



De proefopstelling bij De Zweth in bedrijf (foto: Jacco Haasnoot)

Eerste resultaten

Proef energiedamwand

De energietransitie in Nederland naar duurzame warmte- en koude-energie is in volle gang. Ook binnen de geotechniek wordt hard gezocht naar innovatieve technologieën die hieraan kunnen bijdragen. Een van deze innovatieve technologieën is de energiedamwand waarmee de stalen damwand een extra functie krijgt als warmtewisselaar voor het onttrekken van thermische energie aan oppervlaktewater (aquathermie) en de ondiepe ondergrond. Inmiddels zijn de eerste resultaten bekend.

In de uitgave van de Civiele Techniek van september 2020 (jaargang 74 nummer 7) is reeds aandacht besteed aan deze techniek en de potentie ervan voor de energietransitie. Hierin is tevens melding gemaakt van een grootschalige proef die is opgezet door CRUX Engineering in samenwerking met Gooimeer, Groep Duurzame Energie, TU Delft en TU Eindhoven in buurtschap De Zweth, nabij Rotterdam. De proef is mogelijk gemaakt door middel van het SBIR-project van de Provincie Zuid-Holland om de CO₂-emissies van de vaarwegen te verminderen. In deze follow up worden de eerste resultaten van deze pilot gedeeld evenals een overzicht van de daaruit volgende vervolgonderzoeken.

De pilot bij de Zweth

De proef loopt van september 2020 tot mei 2022 en heeft tot doel meerdere damwandconfiguraties en bedrijfsscenario's te beproeven. Hierbij worden zowel de prestaties van de energiedamwand zelf gemeten als de mogelijke invloed ervan op de damwand en de omgeving. De resultaten van thermische prestaties zijn daarbij vooral van belang voor de toepassingsmogelijkheden, hoeveel energie er onttrokken kan worden en ter validatie van de theoretische ontwerpmoedellen. De hoofdvraag bij het meten van de invloed op de omgeving is of het verwarmen dan wel afkoelen van de damwanden en directe ondergrond een invloed heeft op de primaire



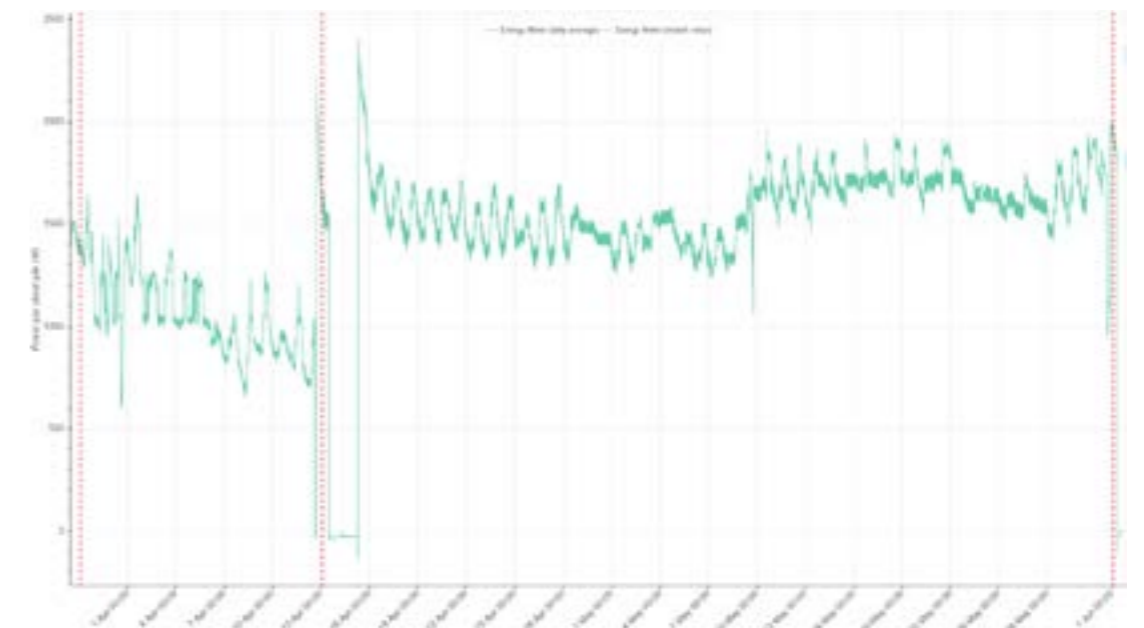
Inclinometing van de damwand (foto: Jacco Haasnoot)

functie van de kadeconstructie zelf als grond- en waterkering. Op dit moment is het beproeven van de diverse configuraties in de afrondende fase, hierna wordt de meest veelbelovend configuratie verder beproefd voor een realistisch gebruiksscenario. Tijdens het beproeven van de verschillende configuraties heeft het systeem 24/7 vol vermogen gedraaid om zo de grenzen ervan te kunnen verkennen en een duidelijk koppeling te verkrijgen met de

theoretische predictie. De voorlopige conclusie is dat de resultaten tot nog toe een conservatieve, uiterste grens van het vermogen aangeven. De verwachting is dat de energetische prestaties bij de realistische bedrijfsscenario's nog verder toenemen.

Thermische prestaties energiedamwand

In de pilotopstelling zijn tot nog toe de enkele en dubbele activatie van de planken beproefd met een



Figuur 1 Energie output per damwand plank, dubbele activatie ondiep (links) en diep (rechts)

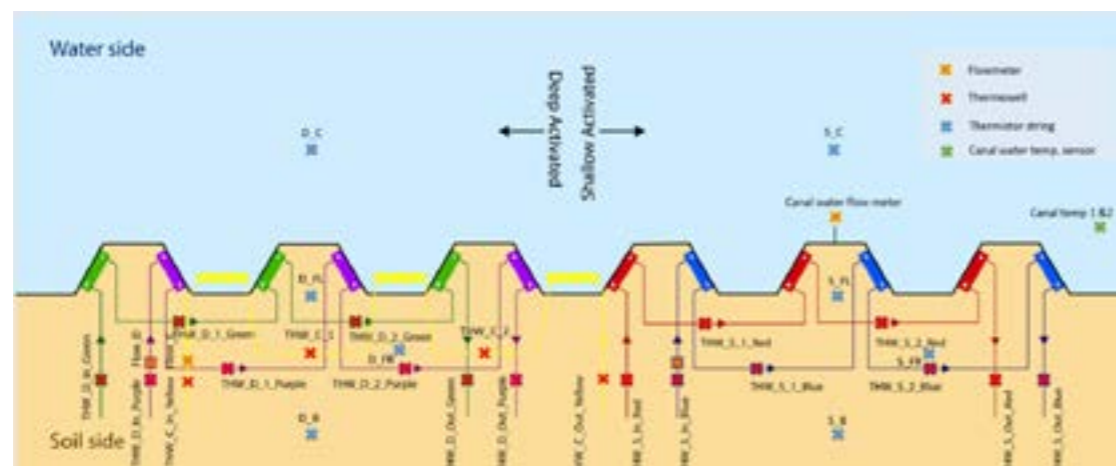


Figuur 2 Gemeten kanaalwatertemperatuur

(ondiepe) activatie alleen over de waterdiepte en ook over de volledige zestien meter lengte van de plank (diepe activatie). Een schematisch bovenaanzicht van de testopstelling wordt getoond in figuur 3. Naast de opstelling waarbij activatie plaatsvindt op de plank zelf - en dus aangebracht moet zijn voordat de damwand wordt uitgevoerd - is tevens het systeem beproefd. Hierbij wordt de damwand voorzien van speciale voorhangpanelen, zodat ook bestaande damwandschermen thermisch kunnen worden geactiveerd.

Op basis van de resultaten functioneert het systeem conform verwachting en volgt het hoogste vermogen (circa 1,5 kW/plank) uit de dubbel geactiveerde planken die over de volledige hoogte van activatielussen voorzien zijn. Bij de dubbel geactiveerde ondiepe damwanden (lussen tot

aan de waterbodem) ontbreekt de energie uit de diepere grondlagen, zodat dit logischerwijs tot een lager vermogen leidt (circa 1 kW/plank). Dit laat zien dat het aquathermische deel een aanzienlijke component is van het totale thermisch vermogen. Dit gegeven maakt ook dat het vermogen gedeeltelijk afhankelijk is van de heersende watertemperatuur die tijdens de beproeving tussen de 8 - 12 °C varieerde. Deze temperatuurrange is gebruikelijk voor maart tot december. Echter, belangrijk is natuurlijk ook om te weten wat het vermogen doet tijdens een koude periode zoals in februari 2021 het geval was, waarbij de luchttemperatuur daalde tot -10 °C en de watertemperatuur afkoelde tot +1 °C. Op dat moment werd toevallig een configuratie met de voorhangpanelen beproefd waardoor de invloed van het aquathermische deel direct zichtbaar werd. Het



Figuur 3 Schematisatie testopstelling

bronvermogen vanuit het water daalde in die week tot circa 0,4 kW per plank, wat daarmee zijn weerslag had op de benodigde elektrische energie.

In de daaropvolgende weken herstelde de watertemperatuur en nam het bronvermogen weer sterk toe. Het is de verwachting dat dit effect minder sterk is wanneer gebruik gemaakt wordt van de volledige geactiveerde planken, aangezien de temperatuur uit de ondergrond in deze extreme situatie bijdraagt aan het stabiliseren van de te onttrekken temperatuur.

Grondmechanische invloed van een energiedamwand Naast het meten van de energetische prestaties van de energiedamwand worden ook uitgebreide metingen uitgevoerd aan- en naast de damwanden. Hierbij worden zowel de temperatuur in de ondergrond op meerdere afstanden en over de volledige hoogte van de damwanden gemeten, alsmede de verplaatsing van de damwand zelf. Doel van deze metingen is om de thermische invloed op de ondergrond te vergelijken met de theoretische modellen en zo te valideren dat de activatie geen negatieve invloed heeft op de primaire functie van de damwand als grond- en waterkering. Deze metingen zijn daarbij in het afgelopen half jaar gebruikt in een MSc thesis aan de TU Delft. In dit onderzoek is zowel de thermische invloed op de ondergrond beschouwd gebruik makend van COMSOL en is de verplaatsing

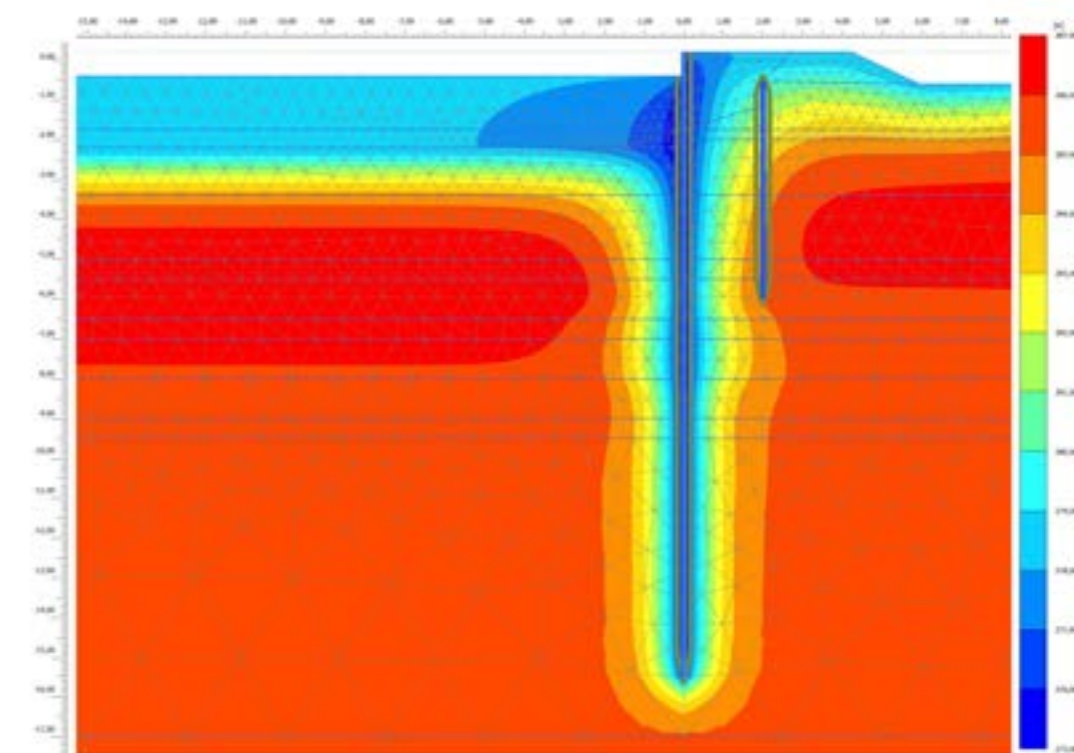
vergeleken gebruikmakend van PLAXIS 2D thermal module.

De belangrijkste conclusies van dit onderzoek zijn dat de thermische invloed op de ondergrond beperkter is dan vanuit de theoretische modellen verwacht mag worden. Dit is gunstig ten aanzien van de omgevingsinvloed en onderlinge beïnvloeding van opvolgende planken. Tevens blijkt dat de resulterende damwandverplaatsingen ten gevolge van activatie niet veel groter zijn dan de meetnauwkeurigheid van de inclinometing en in lijn zijn met de theoretische verwachting. Bijkomstige conclusie is dat de damwanden onder invloed van de natuurlijke temperatuurvariaties gedurende het jaar een theoretisch fluctuatie laten zien die groter is dan de invloed uit de activatie alleen.

Literatuur

- 1) Ziegler, M., Koppmann, D., Pechinig, R. & Knapp, D. (2020), Energy sheet pile walls – Experimental and numerical investigation of innovative energy geostructures, Proceedings of the XVII ECSMGE-2019 Geotechnical Engineering foundation of the future, Reykjavik, 2019
- 2) de Vries, J. P. (2021, mei). Quays Rather Than Boilers. Extracting Energy From Water and Soil Through Energy Sheet Piles. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A2da05b2a-db22-4cfb-9a3d-fd8f33c5dcca?collection=education>

Korneel de Jong, Jorrit de Vries, Vincent Leclercq, Jacco Haasnoot, CRUX Engineering BV



Figuur 4: Temperatuurveld bij activatie van een energiedamwand