld niet in het midden maar aan de buitenranden) kunnen de tussenruimtes gebruikt worden als looproutes zodat het maaien rondom de palen mogelijk blijft. De palen zijn het meest gevoelige punt in de dijkbekleding vanuit dijkveiligheid. Bijkomend voordeel van deze inpassing is dat goede grasgroei mogelijk is rondom de palen in de dijk.

4.3.4. Risico op verzakkingen en inpassing fundering

Voor alle varianten geldt dat het voor de visuele aantrekkelijkheid zeer gewenst is dat er daadwerkelijk sprake is van een “recht” lijnenspel. Geringe verzakkingen van panelen in de taluds zijn direct zichtbaar omdat langs de dijk gereden wordt over de A6. En stabiele fundering is in alle varianten zeer belangrijk.

Bij panelen in de dijk kan een zwaardere fundering veel eenvoudiger ingepast en weggewerkt worden in het dijkontwerp, de panelen kunnen ook eenvoudiger als één constructie worden aangebracht.

4.3.5. Voorkomen van vandalisme en diefstal

Het zonnepark tussen Klokbekeweg en Ketelbrug grenst niet aan een openbaar toegankelijke weg. Tussen de A6 en het zonnepark op de dijk zit een teensloot. Het is goed mogelijk de dijk af te sluiten met weinig hekwerken zodat het risico van diefstal en vandalisme sterk kan worden beperkt. Op moment er op andere locaties ook een zonnepark op of in de dijk wordt aangelegd (bijvoorbeeld ten zuiden van de Klokbekeweg) is meer beveiliging noodzakelijk, ook vanuit de vereiste veiligheid voor de weggebruiker en het voorkomen van ongevallen.

4.3.6. Aansluiting op het net

Alle varianten zullen met voorzieningen moeten worden aangesloten op het net. Eventuele omvormers kunnen worden geplaatst op de lage berm en kabels kunnen gelegd worden in het tracé waarin ook de middenspanningskabels van Vattenfall in de huidige situatie al aanwezig zijn. De middenspanningskabels van Vattenfall, als onderdeel van het te vervangen windmolenpark, kunnen benut worden voor de aansluiting op het energienetwerk. Samenwerking met Vattenfall kan wellicht leiden tot optimalisatie van de benodigde investeringen en is gunstig (voor alle varianten).

4.3.7. Biodiversiteitsopgave

De panelen op de dijk zijn gecombineerd met vegetatie. Hierdoor is er bij deze varianten meer mogelijkheid om te streven naar een grotere biodiversiteit. Opgemerkt wordt dat de panelen in de dijk ook kunnen worden gecombineerd met meer bloemrijk grasland in het overig dijkprofiel. Voor alle varianten is een verbetering van de biodiversiteit mogelijk ten opzichte van de huidige situatie door in het maaibeheer meer te sturen op bloemrijk grasland.

4.3.8. Ambitie klimaatneutraal project

De varianten hebben een vergelijkbaar effectief oppervlak aan zonnepanelen. Over de onderzochte 5,5 km betreft dit 10 rijen in de breedte. Dit levert een totaal van circa 51.000 m2 oppervlak zonnepanelen. Dit staat gelijk een opbrengst van 9.852 MWh per jaar en reductie van 201.961 ton CO2 over een periode van 50 jaar.

5 Conclusie

Op basis van de aspecten dijkveiligheid en beheer en onderhoud heeft de ontwerpvariant “in de dijk” de voorkeur. Groot voordeel van de ontwerpvariant in de dijk is de mogelijkheid voor duidelijke functiescheiding tussen waterveiligheid, biodiversiteit en zonnepark. Dit maakt duidelijke beheerafspraken eenvoudig en dit geldt ook voor eventuele toetsing aan waterveiligheid in de toekomst.

Vanuit ruimtelijk kwaliteit zijn zowel variant 1 als variant 2 goed mogelijk, maar vanwege de rust en eenvoud in het beeld heeft variant 1 een lichte voorkeur.

Ook is variant 1 (in de dijk) het beste schaalbaar naar de overige delen van de Meerdijk.

	Dijkveiligheid	Uitstraling	Beheerbaarheid	Risico verzakking	Voorkomen vandalisme/ diefstal	Aansluitng op net	Biodiversiteits-opgave	Klimaat
Variante 1 “In de dijk”	+	+	+	+	+	+	0	+
	Schade aan grasbekleding voorkomen	Maximale concentratie, groen kruin	Duidelijke functiescheiding	Fundatie eenvoudiger	Terrein goed afsluitbaar	Infrastructuur deels al aanwezig en ruimte op lage binnenberm.	Combinatie met bloemrijk grasland overige dijk mogelijk.	Gelijk aan overige varianten
Varianten 2+3 “Op de dijk”	-	-	-	-	+	+	0	+
	Schade aan grasbekleding is risico	Minder zichtbare kruin	Beheer en onderhoud intensiever	Elke paal goed funderen	Terrein goed afsluitbaar	Infrastructuur deels al aanwezig en ruimte op lage binnenberm.	Combinatie met bloemrijk grasland overige dijk mogelijk.	Gelijk aan variant “in de dijk”

Samenvattende tabel van de voor- en nadelen van de varianten “op de dijk” en “in de dijk”



Laan 1914, 35
3518 EX, Amersfoort
+31 (0)88 348 20 00
info@rhdhv.com
www.royalhaskoningdhv.com

 facebook.com/royalhaskoningdhv

 twitter.com/RHDHV

 linkedin.com/company/royal-haskoningdhv