

Advies

Eindige elementen methode

Brief nummer 19-06 gedateerd 29 juli 2019

College van dijkgraaf en heemraden van Waterschap Rivierenland
Postbus 599
4000 AN Tiel

Geacht college,

Om dijkversterkingen uit te kunnen voeren in gebieden waar de ruimte beperkt is, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van dicht op de dijk staande bebouwing zoals in het benedenrivierengebied, rden, op basis van vigerende rekenmethodes, zware en kostbare constructies toegepast.

Vanuit de POV Macrostabieleit (POVM) is door een breed samengesteld expertteam gewerkt aan het opstellen van een publicatie voor het met de Eindige Elementen Methode (EEM) ontwerpen van een aantal typen stabiliteitsverhogende constructies in en nabij waterkeringen, gebaseerd op actuele inzichten ten aanzien van de veiligheidsbenadering, geotechniek en rekentechnieken aan constructies in waterkeringen, binnen het kader van de Waterwet.

In uw brief met kenmerk 2018142237/2018142383 vraagt u het ENW advies uit te brengen over deze POVM-publicatie.

Algemene indruk

Het ENW onderschrijft dat de Eindige Elementen Methode de voorkeursmethode is om waterkeringen met constructieve elementen door te rekenen en vindt het positief dat deze aanpak door de POVM verder is uitgewerkt. Het rapport is goed en helder geschreven, met veel bronnen en verwijzingen ter ondersteuning van de keuzes en cases. De samenwerking tussen markt en kennisinstituut bij het opstellen van het rapport zorgt voor een breed gedragen product en de werkbaarheid van de aanpak wordt ondersteund door de cases. Al is de kwaliteit van de uitwerking van de cases wisselend.

Het ENW onderschrijft het belang van het rapport, omdat ook het ENW van mening is dat het werken met de Eindige Elementen Methode de beste manier is om waterkeringen met constructieve elementen door te rekenen. Het is een positieve zaak dat dit door de POVM verder is uitgewerkt.

In het rapport is een complex systeem van schema's en keuzes opgenomen, dat niet eenvoudig te doorgronden is. Het is daarin niet duidelijk hoe de partiële factoren worden afgeleid en toegepast. Vaak zijn pragmatische keuzes gemaakt, die niet altijd voldoende onderbouwd worden. Zo wordt de kalibratie voor het faalmechanisme stabiliteit binnentalud bij groene dijken gebruikt voor dijken met constructieve elementen,

voor ankerkrachten en de schematiseringsfactor. Het is vooralsnog onduidelijk of deze kalibratierelatie representatief is.

De toepassing van de partiële factoren in hun huidige vorm op de grond/constructieparameters leidt ook tot erg lage rekenwaarden van deze parameters. De vraag is of dit optimaal en uitlegbaar is, en of dit aansluit bij de gewenste betrouwbaarheid en niet tot onbedoelde neveneffecten leidt. Het ENW adviseert om dit verder uit te werken en inzichtelijk te maken. Een probabilistische onderbouwing kan aantonen wat de verkregen betrouwbaarheid van het geheel van keuzes en partiële factoren is.

Het rapport sluit verder goed aan bij het Wettelijk beoordelingsinstrumentarium (WBI) en het Ontwerpinstrumentarium (OI), vooral in termen van eisen (faalkanseisen voor onderdelen op basis van een traject-eis) en de gebruikte grondmodellen (ongedraineerd rekenen in meerdere fases).

Aandachtspunten

Het ENW wil de volgende aandachtspunten meegeven voor de doorontwikkeling van het rapport:

- Het rapport is voor en door deskundigen geschreven. Dat is voor de huidige fase acceptabel, maar vormt wel een aandachtspunt als de inzichten te zijner tijd opgenomen worden in de Technische leidraden.
- Gezien de grote variatie aan voorziene toepassingen en doorgaande ontwikkelingen is het van belang om ervaringen te blijven verwerken en benchmarkcases zorgvuldig uit te voeren en toe te voegen. Hier wordt gedeeltelijk al in voorzien door te werken met groene versies en de genoemde aandachtspunten in de adviesvraag. Dit vraagt doorgaande aandacht en financiering.
- Het verbeteren van een betrouwbare invulling van de aangeleverde parameters met betrekking tot robuustheid en inzichtelijkheid van de vele veiligheidsfactoren. Het zou de leesbaarheid en reproduceerbaarheid ten goede komen als de schema's, methodes en het stappenplannen verder uitgewerkt en consistent gemaakt worden.
- Het rapport heeft een voorschrijvend karakter, wat meer past bij een wettelijk document of een ministeriële regeling. Het ENW is van mening dat het voorliggende rapport strekt tot aanbeveling bij de toepassing en geen verplichtingen in keuzes of randvoorwaarden hoort op te leggen aan de gebruiker. Het zou goed zijn wanneer deze boodschap ook doorklinkt in het definitieve rapport.
- In de toekomst moet de omgang met vervormingseisen verder uitgewerkt worden om de aansluiting met de overstromingskansbenadering volgens de Waterwet te verbeteren.

Tot slot

Het ENW heeft veel waardering voor het verrichte werk en de documenten zelf. Ook de ambitie van het schrijversteam om het rapport samen met de publicaties over vernagelingstechnieken en langsconstructies hét naslagwerk voor langsconstructies te laten vormen, juicht het ENW toe. Tegelijkertijd zijn er nog een aantal opmerkingen te maken bij het rapport zoals het nu is; zie hiervoor ook de beantwoording van de deelvragen in de bijlage. Het ENW vindt de huidige (groene) versie van de publicatie een grote stap in de juiste richting en beveelt aan om ermee aan de slag te gaan en ervaring op te doen en om de genoemde aandachtspunten te gaan verwerken. Ervaringen en aandachtspunten kunnen een plaats krijgen in een volgende, verbeterde en uitgebreide versie van het rapport.



Het ENW wil graag betrokken blijven bij de doorontwikkeling van dit rapport. In de bijlage vindt u een overzicht van het verloop van de adviesvraag en wordt nader ingegaan op de gestelde deelvragen.

Wij hopen u naar tevredenheid van advies te hebben voorzien.

Hoogachtend,

Drs. J.H.M. de Ruig

Waarnemend voorzitter van het Expertise Netwerk Waterveiligheid

Bijlage

Verloop adviesvraag en beantwoording deelvragen

Verloop adviesvraag

Door de Projectoverstijgende Verkenning Macrostabieleit, vallend onder het Hoogwaterbeschermingsprogramma, is een document opgesteld dat de toepassing van de Eindige Elementen Methode (EEM) ondersteunt binnen het ontwerp van een aantal typen stabiliteitsverhogende constructies in en nabij waterkeringen.

Het rapport moet gaan aansluiten op de POVM publicaties met ontwerpaanwijzingen voor Langsconstructies (PPL) en Vernagelingstechnieken (PPV) en zou in samenhang moeten worden gelezen met deze documenten. Beide documenten (PPL en PPV) bevinden zich in het proces van advisering door het ENW.

Het rapport is gebaseerd op actuele inzichten ten aanzien van de veiligheidsbenadering, geotechniek en rekentechnieken aan constructies in waterkeringen. De volgende praktische toepassingen zijn uitgewerkt: verankerde damwand, onverankerde damwand, soilmix-blokken, dijkvernageling en de "JLD-dijkstabilisator" (vernageling in combinatie met verankering en voorspanning). In de adviesvraag wordt al opgemerkt dat verdere aanscherping op onderdelen van het rapport nodig zal zijn, zoals de modellering van restprofielen, de controle op knik bij verankerde wanden en de nog te bepalen 3D-effecten bij vernageling en JLD. De adviesvraag stelt daarom voor de tekst op te vatten als een "groene versie" die wel geschikt is voor eerste praktijktoepassing, maar die in de toekomst nog moet worden aangescherpt en geactualiseerd op grond van praktijkervaringen en nieuwe inzichten.

In de brief aan het ENW met kenmerk 2018142237/2018142383 vraagt drs. H.C. Jongmans, opdrachtgever Projectoverstijgende Verkenningen Macrostabieleit, om advies over het rapport *POV Macrostabieleit Publicatie - Toepassing van de eindige elementen methode binnen het ontwerp van waterkeringen (PPE)* op de volgende aspecten:

1. Is de voorliggende versie van de POV-M-publicatie, in combinatie met de POV-M publicaties voor langsconstructies en vernageling, voldoende compleet en bruikbaar bij de beoordeling en ontwerp van de behandelde versterkingstechnieken in waterkeringen?
2. Is in voldoende mate aangegeven hoe in de aansluiting op OI en WBI en de vigerende technische leidraden is voorzien?
3. Op welke onderdelen en onderwerpen is aanvulling of verbetering wenselijk of noodzakelijk?

Het rapport is besproken in de ENW-Techniek vergadering van 7 december 2018. Bij de vergadering waren namens de POV-M Marcel Visschedijk en Helle Larsen van Deltares en Dirk van Schie van POV|M / HHSK aanwezig.

Beschikbaar gestelde informatie

Ten tijde van de vergadering waren de volgende stukken beschikbaar:

- Brief Publicatie eindige elementen methode
- POVM-EEM - Versie 1_01 – Concept

Omdat het een omvangrijk document betreft, met verstrekkende gevolgen, heeft het ENW na afloop van de vergadering de interne kwaliteitsborging opgevraagd. Deze is door de POV-M beschikbaar gesteld. Het geheel wekt een degelijke indruk. Het ENW roept de POVM dan ook op om wanneer er nog openstaande discussiepunten zijn, deze te delen met het ENW en het ENW ook te betrekken bij mogelijke volgende versies van de betreffende publicatie.

Reactie op de vraagstelling

1. Is de voorliggende versie van de POV-M-publicatie, in combinatie met de POV-M publicaties voor langsconstructies en vernageling, voldoende compleet en bruikbaar bij de beoordeling en ontwerp van de behandelde versterkingstechnieken in waterkeringen?

De publicatie(s) zijn helder geschreven en zijn compleet en bruikbaar. De bruikbaarheid van de aanpak wordt ondersteund door de verschillende cases. De voorgestelde manier van beoordelen is echter complex. Een uitbreiding van de cases met precieze invoer en uitvoer in de verschillende stappen komt beschikbaar op de website van de POV. Dit vindt het ENW een waardevolle aanvulling.

2. Is in voldoende mate aangegeven hoe in de aansluiting op OI en WBI en de vigerende technische leidraden is voorzien?

Er is een goede aansluiting voor wat betreft de algemene veiligheidsfilosofie en in de toepassing van de ongedraineerde rekentechnieken. Om de inhoud van het rapport op te nemen in de Technische leidraden en de informatie toegankelijk te maken voor een bredere doelgroep, is er nog een slag nodig.

3. Op welke onderdelen en onderwerpen is aanvulling of verbetering wenselijk of noodzakelijk?.

De wijze waarop de veiligheidsfilosofie is uitgewerkt in de set rekenvoorschriften en partiële factoren kan beter uitgewerkt worden. Het ENW raadt aan om te laten zien welke stappen worden genomen en daarvoor een onderbouwing aan te leveren.