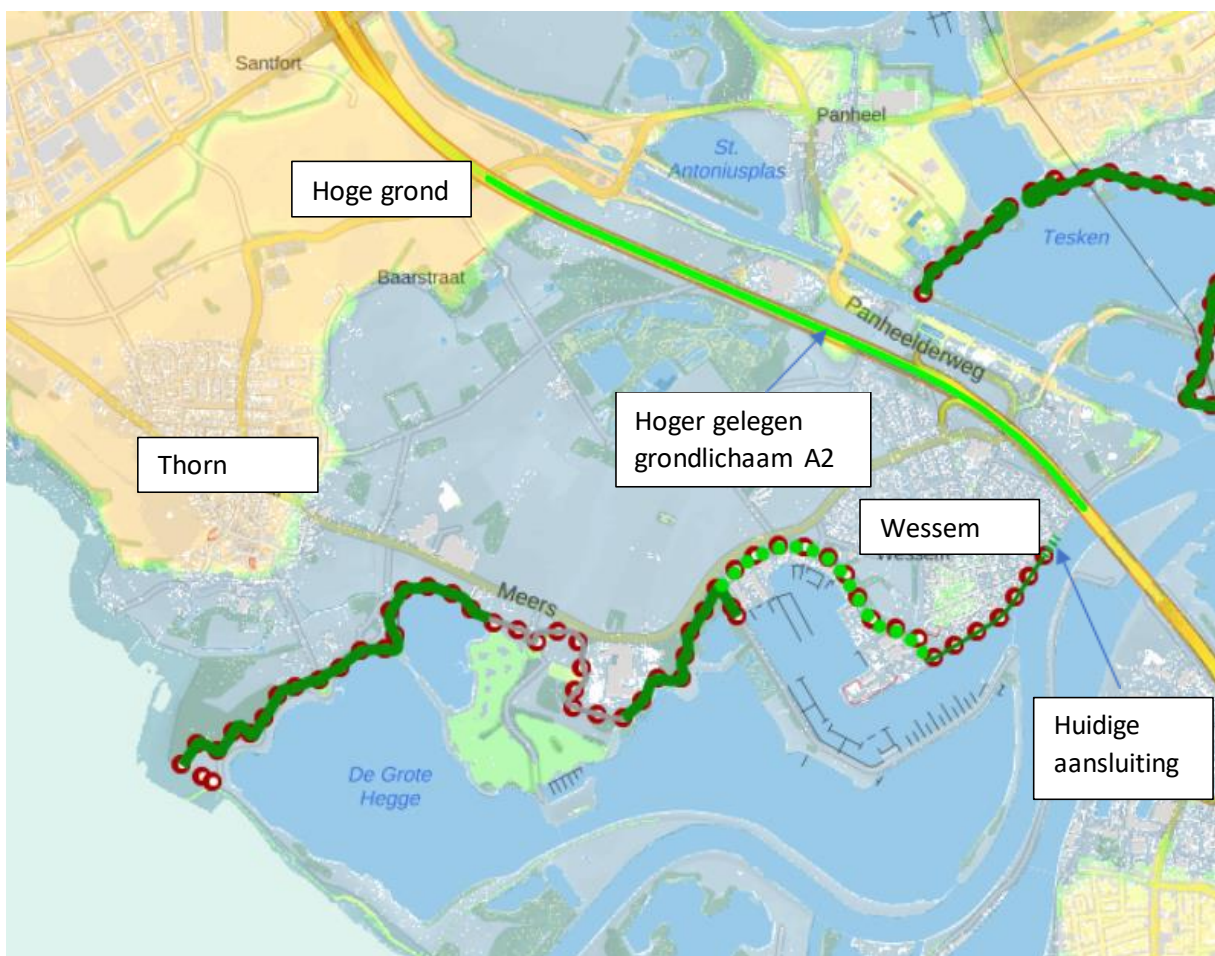


Advies aan Waterschap Limburg Parallele leidingen A2/waterkeringing Wessem

7 augustus 2019

Aanleiding

Op 9 mei 2019 heeft Waterschap Limburg, in de persoon van Bram van der Linde (en vervanger Hizkia Trul) de POV K&L om advies gevraagd over een onderdeel van de dijkversterking Thorn-Wessem (DT-79-1). Het betreft de aansluiting van een dijktraject op hoge grond via het grondlichaam van de A2 te Wessem, zie onderstaande figuur. Het grondlichaam van de A2 krijgt hierdoor de functie primaire waterkering waarvoor aangetoond moet worden dat de waterkering aan de eisen voor hoogwaterveiligheid voldoet. Parallel aan het grondlichaam van de A2 liggen verschillende leidingen waarvan onderzocht moet worden of deze leidingen de hoogwaterveiligheid in gevaar brengen. In de adviesvraag wordt aangegeven dat een koolwaterstofleiding van PPS maatgevend is. Het advies is voor Waterschap Limburg van belang voor de alternatievenafweging die deze zomer gemaakt dient te worden.



De adviesvraag van Waterschap Limburg is in de bijlage opgenomen. Hierbij heeft het waterschap tevens een Excelsheet aangeleverd met een eerste grove benadering van de erosiekraters voor de parallelle leidingen in het grondlichaam van de A2 te Wessem.

Het voorliggende advies is opgesteld door Harry Schelfhout, lid van het projectteam POV K&L. De kwaliteitsborging is uitgevoerd door het gehele projectteam POV K&L.

Vraagstelling en beantwoording vragen

De verschillende vragen die in de adviesvraag zijn opgenomen zijn onderstaand weergegeven, ingedeeld in een aantal categorieën. De antwoorden zijn bij de vragen weergegeven

1. Verstoringszone

- Erosiekrater vloeistofleiding

Vraag 1a: *In NEN 3651 wordt bij een vervangende waterkering de erosiekrater begrensd tot maximaal 25 meter. Wellicht dat bovenstaande berekende erosiekrater dan al van 40 naar 25 meter kan worden aangenomen?*

Antwoord op vraag 1a: Nee. In NEN (2012) wordt bij toepassing van een vervangende waterkering bij een leidingkruising de strekkingslengte van de damwand voor hogedruk vloeistofleidingen begrensd op 25 m. Deze maat is destijds afgeleid bij een kraterstraal van $R_B = 7,5$ m, rekening houdend met 2,5 m omspoeling van de damwand. Bij een erosiekrater groter dan $R_B = 7,5$ m dient bij de integrale faalkansanalyse te worden geverifieerd of de strekkingslengte van de vervangende waterkering aanpassing behoeft. **De begrenzing van de strekkingslengte van de vervangende waterkering mag NIET worden gebruikt om de kraterstraal van 40 m terug te brengen tot 25 m.** Toepassing van de gedetailleerde formule voor R_B uit bijlage A van NEN 3651 kan wel een kleinere en een meer realistische waarde opleveren. Indien er voor de parallelle ligging een vervangende waterkering/erosiescherm (stabiliteitscherm) moet komen, dan moet deze ook verder strekken dan het punt waar leidingen afbuigen van de waterkering of andersom.

- Verwekingszone gasleiding

Vraag 1b: *Op welke manier dient de verwekingszone meegenomen te worden in de beoordeling van de faalmechanismen? Dit lijkt mogelijk een trigger voor zettingsvloeiing, maar wat is de verwachte impact op andere faalmechanismen en hoe dient dit aangetoond te worden?*

Antwoord op vraag 1b: De veiligheidszone is niet bepaald. Waarschijnlijk liggen er 5 van de 7 leidingen in de veiligheidszone, waaronder 2 hogedruk gasleidingen. Daarvan ontbreken nog de grootte van de plastische zone (r) en de elastische zone (E_L). Deze zijn volgens onze globale inschatting ruim 60 m en reiken verder dan 40 m uit de PPS-leiding. De plastische en elastische zone hebben invloed op de water- en korrelspanningen en kunnen een nadelig effect hebben op de macrostabiliteit van de waterkering. De afname daarvan moet in de stabiliteitberekeningen worden verdisconteerd. Voor de bepaling van de elastische zone is eerst een controle nodig van de

verwekingsgevoeligheid van de ondergrond (voor methodiek hiervoor zie pagina 72/73 van NEN, 2012).

- Sluipend lek

Vraag 1c: *Een sluipend lek heeft geen impact op de faalmechanismen als de leiding lager ligt dan de waterstand bij norm. De hogere buitenwaterstand is dan namelijk altijd maatgevend. Een sluipend hoeft niet te worden beschouwd?*

Antwoord op vraag 1c: Voor de binnenwaartse stabiliteit hoeft sluipend lek niet te worden beschouwd. Echter voor de buitenwaartse stabiliteit is dat wel nodig, omdat daarbij een lage buitenwaterstand maatgevend is en een sluipend lek tot een lagere stabiliteitsfactor kan leiden.

2. Stabiliteitsscherm

Vraag 2: *De kosten voor een stabiliteitsscherm zijn ongeveer 7 miljoen euro. Kan door het toepassen van een restbreedte benadering of een conditionele faalkansbenadering worden aangetoond dat een stabiliteitsscherm niet noodzakelijk is?*

Antwoord op vraag 2: Ja, zowel een restprofielbenadering als een integrale faalkansanalyse kunnen daarbij worden toegepast. Het stabiliteitsscherm is in principe een afschermconstructie ter beperking van de impact van de verstoringszones van de leidingen op de faalmechanismen van de waterkering. Aan het stabiliteitsscherm kunnen ook één of meer waterkerende functies worden toegekend. Het scherm moet in dat geval tevens voldoen aan de eisen voor langsconstructies volgens het WBI/OI.

3. Restprofielbenadering

Vraag 3: *Is het mogelijk om een geometrische beoordeling op basis van de restprofielbenadering uit te voeren? Is de restprofielbenadering überhaupt een geschikt instrument voor deze situatie en mag het in dit geval toegepast worden? Kunnen we voor de erosiekrater uitgaan van een trapeziumvorm met een taludhelling van 1:5?*

Antwoord op vraag 3: Ja, vanwege de 27 m brede kruin kan een restprofielbenadering conform het TR Actuele sterkte bij Dijken worden toegepast. Hoe een restprofiel er na het falen van een leiding uit ziet is niet eenduidig vastgelegd. Dat is ook mede afhankelijk van de faaloorzaken/-manieren en gevolgen (verstoringszones) van leidingfalen, dus dat vergt maatwerk. Zo wordt in de praktijk een erosiekrater in het dwarsprofiel vaak geschematiseerd als een trapezium of een ellips. In dit geval lijkt schematisatie van de erosiekrater in het dwarsprofiel als een trapezium met taludhellingen van 1:4 of 1:5 in zand acceptabel.

De vraag is op welke locaties het restprofiel moet worden bepaald. Is dat ook daar waar de leidingen de Maas gaan kruisen? Immers daar liggen de leidingen vermoedelijk dieper (bij een HDD) dan in de veldstrekking. Bovendien komen daar leidingen dicht bij het grondlichaam van de A2 te liggen. Welke leidingen zijn dat? Geadviseerd wordt om meerdere locaties te beschouwen.

Ten aanzien van de beoordeling van de stabiliteit van het restprofiel zal er ook meer bekend moeten zijn over de opbouw van het grondlichaam en de invloed van niet-waterkerende objecten, behorende bij de inrichting van de A2.

4. Faalkansbenadering

Vraag 4: *Wanneer uit de geometrische beoordeling blijkt dat er onvoldoende restprofiel overblijft om de waterveiligheid te borgen kan mogelijk een conditionele faalkansbenadering uitgevoerd worden. Hiervoor is de faalkans van de leiding benodigd. Hoe kan met een conditionele faalkansbenadering een uitspraak over de hoogwaterveiligheid worden gedaan? Welke faalmechanismen moeten worden meegenomen in deze beschouwing?*

Antwoord op vraag 4: Ja, een integrale faalkansanalyse van leidingfalen en dijkfalen past goed in de innovatieve aanpak volgens het Veiligheidsraamwerk K&L (zie hieronder). Voor faalkansen van leidingen in waterkeringen zijn er geen kentallen vastgelegd, maar die kunnen worden afgeleid uit casuïstiek van leidingincidenten en inzet van topexperts op dit gebied. Voor dijkfalen moeten de dominante faalmechanismen worden beschouwd. In de POV K&L worden daarvoor golfoverslag, erosie kruin en binnentalud, macro-instabiliteit en piping in detail uitgewerkt. Mogelijke andere relevante faalmechanismen worden eenvoudiger beoordeeld.

Mogelijke veiligheidsbeoordeling

1. Traditionele aanpak (met damwand)

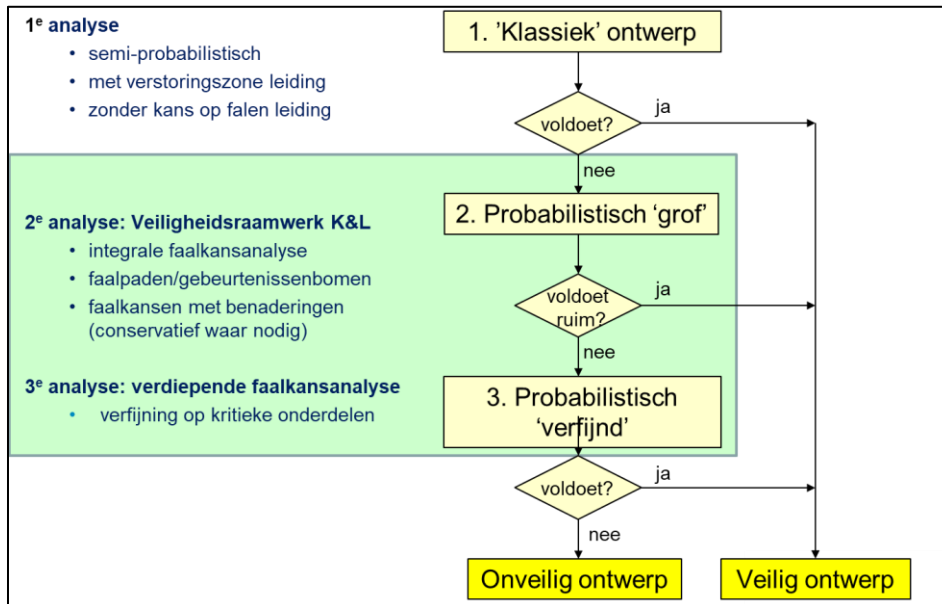
Bij toepassing van een damwandscherm als onderdeel van de primaire waterkering moet deze voldoen aan het WBI/OI. Uitgaande van een damwand in de buitenkruinlijn moet de damwand voldoen aan de eisen voor langsconstructies. De functionele eisen hebben daarbij niet alleen betrekking op Macro-instabiliteit buitenwaarts (STBU), maar ook op Graserosie buitentalud (GEBU), Golfoverslag, erosie kruin/binnentalud (GEBI) en eventueel ook Piping (STPH). De damwand heeft dan vanwege de aanwezigheid van de parallelle leidingen aan de buitenzijde ook een functie als afschermconstructie, die qua sterkte en stabiliteit tevens moet worden gedimensioneerd op de aanwezigheid van de verstoringzones van de verschillende leidingen.

2. Innovatieve aanpak (mogelijk zonder damwand)

Voor de situatie zonder damwand kan aan de hand van het Veiligheidsraamwerk Kabels & Leidingen (K&L) worden bepaald wat de faalkansbijdrage van leidingfalen aan de dijkfaalmechanismen is.

Het Veiligheidsraamwerk K&L is een nog conceptuele rekenmethodiek die speciaal is ontwikkeld voor de integrale veiligheidsbeoordeling van waterkeringen met kabels en leidingen volgens de nieuwe normering op basis van overstromingskansen. Voor de eisen aan de leiding benutten we de ruimte die de NEN 3650 serie biedt om een faalkansbenadering toe te passen. De systematiek van het Veiligheidsraamwerk K&L biedt de mogelijkheid om rekening te houden met zaken zoals een 'sluipend lek', waarvoor in de NEN (2012) geen formules zijn opgenomen om de bijbehorende verstoringzone te bepalen. In de aanpak werken we van grof naar fijn. Voor de invloed van een sluipend lek gaan we in eerste instantie bijvoorbeeld uit van de conservatieve aanname dat de ondergrond voor 100%

verzadigd is. Onderstaand een grafische weergave van de verschillende stappen van het veiligheidsraamwerk:



Het Veiligheidsraamwerk K&L is in samenwerking met Rijkswaterstaat, Deltares en de POV K&L tot stand gekomen. Vanuit de POV K&L testen we het Veiligheidsraamwerk K&L in dijkversterkingsprojecten. De kwaliteitsborging wordt verzorgd door een aantal externe reviewers, het ENW (Expertise Netwerk Waterveiligheid) en de NEN Normcommissie (met advies van de NEN Werkgroep 1 Ontwerp).

Advies

De veiligheidsbeoordeling van het grondlichaam van de A2 te Wessem, inclusief de aanwezige parallelle leidingen kan worden uitgevoerd volgens de traditionele aanpak (1) of een innovatieve aanpak (2).

1. De traditionele aanpak voorziet in toepassing van een damwand in de buitenkruinlijn, die voldoet aan de veiligheidseisen voor langconstructies volgens het WBI/OI en tevens voldoet als afschermconstructie als gevolg van leidingfalen.
2. Bij de innovatieve aanpak wordt mogelijk geen damwand toegepast en wordt aan de hand van het Veiligheidsraamwerk K&L nagegaan wat de invloed van leidingfalen op de dijkfaalmechanismen is. De restprofielbenadering en de kans op leidingfalen zijn daar een onderdeel van. Andere (innovatieve) oplossingen dan een damwand behoren tot de mogelijkheden. Gezien het feit dat het Veiligheidsraamwerk K&L nog niet is vrijgegeven voor algemeen gebruik, dient de toepassing vanuit de POV K&L begeleid te worden. Hiertoe kunnen nadere afspraken gemaakt worden tussen het HDSR en de POV K&L. Vanuit de POV K&L staat de uitnodiging open om samen tot een uitwerking te komen. Dit maakt het mogelijk om op die manier tevens kennis en ervaring te ontwikkelen voor deze werkwijze.

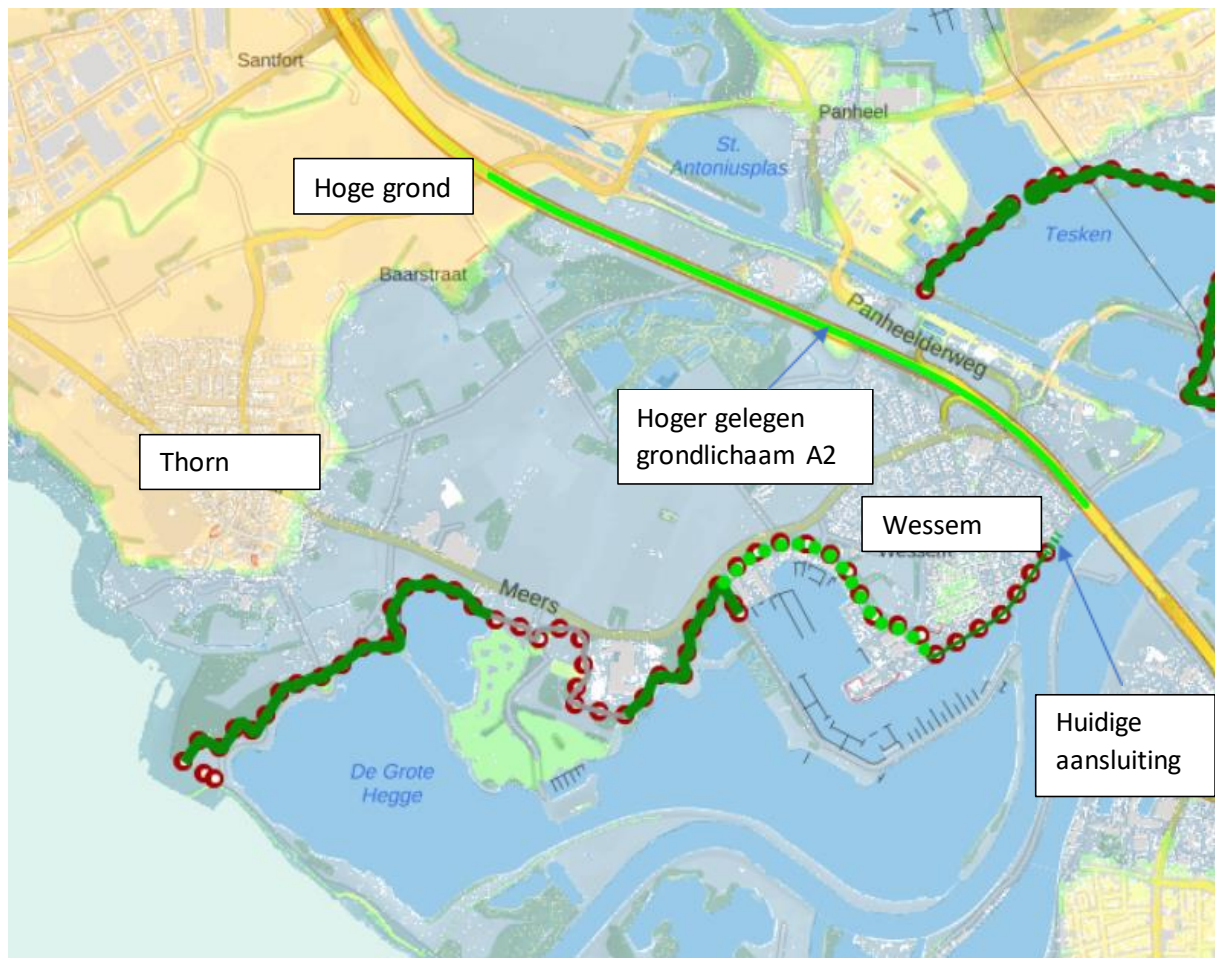
Bijlage:

- Adviesvraag Wessem (met toelichting casus), 9 mei 2019

Bijlage: Adviesvraag Wessem (met toelichting casus), 9 mei 2019

Anleiding

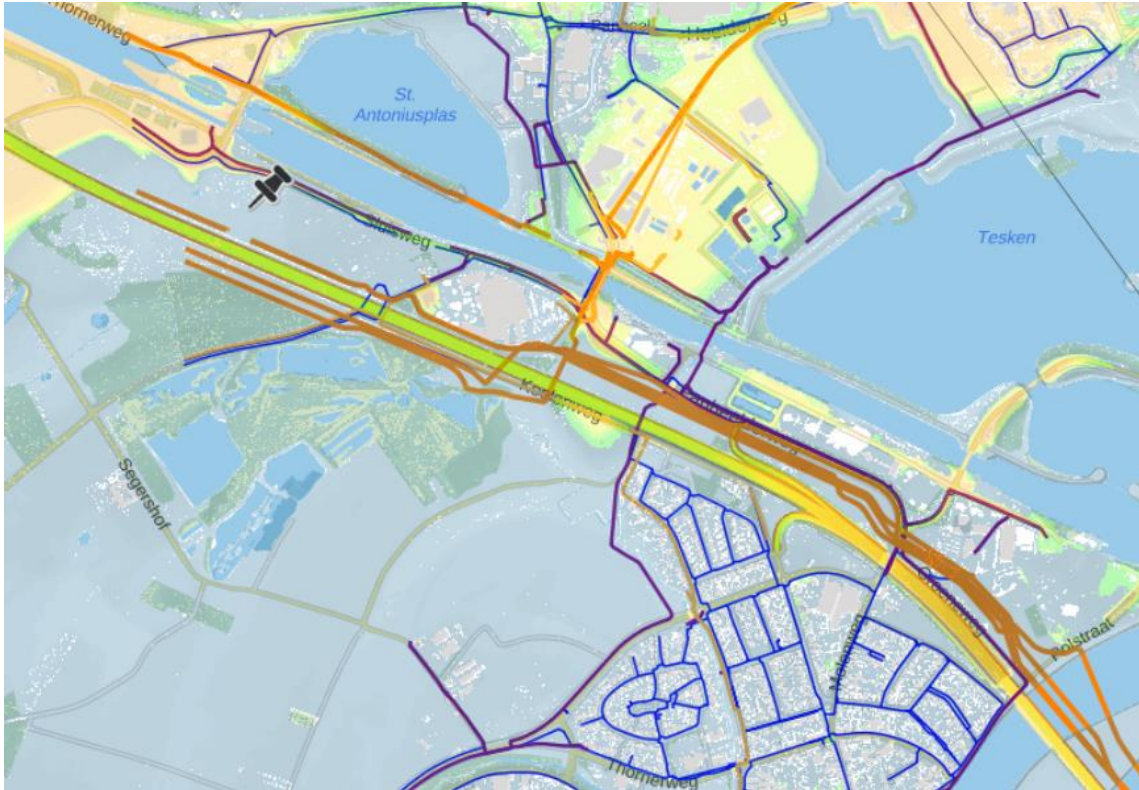
Binnen het HWBP Noordelijke Maasvallei wordt dijktraject Thorn-Wessem (DT-79-1) versterkt. Mogelijk onderdeel van deze versterking is een aansluiting op hoge grond via het grondlichaam van de A2 te Wessem. Zie onderstaand figuur.



Om gebruik te kunnen maken van het grondlichaam dient aangetoond te worden dat de hoogwaterveiligheid geborgd is. Aangezien parallel aan het grondlichaam van de A2 verschillende leidingen liggen, zie onderstaand figuur, moet beschouwd worden of deze leidingen de hoogwaterveiligheid in gevaar brengen. In bijgevoegd Excel bestand staan de verstoringszones van alle parallel gelegen leidingen. Vooralsnog is in de verkenning uitgegaan van een stabiliteits scherm in de binnenteen van de A2 om het grondlichaam te beschermen tegen het eventueel falen van een leiding. De kosten voor dit stabiliteits scherm zijn ongeveer 7 miljoen euro. Door het toepassen van een restbreedte benadering of een conditionele faalkansbenadering kan wellicht worden aangetoond dat een stabiliteits scherm niet noodzakelijk is.

Onderstaande afbeelding is een inventarisatie van maatgevende K&L (weergegeven in oranje kleur)

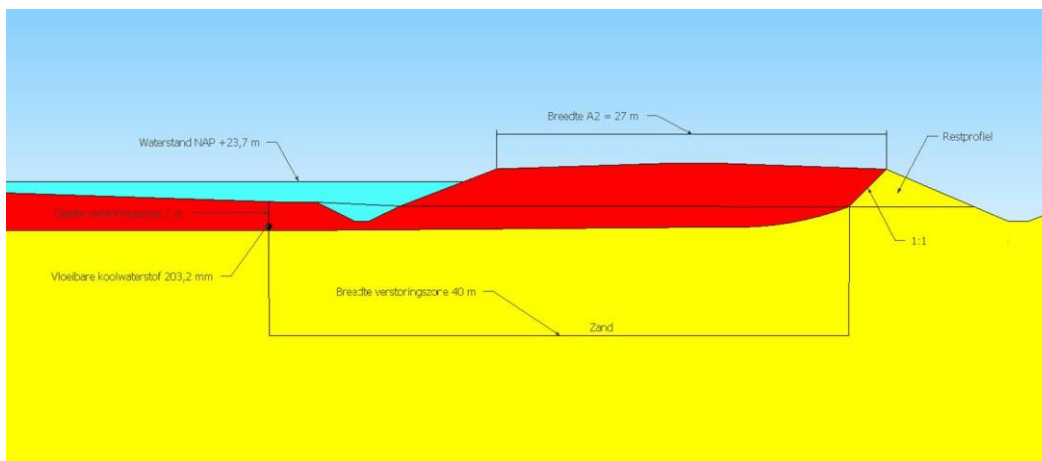
Maatgevend is een koolwaterstofleiding van PPS.



Het WBI en de NEN3650/3651 gaan alleen in op een straal van de ersoiekrater. In deze casus is met name het resterende restprofiel belangrijk om al te kunnen aangeven of het grondlichaam voldoet.

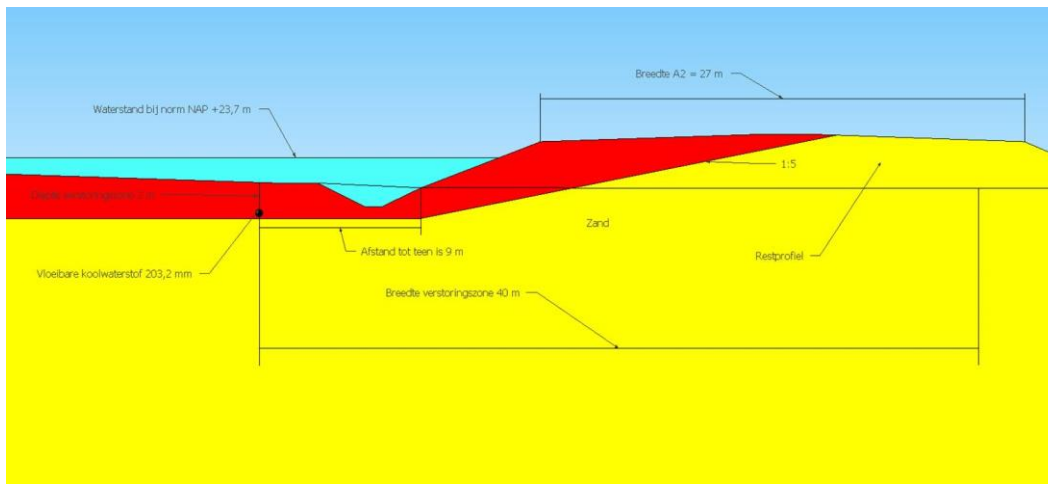
Mogelijk kan een geometrische beoordeling gedaan worden. Hiervoor is een realistische bepaling van het restprofiel nodig, zie onderstaand suggesties.

Conservatief scenario



Echter als we de NEN3651 beschouwen in kader van bijvoorbeeld een vervangende waterkering irt de erosiekrater, dan is deze begrensd tot maximaal 25 meter. Wellicht dat bovenstaande berekende erosiekrater dan al van 40 naar 25 meter kan worden aangenomen?

Optimistisch scenario



Vervolgens dient beschouwd te worden of het restprofiel voldoende stabiel is om de hoogwaterveiligheid te borgen. Aangezien de taluds na een afschuiving niet stabiel zijn kan mogelijk een 'Restbreedte bij Overhoogte' toegepast worden, zie bijgevoegd TR Actuele sterkte van dijken. In het conservatieve scenario is er onvoldoende restbreedte aanwezig. Bij het optimistische scenario is er waarschijnlijk wel voldoende restbreedte aanwezig. Is de 'Restbreedte bij Overhoogte' benadering überhaupt een geschikt instrument voor deze situatie en mag het in dit geval toegepast worden? EN hoe ziet een realistisch restprofiel na het falen van een leiding eruit?

Conditionele faalkansbenadering

Wanneer uit de geometrische beoordeling blijkt dat er onvoldoende restprofiel overblijft om de waterveiligheid te borgen kan mogelijk een conditionele faalkansbenadering uitgevoerd worden. Hiervoor is de faalkans van de leiding benodigd. Hoe kan met een conditionele faalkansbenadering een uitspraak over de hoogwaterveiligheid worden gedaan? Welke faalmechanismen moeten worden meegenomen in deze beschouwing?