|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Functie | Naam | Paraaf |
| Opsteller | Laurens Beulink |  |
| Gecontroleerd | Daniël Kentrop |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Omschrijving | Code | Datum | Toelichting |
| v1.0 |  | 13-12-2022 |  |
|  |  |  |  |

# Aanleiding

Ten aanzien van het toetsspoor piping is door de Sterke Lekdijk innovatiepartners in samenwerking met VIKTOR een innovatieve pipingtool ontwikkeld waarmee de scope voor het toetsspoor piping geautomatiseerd met een groot detailniveau kan worden bepaald. Deze innovatieve pipingtool is beschikbaar als webapplicatie op het VIKTOR-platform. Voor ingebruikname is het wenselijk de tool te valideren. De rekenresultaten volgend uit deze tool zijn met proeflocaties uit het deeltraject Salmsteke - Schoonhoven (SAS) gevalideerd. In voorliggend memo zijn de hieruit volgende bevindingen gepresenteerd.

# Aanpak validatie

Binnen deeltraject SAS zijn twee strekkingen geselecteerd om door te rekenen in de pipingtool. In totaal zijn vier uittredepunten beschouwd. De resultaten die uit de berekende locaties komen zijn vervolgens gevalideerd met behulp van een spreadsheet die gevalideerd is met behulp van Riskeer. De strekkingen welke geselecteerd zijn voor de validatie betreffen:

1. DP110 – DP111;
2. DP173 – DP174.

De strekkingen zijn willekeurig geselecteerd waarbij wel gelet is op de aanwezigheid van tussenzandlagen op ten minste een strekking. Voor de eerste strekking geldt de afwezigheid van tussenlagen. In de tweede laag zijn wel tussenlagen aanwezig.

In de validatie zijn waar mogelijk alle parameters die van invloed zijn op een of meerdere deelmechanismen nagerekend en vergeleken met de door de pipingtool uitgeleverde waarden voor dezelfde berekeningen.

# Resultaten validatie opbarsten

Bij de validatie van het deelmechanisme opbarsten is onderscheid gemaakt tussen uittredepunten die niet in een teensloot gelegen zijn (zie paragraaf 3.1) en uittredepunten in een teensloot (zie paragraaf 3.2).

## Uittredepunt buiten teensloot

Uit de validatie van het mechanisme opbarsten blijkt voor uittredepunten op het maaiveld dat de berekende veiligheidsfactoren herleidbaar en reproduceerbaar zijn. De gereproduceerde waarden tonen zeer kleine verschillen ten opzichte van de aan Riskeer gevalideerde spreadsheet (<1%).

Exacte reproductie van de berekende veiligheidsfactor is niet mogelijk gebleken doordat de applicatie niet alle gebruikte parameters aan de gebruiker uitlevert of enkel afgerond afleesbaar maakt in de applicatie. Naar verwachting zijn de beperkte verschillen te verklaren door stapeling van meerdere afgeronde parameters. De belangrijkste factoren die lijken te leiden tot deze verschillen betreffen:

* Gehanteerde hoogte van de laagscheidingen (nauwkeurigheid 0,005 m)
* Gehanteerd volumiek gewicht deklaag (nauwkeurigheid 0,005 kN/m3)

## Uittredepunt in teensloot

Uit de validatie van het mechanisme opbarsten blijkt voor uittredepunten in een teensloot dat de berekende veiligheidsfactoren niet herleidbaar zijn en daarmee niet te valideren. De gereproduceerde waarden lijken daarmee tot 10% af te wijken van de waarden die die volgen uit de gevalideerde spreadsheet voor piping.

Voor uittredepunten in de teensloot geldt, net als voor uittredepunten op het maaiveld, dat bepaalde parameters niet zijn af te leiden uit de applicatie. Dit geldt in het bijzonder voor de omgang met het 2D-effect voor opbarsten bij teensloten. De applicatie levert onvoldoende gegevens uit aan de gebruiker om het 2D-effect zoals dit meegenomen is in de applicatie te kunnen valideren en daarmee te reproduceren. Voor drie uittredepunten is gepoogd de berekening te reproduceren met behulp van het AHN en door gebruik te maken van de geometrie op basis van de D-Stability export functionaliteit. Voor twee van de uittredepunten zijn de veiligheidsfactoren voor opbarsten gereproduceerd tot een nauwkeurigheid van <1%. Voor het derde uittredepunt was dit tot circa 6% te reduceren. De omgang met het 2D-effect bij dikke deklagen (zoals hier het geval is) lijkt correct maar is niet te valideren. Hiervoor is uitvoer van de gebruikte maaiveldhoogte en de berekende effectieve laagdikte voor benodigd.

Verder wordt opgemerkt dat wanneer de stijghoogte in het watervoerende pakket lager is dan het veronderstelde freatisch peil het berekende stijghoogte verschil negatief wordt. Dit resulteert in een negatieve stabiliteitsfactor voor opbarsten. Dit is een aandachtspunt bij de interpretatie van rekenresultaten door de gebruiker.

# Resultaten validatie heave

Uit de validatie van het mechanisme heave blijkt, voor alle uittredepunten, dat de berekende veiligheidsfactoren herleidbaar en reproduceerbaar zijn. De gereproduceerde waarden komen exact overeen met de gevalideerde spreadsheet voor piping.

Daarnaast geldt voor heave eveneens dat net zoals bij opbarsten het berekende verval over de deklaag een negatieve waarde kan aannemen en resulteert in een negatieve stabiliteitsfactor.

# Resultaten terugschrijdende erosie

Uit de validatie van het deelmechanisme terugschrijdende erosie blijkt, voor alle uittredepunten, dat de berekende veiligheidsfactoren herleidbaar en reproduceerbaar zijn. De gereproduceerde waarden komen vrijwel exact overeen met de gevalideerde spreadsheet. Enkele uiterst kleine verschillen in de berekende veiligheidsfactoren zijn waargenomen. Deze verschillen worden verklaard doordat waardes in de interface van de pipingtool afgerond worden. Het waargenomen verschil is dermate klein dat dit geen invloed heeft op de berekende veiligheidsfactoren.

# Stijghoogte bij uittredepunt

De stijghoogteberekening van level 1 en level 2 is gevalideerd en komt overeen met de gevalideerde rekensheet. Level 0 is niet apart beschouwd gezien dit een bijzondere situatie van level 1 is.

# Conclusie

Uit de validatie van de pipingtool is gebleken dat de resultaten voor de mechanismen heave en terugschrijdende erosie voor alle beschouwde uittredepunten herleidbaar en te reproduceren zijn. De resultaten van deze deelmechanismen zijn daarmee gevalideerd op juistheid.

De resultaten voor het deelmechanisme opbarsten in teensloten zijn niet te valideren, al lijkt de berekening correct. Wegens een gebrek aan uitvoer zijn de resultaten echter niet te reproduceren. Voor validatie van opbarsten in de teensloot is de volgende uitvoer met betrekking tot het 2D-effect bij teensloten benodigd:

* De gehanteerde maaiveldhoogte naast de sloot;
* De berekende effectieve laagdikte.

Als de applicatie wordt aangepast zodat de gebruiker meer inzicht kan krijgen in de berekening van de effectieve deklaagdikte en de daarbij gehanteerde parameters wordt aanbevolen het deelmechanisme opbarsten voor uittredepunten in de teensloot te valideren.

Verder geldt voor opbarsten en heave dat de stabiliteitsfactor een negatieve waarde kan aannemen. Dit gebeurt wanneer de stijghoogte in het watervoerend pakket lager is dan het veronderstelde freatische peil. De gebruiker dient deze resultaten dus als voldoende te interpreteren.