

NOTITIE

Onderwerp	Erosiekraterberekening effluentleiding AWZI Haarlem Waarderpolder
Project	AWZI Haarlem Waarderpolder
Opdrachtgever	Hoogheemraadschap Rijnland
Projectcode	135467
Projectleider	Ir. J.F. Kramer
Status	Definitief
Datum	16 december 2025
Referentie	135467/25-019.810

Auteur(s)	Ir. O. Bakker, ir. S. de Roos
Gecontroleerd door	Ing. B. Van der Linde, ir. V.N. Kramer
Goedgekeurd door	Ir. J.F. Kramer
Paraaf	

Bijlage(n)	-
------------	---

Aan	Hoogheemraadschap van Rijnland
Kopie	-

1 INTRODUCTIE

1.1 Projectbeschrijving

De huidige AWZI heeft een capaciteit van 224.000 i.e. en verwerkt water uit de gemeenten Haarlem, Zandvoort, Aerdenhout en Spaarndam. De huidige zuivering is echter sterk verouderd en het effluent voldoet niet meer aan de nieuwe lozingseisen. De nieuwbouw van de waterlijn op de AWZI moet er voor zorgen dat de AWZI in 2029 voldoet aan de nieuwe normen van de lozingseisen.

Een onderdeel van de nieuwe de AWZI is een biologische zuivering, dit onderdeel bestaat onder andere uit Neredareactoren. Het afloopwater van de Neredareactoren stroomt onder vrijval naar de effluentbuffer in het Nabehandelingsgebouw via de effluentleiding. De effluentleiding ligt in de buitenbeschermingszone van de primaire kering.

1.2 Doel

Het doel van deze notitie is om een inzicht te geven in de gevolgen van het falen van de nieuwe effluentleiding op de regionale waterkering.

1.3 Referenties

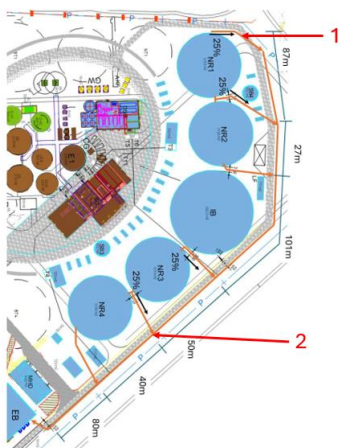
- 1 NEN (2020), NEN-3651, Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken.
- 2 Witteveen+Bos, Hydraulische berekening biologische zuivering, d.d. 24 juni 2024.
- 3 Hoogheemraadschap van Rijnland (2024), Waterschapsverordening, d.d. 01-11-2024, verkregen van: <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR702806?>
- 4 NEN (2020), NEN-3650, Eisen voor buisleidingsystemen.
- 5 Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007), Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen, d.d. september 2007.
- 6 STOWA, IPO en UvW (2014), Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen, d.d. voorjaar 2015.
- 7 Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid, 2017.

2 BESCHOUWING EROSIEKRATER

2.1 Uitgangspunten

De erosiekraterberekeningen worden voor 2 locaties in de effluentleiding doorgerekend: de locatie in de leiding met de grootste drukhoogte (locatie 1, afbeelding 2.1) en de locatie in de leiding met het grootste debiet (locatie 2, afbeelding 2.1). De inputdata voor de berekeningen is weergegeven in tabel 2.1. Voor de berekening wordt conservatief aangenomen dat de middellijn van het door een lek/breuk veroorzaakte gat in de leiding bij falen gelijk is aan de uitwendige diameter [ref. 1].

Afbeelding 2.1 Hydraulische situatie en maatgevende locaties berekening erosiekrater effluentleiding [ref. 2]



Tabel 2.1 Input erosiekraterberekening [ref. 2]

Variabele	Beschrijving	Locatie 1 (grootste drukhoogte)	Locatie 2 (grootste debiet)
D_i [m]	inwendige diameter	0,59	2,0
D_o [m]	uitwendige diameter	0,63	2,2
d_g [m]	middellijn van het door lek of breuk veroorzaakte gat in de leiding	0,63	2,2
H [m]	gronddekking	1,20	1,20

Variabele	Beschrijving	Locatie 1 (grootste drukhoogte)	Locatie 2 (grootste debiet)
h [mwk]	drukhoogte	4,70	4,26
Q [m3/h]	debiet	3.175	12.700
ρ [kg/m ³]	dichtheid effluent	1.000	1.000
g [m/s ²]	versnelling	9,81	9,81

2.2 Erosiekraterberekening

De erosiekraterberekening wordt uitgevoerd conform NEN-3651 [ref. 1], waarbij per locatie de diepte van de ontgrondingskuil D_K en de straal van de erosiekrater R_b berekend wordt middels de volgende formules:

$$R_b = 7,8 d_g \left(\frac{P}{\rho g^{1,5} \mu d_g^{3,5}} \right)^{0,243}$$

Waarbij:

- P = hydraulisch vermogen van de uitstroom in W , berekend met $P = \rho g Q h$
- μ = afvoercoëfficiënt [-], berekend met $\mu = 0,0002 h^2 - 0,02 h + 1$

$$D_K = 1,2(D_O + H)$$

2.3 Resultaten

De resultaten van de erosiekraterberekeningen zijn weergegeven in tabel 2.2. De grootste erosiekrater treedt op bij locatie 2, ten gevolge van het hoge debiet.

Tabel 2.2 Resultaten erosiekraterberekening

Locatie	Diepte ontgrondingskuil D_K [m]	Straal ontgrondingskuil R_b [m]
1	2,20	7,97
2	4,08	13,11

3 BESCHOUWING WATERVEILIGHEID

3.1 Inleiding en uitgangspunten

De nieuwe leiding is groot in omvang en ligt dicht bij de beschermingszone van de waterkering.

In dit hoofdstuk worden twee beschouwingen gedaan:

- 1 check of er vanuit NEN3650 en NEN3651 aanvullende eisen voor de pijpleiding komen;
- 2 beschouwing of de ligging en het leidingontwerp zorgen voor een verhoogd waterveiligheidsrisico t.b.v. de vergunningsaanvraag. In de Leidraad toetsen op veiligheid Regionale waterkeringen [ref. 6] wordt verwezen naar VTV2006. Deze richtlijn is vervangen door WBI2017, daarom is WBI2017 gebruikt als richtlijn [ref. 7].

Het Hoogheemraadschap van Rijnland (HHR) is bevoegd gezag. O.b.v. Artikel 14.5 uit de waterschapsverordening van HHR [ref. 3] dient een vergunningsaanvraag te worden gedaan voor de nieuwe leiding.

Afbeelding 3.1 laat de ligging van de nieuwe leiding zien t.o.v. de waterkering en bijbehorende leggerdefinities. De rode cirkels zijn de ontgrondingskuilen zoals berekend in hoofdstuk 2.

Afbeelding 3.1 Ligging nieuwe leiding en ontgrondingskuil op Locatie 1 t.o.v. begrenzing kernzone (geel), PVVR (roze, 6,5 m vanaf kernzone), beschermingszone (oranje, 11 m vanaf kernzone) en buitenbeschermingszone (oranje gestreept, 61 m vanaf kernzone) van de waterkering



3.1.1 Uitgangspunten

- in dit hoofdstuk wordt enkel het stuk nieuwe leiding parallel aan dijkvak 208-042-00005 beschouwd (afbeelding 3.1 rechts) aangezien deze locatie voor waterveiligheid maatgevend is. De cilindervormige tanks en de verlaten leiding welke in de buitenbeschermingszone liggen, zijn niet beschouwd omdat deze niet vergunningsplichtig zijn [paragraaf 14.2.1 uit waterschapsverordening ref. 3];
- dit hoofdstuk beschrijft de aanleg en gebruiksfase van de nieuwe leiding;
- de nieuwe leiding wordt aangelegd d.m.v. open ontgraving;
- de nieuwe leiding wordt aangelegd conform de richtlijn boortechnieken (versie: juni 2019-v1.0) van Rijkswaterstaat;
- de nieuwe leiding heeft een diameter > 500 mm en een druk < 10 bar;
- de radius van de ontgrondingskuil van Locatie 1 geldt voor het maatgevende stuk nieuwe leiding (parallel aan de waterkering zoals zichtbaar in de rechter kaart in afbeelding 3.1). Hoewel de straal van de krater van locatie 2 uit tabel 2.2 groter is dan van Locatie 1, is toch Locatie 1 maatgevender voor waterveiligheid. De afstand van de rand van de krater tot de kernzone en stabiliteitszone van het profiel van vrije ruimte is bij profiel groter.

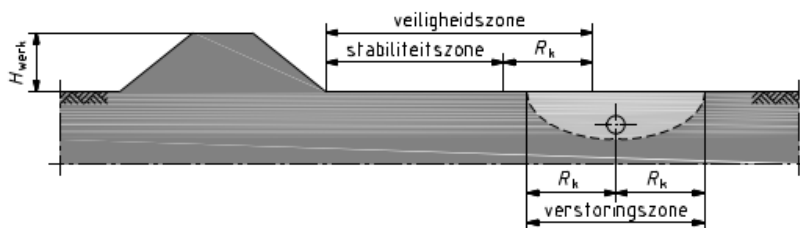
3.1.2 Stabiliteitszone, veiligheidszone en verstoringszone

De stabiliteitszone is de terreinstrook naast het waterstaatswerk die wordt bepaald door het faalmechanisme STBI van het waterstaatswerk. Aangenomen wordt dat het PVVR deze ruimtereservering voor STBI bevat en daarmee dat het PVVR kan worden gehanteerd als stabiliteitszone. Het PVVR ligt 6,5 m uit de binnenteen.

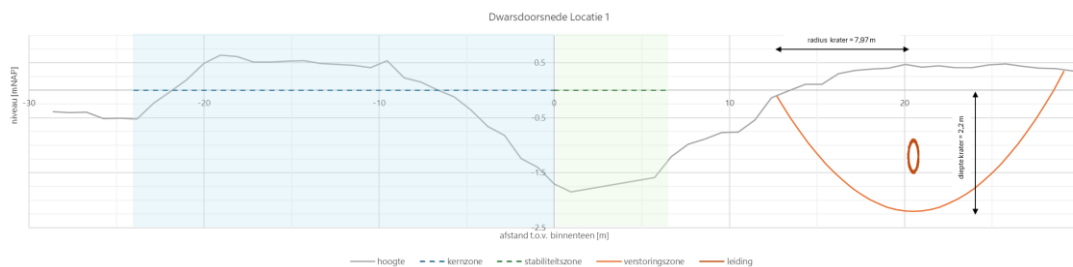
De veiligheidszone = de stabiliteitszone + de straal van de ontgrondingskuil/erosiekrater. Voor de ligging van het leidingontwerp komt deze op 14,5 m uit de binnenteen.

De verstoringszone = 2 x straal ontgrondingskuil/erosiekrater = 2 x 8 m (tabel 2.2) = 16 m breed.

Afbeelding 3.2 Parallelle leiding ligt buiten de veiligheidszone & de verstoringszone van de parallelle leiding ligt buiten de stabiliteitszone



Afbeelding 3.3 Projectie van Afbeelding 3.2 maar dan locatie specifiek en op schaal



3.2 Toepassingsbereik NEN 3651 en NEN 3650

- NEN 3651 is niet van toepassing: de verstoringszone van de parallelle leiding ligt buiten de stabiliteitszone van de waterkering (afbeelding 3.1 en paragraaf 3.1.2);
- NEN 3650;
 - voor watertransport dat niet belastend is voor het milieu (tabel A.2 van NEN 3650) hoeft alleen de waterstaatkundige veiligheid te worden beschouwd, waarvoor verwezen wordt naar NEN 3651. Aangezien de nieuwe leiding buiten het toepassingsbereik van NEN 3651 valt, valt deze voor de waterstaatkundige veiligheid ook buiten het toepassingsbereik van NEN 3650.

3.3 Beoordeling leidingontwerp t.a.v. waterveiligheid

Voor de waterveiligheidsbeoordeling van leidingen nabij de waterkering is de stabiliteitszone van belang. Als de ligging van het leidingontwerp + erosiekrater deze stabiliteitszone niet raken, is de bijdrage van de leiding aan de faalkans van de waterkering verwaarloosbaar klein. Dit wordt ook zo in de Eenvoudige Toets van het WBI2017 beschreven [ref. 7].

De rechter kaart van afbeelding 3.1 en paragraaf 3.1.2 laten zien dat de ligging van het leidingontwerp + erosiekrater de stabiliteitszone van de waterkering niet raken.

4 CONCLUSIE BESCHOUWING WATERVEILIGHEID

Aangezien de ligging van het leidingontwerp + erosiekrater de stabiliteitszone van de waterkering niet doorsnijdt, is de faalkansbijdrage op de waterkering van de maatgevende ligging van het leidingontwerp verwaarloosbaar klein. Daarbij valt de ligging van het leidingontwerp buiten het toepassingsbereik van de NEN3650 en de NEN3651. Er worden vanuit deze normen dus geen aanvullende eisen meegegeven aan het leidingontwerp.