

ONDERWERP

Wereld Erfgoedcentrum - Warmte Koude Opslag

ONZE REFERENTIE

D10030793:17

DATUM

18 juni 2021

VAN

[REDACTED]

AAN

[REDACTED]

De Stichting Wereld Erfgoedcentrum Waddenzee is voornemens op het buitendijkse terrein van de haven van Lauwersoog een nieuw gebouw te realiseren en dit te voorzien van een zogenaamde WKO-installatie. De beoogde locatie van dit gebouw en de WKO is in de nabijheid van de primaire waterkering die in beheer is van het waterschap Noorderzijlvest.

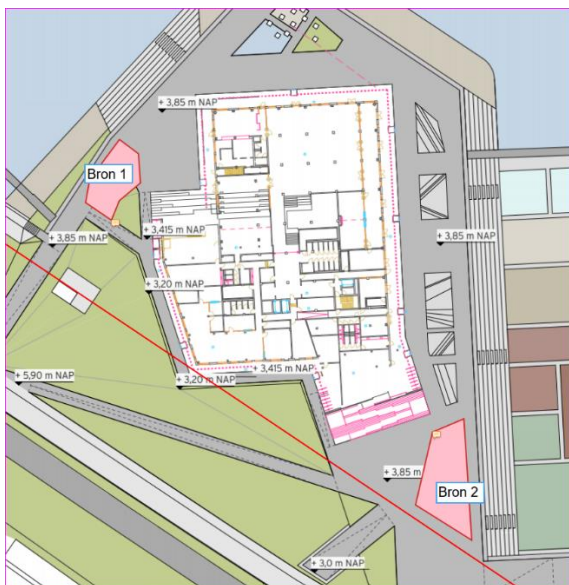
De plannen vereisen de instemming van het waterschap. Het waterschap bekijkt daarbij wat de (nadelige) gevolgen van de voorgenoemde werkzaamheden op de waterkering kunnen zijn. Voor het gebouw wordt verwezen naar de rapportage 'Wereld Erfgoedcentrum Waddenzee, uitwerking tbv watervergunning' van

In onderhavige memo wordt ingegaan op de mogelijke invloed van de WKO-installatie op de waterveiligheid.

WKO – installatie

Een korte toelichting op de werking van het systeem. Het systeem omvat twee bronnen op een onderlinge afstand van ca 90m. Voor de locaties van de bronnen zijn twee zoekgebieden aangewezen, in ieder roze zoekgebieden komt één bron (zie onderstaande Figuur). De zoekgebieden liggen op meer dan 20m uit de buitenteenlijn (rode lijn in onderstaande Figuur). De capaciteit per bron bedraagt circa 60 m³/hr.

Het betreft één warme bron en één koude bron. In de zomer wordt vanuit de koude bron (onttrekking) naar de warme bron (infiltratie) gepompt waarbij het water vanwege het gebouw opgewarmd wordt. In de winter draait de pomprichting om en wordt relatief warm water vanuit de warme bron naar de koude bron gepompt.

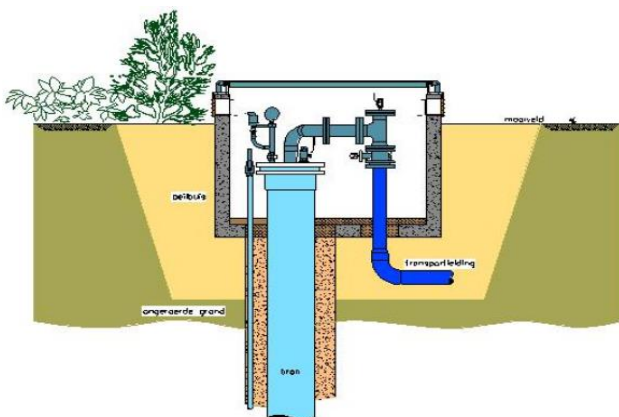


Figuur Zoekgebieden bronnen (roze vlakken); 20 m uit de buitenteenlijn (rode lijn)

De filterdieptes zijn nog niet vastgesteld en afhankelijk van geschikte zandlagen die bij de uitvoering gevonden worden. Het filtertraject dient in één watervoerende laag gesteld te worden, in dit geval is dat vanaf circa 70 m-mv tot uiterlijk einde watervoerende laag, circa 190 m-mv. In dit traject dient voor een capaciteit van 60 m³/hr minimaal 15 m filter gesteld te worden.

In het boorgat wordt met overdruk geboord om instorten van het boorgat te voorkomen. De indicatieve boordiameter bedraagt 500 - 800 mm. In het boorgat wordt een stijgbuis geplaatst van ca 200 – 315 mm. Rondom het filtertraject van de stijgbuis wordt het boorgat aangevuld met grind. Onderin het filtertraject wordt een laag met zwelklei (b.v. bentoniet) aangebracht zodat er verticaal geen water langs de buis kan stromen. Overige natuurlijk scheidende lagen worden op deze manier ook hersteld. Hierdoor blijft water van verschillende watervoerende lagen gescheiden van elkaar.

Aan de bovenzijde van een bron, komt een betonnen putbehuizing met meetapparatuur. De behuizing is gefundeerd op staal. De put steekt deels boven mv tot circa 0,5 m en heeft beperkte afmetingen (ca. 2 m²). Zie onderstaand voorbeeld. Putbehuizing zit tot een diepte van circa 0,5 onder de grond en wordt veelal gefundeerd op een dragende zandlaag van ca 2 m diepte.



Figuur Voorbeeld putbehuizing

De invloed van de WKO op:

- de stijghoogte in het watervoerend pakket is uiterst beperkt (ca. 5 cm). Dit wordt middels peilbuizen in boorgat in verschillende watervoerende pakketten gemonitord volgens monitoringsvereisten in de vergunning waterwet van de provincie.
- Maximale totaalzetting op maaiveld: naar verwachting circa 1-5 mm

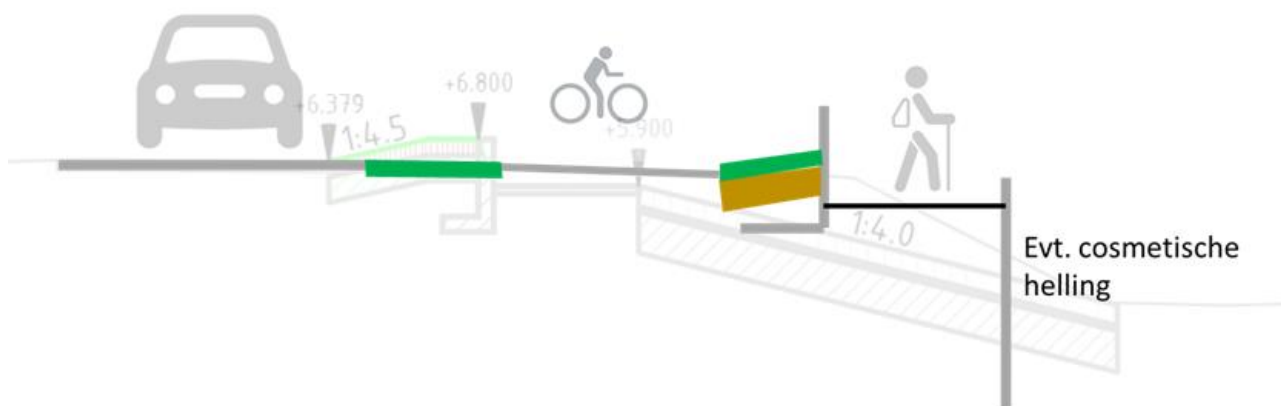
Vanuit de Provinciale waterwet wordt er gemonitord en indien nodig geacht gehandhaafd op afwijkende monitoringsgegevens.

Dijkversterking

Op dit moment is de dijkversterking Lauwersmeer - Vierhuizergat in voorbereiding. Oorspronkelijk was een versterking in grond voorzien. Bij de nadere detaillering is gebleken dat hiervoor, vanwege de aanwezige nevenfuncties, onvoldoende ruimte beschikbaar is. Ter hoogte van het WEC / de WKO wordt daarom nu uitgegaan van een versterking met een verticale constructie (damwand) én een keermuur (zie onderstaande figuur). Naar verwachting zal het nog wel enige maanden in beslag nemen voor het definitieve ontwerp van de dijkversterking bekend is.

Het waterschap heeft aangegeven dat, voor de vergunningsaanvraag van het WEC / de WKO, onderstaande uitgangspunten kunnen worden aangehouden:

- De damwand komt (ongeveer) ter hoogte van de huidige binnenteen van de dijk;
- De bovenzijde van de damwand komt op ongeveer NAP + 6 m;
- De onderzijde van de damwand komt op ca NAP - 4m
- Huidige maaiveldhoogte is ongeveer NAP + 3,6 m.



Figuur Schets van de huidige plannen voor de dijksterking ter hoogte van het WEC.

De bekleding van het haventerrein is klinker bestrating en op delen gras.

Waterveiligheid

De vereiste veiligheid tegen overstromen is (voor primaire waterkeringen) vastgelegd in de Waterwet. De waterveiligheid wordt beoordeeld met het Wettelijk beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI). Op basis van de gezamenlijke bijdrage van de verschillende faalmechanismen wordt de faalkans van een dijk berekend. De faalkans dient lager te zijn dan de in de wet voorgeschreven norm.

Een object in of nabij de waterkering wordt beschouwd als een zogenaamd niet-waterkerend object (afgekort NWO). Bij de vraag of een dergelijk object nabij de dijk vanuit een oogpunt van waterveiligheid kan worden toegestaan, wordt bepaald aan de hand van de invloed van dat object op de verschillende faalmechanismen van de dijk. Het uitgangspunt daarbij is dat de waterkering, inclusief eventuele nadelige effecten van de NWO, voldoet aan de normale doorsnede eisen.

Bij de beschouwing van de invloed van het object op de faalmechanismen wordt onderscheid gemaakt in de bouwphase en de eindfase (de fase dat het WEC is gerealiseerd). De details van de bouwphase zijn op dit moment nog niet bekend. Met het oog daarop wordt voor de bouwphase volstaan met het benoemen van enkele specifieke aandachtspunten.

Faalmechanismen

In onderstaande tabel zijn per faalmechanisme van de waterkering beknopt de te verwachten effecten van de WKO op de waterveiligheid beschreven. Daarbij is de dichtst bij de dijk gelegen bron beschouwd.

Faalmechanisme	Effectbeschrijving WKO
Golferosie kruin en binnentalud	De WKO heeft een verwaarloosbare invloed op de golfaanval op de dijk. De WKO heeft daarmee geen negatieve invloed op het mechanisme golferosie kruin en binnentalud. Dit geldt zowel bij de huidige (grond)dijk als na de dijkversterking (damwand). Door de WKO kan een maaiveld daling van enkele mm optreden. Dit heeft geen significant effect op de aanwezige kruinhoogte en daarmee ook niet op dit faalmechanisme (GEKB).
Bekleding buitentalud	De WKO heeft door de ligging op het voorland geen directe invloed op de bekleding die aanwezig is op het buitentalud. Dit geldt zowel bij de huidige (grond)dijk als na de dijkversterking (damwand).
Macrostabiliteit binnenwaarts	Gezien de afstand tussen de dijk en de WKO (meer dan 20m) en de zandige opbouw van het voorland en de dijk heeft de WKO geen negatieve invloed op de freatische lijn tijdens maatgevende omstandigheden. De WKO heeft daardoor geen invloed op de binnenwaartse macrostabiliteit. Dit geldt zowel bij de huidige (grond)dijk als na de dijkversterking (damwand).
Macrostabiliteit buitenwaarts	De WKO kan door de ligging op het voorland in beginsel invloed hebben op de buitendijkse macrostabiliteit. De afstand tussen de waterkering en de WKO bedraagt echter tenminste 20m en daarmee ligt de WKO buiten de invloedzone van de dijk (damwand). De WKO zal (ook bij een zeer beperkte ingraving van de putbehuizing) geen invloed hebben op de buitenwaartse stabiliteit van de waterkering.
Piping en heave	De WKO is gelegen op het voorland. De WKO heeft hiermee een mogelijke invloed op het mechanisme piping. Onderstaand wordt dieper op deze mogelijke invloed ingegaan.
Microstabiliteit (STMI)	Gezien de afstand tussen de dijk en de WKO (meer dan 20m) en de zandige opbouw van het voorland en de dijk heeft de WKO geen negatieve invloed op de freatische lijn tijdens maatgevende omstandigheden. De WKO heeft daardoor geen invloed op de microstabiliteit van de waterkering. Dit geldt zowel bij de huidige (grond)dijk als na de dijkversterking (damwand).
Standzekerheid voorland	De WKO is gelegen op het hooggelegen haventerrein. De hoogte van dit terrein is binnen de dijkversterking meegenomen in de benodigde kruinhoogte. De WKO kan invloed hebben op de standzekerheid van dit voorland. Onderstaand wordt daar nader op ingegaan.
Zettingsvloeiing	De WKO heeft in de eindsituatie geen negatieve invloed op het mechanisme zettingsvloeiing. Gezien de aanwezigheid van wadzand in de ondergrond dient voor de uitvoering beschouwd te worden of trillingen op kunnen treden die invloed hebben op dit mechanisme.

Op grond van bovenstaande tabel is de conclusie dat de WKO mogelijk een risico vormt voor het mechanisme 'piping en heave' en 'standzekerheid voorland'. Onderstaand wordt daar nader op ingegaan

Piping en heave

De ondergrond van het lauwersmeergebied bestaat uit (wad)zand, afgewisseld met sterk zandige kleilagen. Voor de funderingsberekeningen van het WEC is de bodemopbouw uit onderstaande Tabel aangehouden. Het haventerrein bestaat uit opgebracht zand, zoals ook uit de gebruikte bodemopbouw voor de fundering blijkt. Het aanbrengen van de putbehuizing heeft daarmee geen invloed op de aanwezige intredeweerstand van het haventerrein.

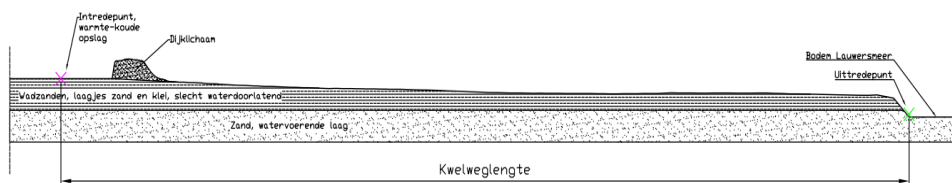
Omschrijving	b.k. laag [m-NAP]	Gewicht γ [kN/m ³]	Cohesie c [kN/m ²]	Wrijving ϕ [°]	Bedding k [kN/m ³]
Toplaag, puinhoudend	3,5	18/20	0	30	20.000
Zand, vast, siltig	2,5	19/21	0	35	40.000
Zand, los, siltig	-2,0	17/19	0	30	12.000
Klei, sterk zandig	-4,5	18/18	0	27,5	6.000
Zand, los	-9,0	17/19	0	30	12.000
Klei, sterk zandig	-10,5	18/18	0	27,5	6.000
Zand, matig	-12,0	18/20	0	32,5	20.000

Voor het aanbrengen van de stijgbuis wordt met overdruk (om instorten te voorkomen) een boorgat gemaakt met een indicatieve diameter van 500 - 800 mm. In het boorgat wordt vervolgens een stijgbuis geplaatst van ca 200 – 315 mm. Rondom het filtertraject van de stijgbuis wordt het boorgat aangevuld met grind. Onderin het filtertraject wordt een laag met zwelklei (b.v. bentoniet) aangebracht zodat er verticaal geen water langs de buis kan stromen. Overige natuurlijk scheidende lagen worden op deze manier ook hersteld. Hierdoor blijft water van verschillende watervoerende lagen gescheiden van elkaar.

Dit wordt middels peilbuizen in het boorgat in verschillende watervoerende pakketten ook gemonitord volgens monitoringsvereisten in de vergunning waterwet van de provincie.

Mocht tegen de verwachtingen in om onverklaarbare reden toch 'lekkage' langs de buis optreden, dan leidt dat bij extreme waterstanden (haventerrein onder water) in beginsel tot een afname van de kwelweglengte en daarmee tot een toename op de kans op 'piping en heave'.

Voor deze zeer extreme situatie met een intredepunt op het haventerrein ter plaatse van de bron (op 20m uit de buitenteenlijn) is een kwelberekening uitgevoerd. In deze berekening is uitgegaan van de aanwezigheid van een piping gevoelige zandlaag (conservatief gezien de samenstelling van het aanwezige wadzand) en aanwezigheid van een doorlopende cohesieve grondlaag (conservatief gezien de sterk wisselende bodemopbouw ter plaatse). Het resultaat van de uitgevoerde pipingberekening is dat ook met de WKO als intredepunt de kans op piping verwaarloosbaar is (zie onderstaande figuur).



Waterstand	NAP +5,27 m
Kwelweglengte	157 m
Dikte zandlaag	5,00 m
Doorlatendheid zandlaag	12 m/dag
D70 zandlaag	1,61 E ⁻⁴ m
Dikte deklaag opbarstpunt	0,00 m
Volume gewicht deklaag	14,50 kN/m ³
Hoogte opbarstpunt	NAP -1,00 m
Kwelslootpeil	NAP -0,93 m
Faalkans eis	1,27 E ⁻⁴⁵
Faalkans c.f. Selineijer	2,81 E ⁻⁴⁵
Bereikend toelaatbaar verval	13,59 meter
Aanwezig verval	6,20 meter
oordeel	Voldoende

Standzekerheid voorland

De aanwezige bekleding van het terrein verandert in beginsel niet. De huidige bekleding bestaat uit gras en bestrating. Onder extreme omstandigheden komt het haventerrein onder water te staan en zullen er golven op het haventerrein slaan. Als gevolg van het WEC kan lokaal rond het gebouw (extra) stroming ontstaan en extra turbulentie als gevolg van golven ontstaan. Voorkomen moet worden dat daar erosie van de ondergrond kan plaatsvinden door een robuuste aansluiting van het gebouw op de omliggende bekleding te realiseren.

Met de bouw van het WEC zal het buitenterrein eveneens nieuw worden ingericht. Vorenbedoelde maatregelen ter voorkoming van erosie worden dan meegenomen in het ontwerp en afgestemd met het waterschap

Conclusie

De voorgestelde werkzaamheden veroorzaken een verwaarloosbare toename op de kans van falen van de waterkering.

Inspectie van de waterkering blijft ook na de WKO mogelijk en het beheer kan op dezelfde wijze plaatsvinden. Een aantal onderdelen (werkzaamheden en/of werkwijze) vereist nog een verdere uitwerking en kunnen op dit moment nog niet in detail worden meegenomen in deze toelichting.

Vóór de start van de werken wordt dit middels werkplannen met het waterschap afgestemd. Het betreft onder meer:

- De (aansluiting van de) bekleding rondom het putbehuizingen;
- De invulling van de eventuele tijdens de bouwfase te treffen beheersmaatregelen