

# Levensduurverlenging bestaande diepzeekades

In de vervanging- en renovatieopgave voor bestaande infrastructuur komen technische uitdagingen, duurzaamheidsambities en regelgeving met betrekking tot stikstof samen. Een van de mogelijkheden is levensduurverlenging van bestaande constructies zonder grote constructieve ingrepen. Wanneer bestaande constructies beter benut kunnen worden, zijn veel minder nieuwe bouwmaterialen nodig en zal er ook minder uitstoot zijn. Zo ook in de havenbouw, waar naast levensduurverlenging ook steeds grotere schepen en kranen gefaciliteerd moeten worden. Een van de typische vraagstukken is om bestaande ligplaatsen te verdiepen om grotere (en energie-efficiëntere) schepen te kunnen accommoderen. Hierbij hoort vaak ook een lastenverzwaring voor de kade, in de vorm van zwaardere kranen en verhoogde bolderbelastingen. Deze extra functionaliteit moet dan worden gerealiseerd met een minimale carbon footprint en het liefst zonder downtime of hinder voor de betreffende terminal. Ander gebruik van de kadeterreinen, bijvoorbeeld binnen het kader van de energietransitie, kan evengoed tot nieuwe deformatie- en belastingeisen leiden.

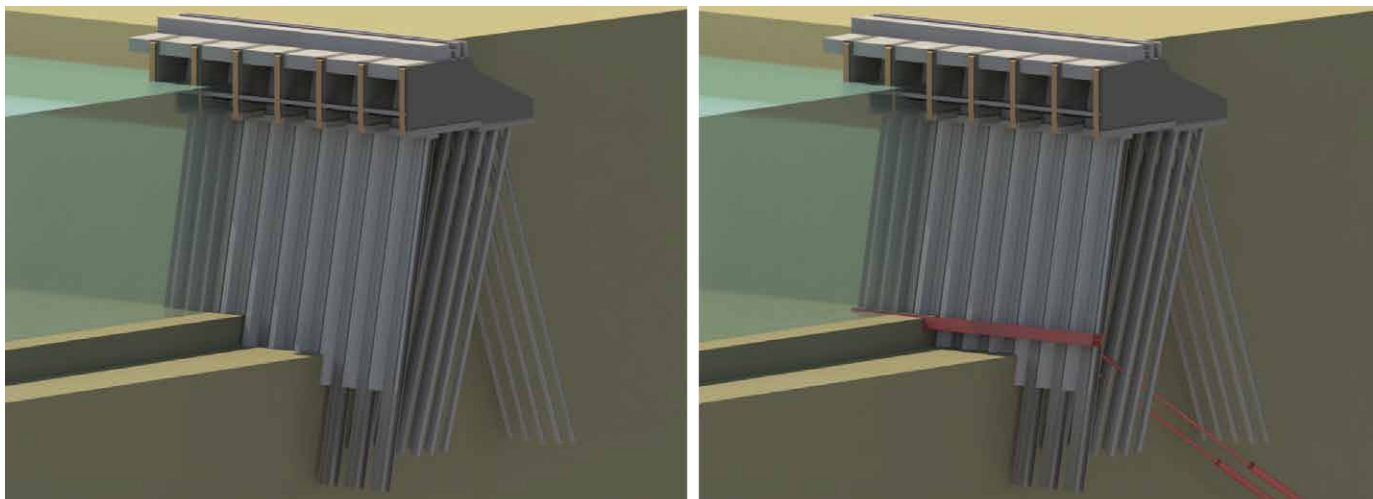
Om aantoonbaar de volledige capaciteit van bestaande kadeconstructies binnen de geldende veiligheidsnormen te kunnen benutten ten behoeve van levensduurverlenging, is een aanpak mogelijk die gevisualiseerd wordt in figuur 1. Figuur 1 geeft weer dat de aanpak uit drie gekoppelde en zichzelf herhalende fases bestaat: herbeoordeling van de kadeconstructie, adaptatie van de kadeconstructie en onderhoud van de kadeconstructie. De verzameling en analyse van (gebruiks)data is een belangrijke onderliggende component in deze fases.

## Herbeoordeling

Ten behoeve van een effectieve en bruikbare herbeoordeling is het belangrijk om te kiezen voor een risicogestuurde en datagedreven aanpak. Een eerste en zo uitgebreid mogelijke risico-inventarisatie moet bij aanvang van het project worden gemaakt op basis van beschikbare gegevens. Een goed beheer van bestaande gegevens is hierbij zeer gewenst en vaak van cruciaal belang om het maximale uit bestaande infrastructuur te kunnen halen. Op basis van de risico-inventarisatie kan in een eerste herbeoorde-



Figuur 1: Mogelijke aanpak levensduurverlenging bestaande kadeconstructies



Figuur 2: Verdieping bestaande diepzeekade zonder constructieve ingrepen (links) en met onderwaterankers (rechts), uit Schutte (2017)

ling de juiste aandacht worden gegeven aan de meest relevante risico's (kritische constructie onderdelen) en tevens de maatgevende faalmechanismes van de kadeconstructie worden bepaald. Vervolgens kunnen, indien nodig, de juiste additionele veldonderzoeken en monitoring worden vastgesteld. De additionele onderzoeksgegevens kunnen tot slot worden gebruikt voor het definitief maken van de herbeoordeling en het vaststellen van benodigde permanente monitoring.

Ten tweede dienen state-of-the-art kennis en de nieuwste rekentechnieken ingezet te worden om onnodig conservatisme uit te bannen en 'verborgen veiligheid' op de juiste manier te doorgronden. Het beter begrijpen en daarmee nauwkeuriger modelleren van met name geo-constructieve faalmechanismes is hierin een kenmerkend voorbeeld. Ook moet er volwaardiger gebruik gemaakt worden van de toenemende stroom aan beschikbare monitoringsdata door toepassing van geavanceerdere probabilistische technieken.

'Reliability updating' door middel van Bayesiaanse technieken maakt het bijvoorbeeld mogelijk om naast degradatie ook de positieve aspecten van veroudering mee te nemen onder de noemer 'Bewezen Sterkte'. Dit wil zeggen dat als een constructie al jaren goed functioneert er minder kennisonzekerheid aanwezig is in bijvoorbeeld de sterkteparameters van grond. Door de veiligheidsfactoren te verlagen kan een constructeur deze effecten meenemen bij de herbeoordeling van bestaande constructies.

### Adaptatie en monitoring

Er is sprake van adaptatie bij vergroting van de zogenaamde grondkerende hoogte (verdieping voor het ontvangen van grotere schepen of verhoging voor het keren van hogere waterstanden), of bij ander (zwaarder) gebruik van het kadeterrein. Verschillende beschikbare innovaties zouden aangewend kunnen worden om constructieve ingrepen te limiteren of

zelfs te voorkomen. State-of-the-art rekentechnieken, ondersteund door een uitgebreid monitoringsprogramma op de kade, kunnen veelal aantonen dat een bestaande kadeconstructie voldoende capaciteit heeft om een zekere verdieping te accommoderen. Eventueel kunnen (in de nabije toekomst) onderwaterankers worden toegepast, waarmee complexe alsmede slecht toegankelijke funderingsingrepen voorkomen zouden kunnen worden (figuur 2). Bij verhoging van buitenwaterstanden kan worden gekozen om niet het kadeterrein op te hogen, maar enkel de voorzijde van de kade en/of de kraanbanen. Door dit 'polderprincipe' wordt de belasting op de bestaande kadewand nauwelijks verhoogd en wordt aanvulmateriaal bespaard.

De instrumentatie die ten behoeve van een herbeoordeling of adaptatie wordt geplaatst moet bij voorkeur data genereren die gebruikt kunnen worden in het assetmanagementsysteem van de beheerder. Het zorgvuldig beheren en analyseren van deze data vormt de basis voor efficiënter en effectiever onderhoud van de kadeconstructie. Tevens kunnen deze data ook weer worden gebruikt voor latere constructieve herbeoordelingen.

### Projectvoorbeeld

Tijdens de parallelsessie wordt nader ingegaan op een kenmerkend projectvoorbeeld in het Rotterdamse havengebied waarin de hiervoor beschreven herbeoordelingsaanpak daadwerkelijk is toegepast. Voor één van de bestaande diepzeekades is recent aangetoond dat het haalbaar is om de ligplaats circa twee meter te verdiepen zonder grote constructieve aanpassingen aan de betreffende kade. Voor het accommoderen van grotere schepen zijn wel zwaardere bolders en kranen nodig, waarvoor enkel zeer beperkte ingrepen benodigd zijn.

**Camille Habets (Royal HaskoningDHV) en Alfred Roubos (Havenbedrijf Rotterdam)**