



Geotechnisch ontwerp geautomatiseerd: de winst in de praktijk

Toon van der Linden
Royal HaskoningDHV



Bekende projectuitdagingen



- Optimaler ontwerp gevraagd
- Strakke projectdeadlines
- Hoger detailniveau in vroege projectfase
- Discussies rond uitgangspunten
- Late informatieverstrekking



Introductie



Toon van der Linden – RHDHV



Camille Habets – RHDHV



Jesper van Es – RHDHV



Alfred Roubos – Havenbedrijf R'dam/TU Delft



Gebruik van EEM in ontwerp



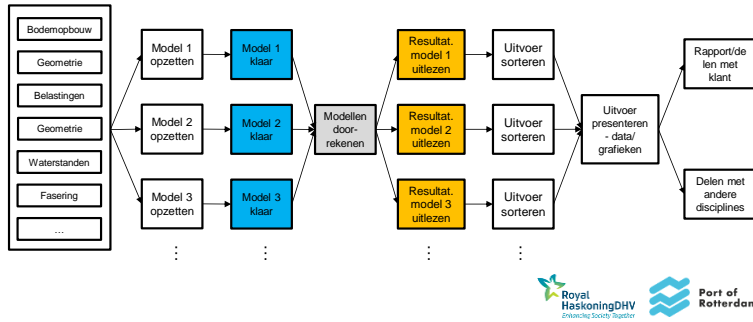
Veranderingen in gebruik van EEM:

- Rekencapaciteit
- Modelcomplexiteit
- Ontwerpbenadering (bijv. partiële factoren)
- Automatisering

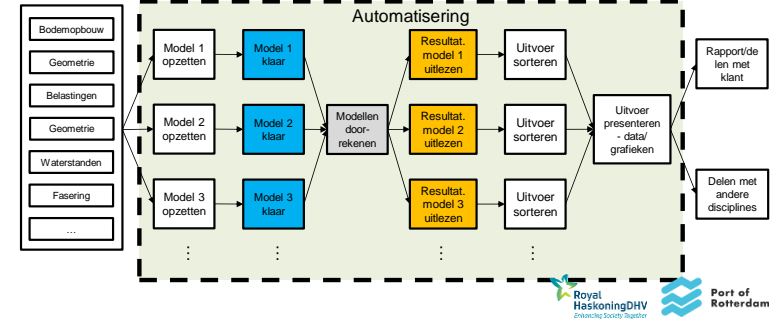
Gevolg: EEM wordt gebruikt als ontwerpsoftware



Generiek werkschema EEM



Automatiseringsschema



Aanvullende mogelijkheden

Hierdoor verder te automatiseren:

- Berekening OWB-vloer
- UGT-verificatie voor damwandontwerp conform EC7, CUR166/211
- Ankerontwerp (verificatie constructieve-/geotechnische capaciteit)



Winst in het algemeen

Voordeel/aspect	Verbeterd
Versnelling ontwerpproces	🕒
Efficiente herberekening/ontwerploep	🕒 🔄
Afname handmatige fouten	🏆 🕒
Beter inzicht (risico, gevoeligheid)	🏆 🔄 🕒 🧠
Ontwerp-optimalisatie	🏆 🔄 🕒 🧠
Gestandariseerde (post) processing	🏆 🔄 🕒



Case: ECT-kade – MV1



- Schaalvergroting scheepvaart:
 - Verdieping wenselijk
 - Grotere kraan- en bolderbelasting op kade
 - Ontwerp al in hoge mate geoptimaliseerd



Bron: Broos e.a. (2017)

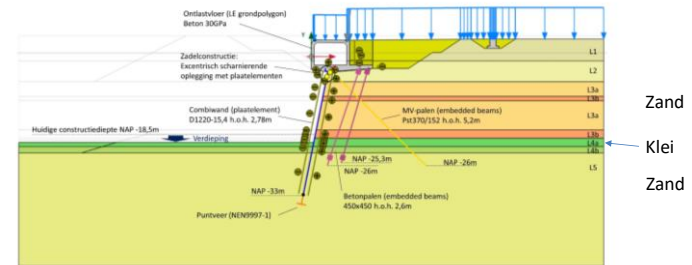
ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Typisch model



ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Meerwaarde automatisering



- Meer berekeningen mogelijk:
 - Meer doorsneden
 - Snelle identificatie kritieke elementen
 - Effectief uitvoeren van gevoeligheidsanalyses
- Geautomatiseerde uitvoer conform CUR 211
- Minder handmatige fouten

ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Winst



- Significante verdieping is haalbaar; risico's goed in kaart gebracht
- 25 000 ton CO₂ uitstoot bespaard
- Bouwkosten 4 keer lager t.o.v. nieuwe kade

ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Case: kade in Poti (Georgië)



- Vervangen kade, van 5 m naar 14 m diepgang, uitdagingen:
 - Slappe grondcondities tot grote diepte
 - Boorpalen i.p.v. buispalen
 - Weinig tijd (i.r.t. vergunningen) en uitgangspunten nog ter discussie tijdens ontwerp



ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Model en werkelijkheid



ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Meerwaarde automatisering



- Parametrische invoer, resultaten snel inzichtelijk en te vergelijken
- Ontwerpvarianties live tijdens overleg doorrekenen
- Groot aantal paal-dek-configuraties kunnen beschouwen

ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Winst



- Ontwerp tijdig afgeleverd dat veilig, economisch en bouwbaar is
- Zonder automatisering niet goed mogelijk geweest

ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Case: Blankenburgverbinding

- Verificatie verenmodellen, uitdagingen:
 - Wisselende condities
 - Complexe bouwfasering
 - Flexibel rekenproces nodig



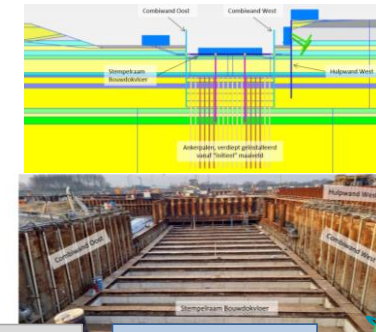
ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Model en werkelijkheid



ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Meerwaarde automatisering

- Ontwerpwijzigingen snel doorrekenen
- Implementatie CUR-verificatiestappen
- Uitvoer snel verkregen en vergeleken
- Ook opbarstberekningen in EEM



ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



Winst

- Hoger detailniveau bereikt
- EEM zonder afbreuk aan flexibiliteit en doorlooptijd
- Economisch zonder afbreuk aan veiligheid en betrouwbaarheid



ECT-kade

Kade in Poti

Blankenburgverbinding



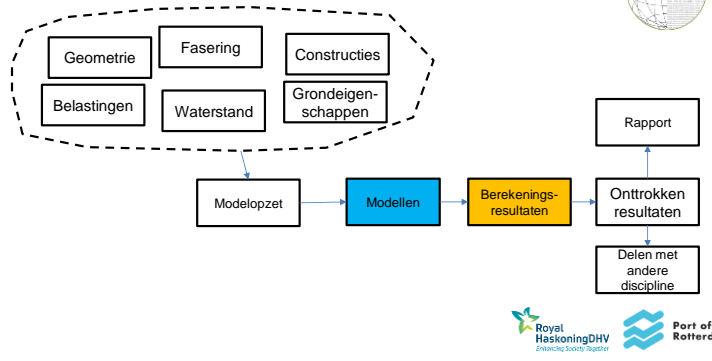


Algemene winst in de praktijk

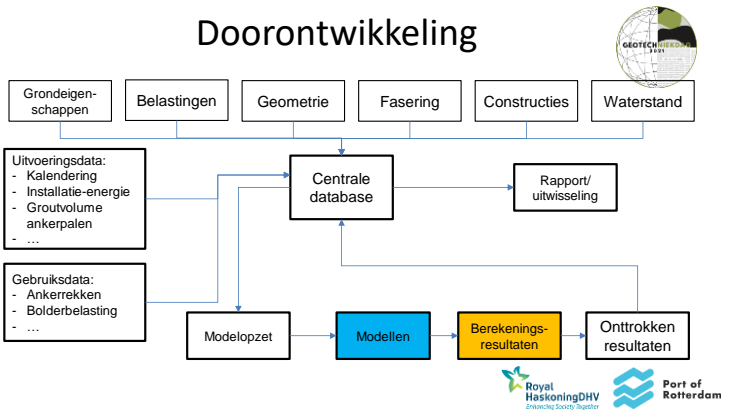
- Project(/bouw)kosten lager
- Minder materiaal, meer duurzaamheid
- Flexibeler ontwerpproces
- EEM als leidende ontwerpsoftware

ECT-kade Kade in Poti Blankenburgverbinding

Doorontwikkeling



Doorontwikkeling



Vragen?

Contact:
toon.van.der.linden@rhdhv.com
camille.habets@rhdhv.com
jesper.van.es@rhdhv.com
aa.roubos@portofrotterdam.com

Speciale dank gaat uit naar:

- ECT kade: Havenbedrijf Rotterdam
- Poti Kade 1: Alexander Sokolowsky (Prime Concrete LLC)
- Blankenburgverbinding: Eelco van Putten (BAAK / DEME Infra)

Referentie:

- Broos E.J., Sibbes R. and De Gijt J.G. (2017) Widening a harbor basin, demolition of a deep see quay wall in Rotterdam.