

MINIMALE STABILITEITSEISEN, TE STELLEN AAN GEDEELTEN
WATERKERING WAARLANGS NOODGEDWONGEN HOGEDRUKLEIDINGEN
($p > 10 \text{ bar}$) WORDEN GELEGD BINNEN DE VEILIGHEIDSZÔNE.

1. Inleiding.

Volgens de Pijpleidingcode moet het leggen van hogedrukleidingen in de langsrichting van de waterkering binnen de veiligheidszône in principe worden voorkomen, dit in tegenstelling tot niet te vermijden kruisingen.

Soms is het echter ruimtelijk gezien niet goed mogelijk om, het leggen van hogedrukleidingen binnen de veiligheidszône tegen te gaan.

Daar de aanwezigheid van een dergelijke pijpleiding binnen deze zône een extra risico introduceert terzake van de veiligheid zoals ook voor kruisingen het geval is, zal in het volgende worden gezien welke eisen dienen te worden gesteld, naast de reeds geldende berekeningseis, om het additionele risico binnen de gestelde grens van maximaal 10% van het overstromingsrisico te houden.

Deze 10% is bedoeld voor alle zogenaamde vreemde objecten (dus niet alleen voor pijpleidingen).

2. Benaderingswijze.

Als scenario wordt gekozen een dijkkring met een dijk lengte van 70 km en een overschrijdingskans van het ontwerppeil van 10^{-4} per jaar.

Aangenomen wordt dat over de volle lengte een hogedrukleiding wordt gelegd binnen de veiligheidszône.

Hiermee worden alle leidingsecties binnen deze zône geacht, te zijn verdisconteerd.

Bezien wordt vervolgens voor verschillende soorten leidingen (vloeistof en gas) welke eisen i.v.m. de stabiliteit gesteld moeten worden.

3. Berekening.

a. Vloeistofleiding.

Bij breuk van een vloeistofleiding binnen de veiligheidszône ontstaat een erosiekrater, met als gevolg een aantasting van de stabiliteit. Deze aantasting zal naar verwachting ernstig worden indien de erosiekrater afmetingen verkrijgt ter grootte van de afmeting van een glijvak.

Deze laatste maat kan worden aangehouden op 30 à 60 m.

Uitgegaan wordt nu van de kans op een lekkage welke een erosiekrater geeft met afmeting groter dan $\varnothing 28 \text{ m}$.
(Dus $R_B > 14 \text{ m}$).

Uitgegaan wordt van een cirkelvormige krater. Een ellipsvormige krater komt bij stalen leidingen slechts bij hoge uitzondering voor.

Volgens de "Verkenning risico-analyse voor hogedruk-leidingen" is de kans op een dergelijk lek te stellen op $0,02 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar.

Voor 70 km leiding is de kans dat ergens een dergelijk lek optreedt, te stellen op:

$$70.000 \times 0,02 \cdot 10^{-6} = 0,14 \cdot 10^{-2} \text{ p.jr.}$$

De gevonden kans is niet zonder meer de kans, dat als gevolg van het ontstaan van een dergelijk lek ook een afschuiving optreedt.

Daar de dijk een zekere veiligheid heeft tegen afschuiving, behoeft dit niet altijd het geval te zijn. Er zal dus moeten worden gezien, wat bij de na erosie resterende evenwichtsfactor de conditionele kans is op afschuiven, teneinde daaruit de kans te vinden dat lekkage met als gevolg afschuiving optreedt.

De kans op stabiliteitsverlies van een dijk kan worden gevonden uit de zogenaamde betrouwbaarheidsindex β . Deze heeft de vorm:

$$\beta = \frac{1 - \frac{1}{\bar{F}}}{V_{mo}}$$

$\bar{F}$ = de evenwichtsfactor bij gemiddelde waarden voor de grondparameters.

V_{mo} = de variatiecoëfficiënt van het opneembaar moment. (V_{ma} van het aandrijvend moment wordt hierbij, wegens de geringe invloed daarvan, verwaarloosd).

Voor V_{mo} wordt als representatieve waarde aangehouden 8% (=0,08).

$\bar{F}$ wordt gevarieerd van 1,2 tot 1,7.

$\bar{F} = 1,2$	$\beta = 2,08$	$p = 2 \cdot 10^{-2}$
$\bar{F} = 1,3$	$\beta = 2,88$	$p = 2 \cdot 10^{-3}$
$\bar{F} = 1,35$	$\beta = 3,24$	$p = 5 \cdot 10^{-4}$
$\bar{F} = 1,4$	$\beta = 3,57$	$p = 1,5 \cdot 10^{-4}$
$\bar{F} = 1,5$	$\beta = 4,16$	$p = 1,5 \cdot 10^{-5}$
$\bar{F} = 1,6$	$\beta = 4,69$	$p = 2 \cdot 10^{-6}$
$\bar{F} = 1,7$	$\beta = 5,14$	$p = 4 \cdot 10^{-7}$

De toelaatbare kans op stabiliteitsverlies kan worden gevonden uit het criterium dat het additioneel risico maximaal 10% van het inundatierisico van 10^{-4} p.jr. is 10^{-5} p.jr. mag bedragen.

Nu moet de kans $P_{lek} \cdot P_{instab.}/gegeven lek \leq 10^{-5}$

$$P_{lek} = 0,14 \cdot 10^{-2} \text{ p.jr.}$$

Hieruit volgt :

$$P_{inst./geg.l.} \leq \frac{10^{-5}}{0,14 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-3}.$$

De gevonden kans is beschikbaar voor alle vreemde objecten. Dit betekent dat slechts een deel, uitgegaan wordt van 1% additioneel risico, kan worden benut voor hogedrukleidingen. Dit aandeel wordt dan nog weer verdeeld in de helft voor kruisingen * en de helft voor langsleidingen, binnen de veiligheidszone zodat resteert:

$$7,14 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} \cdot \frac{1}{2} = \approx 3,5 \cdot 10^{-4}.$$

Aan de gevonden voorwaarde wordt voldaan indien als eis wordt gesteld dat leidingen, welke een ontgrondingskuil kunnen veroorzaken van ≥ 28 m of meer ($R_B > 14$ m), mogen worden gelegd binnen de veiligheidszone van een dijk, indien de evenwichtsfactor daarvan, uitgerekend met ontgrondingskuil (R_B) 1,35 of groter is.

b. Gasleidingen.

Bij gasleidingen zijn twee aspecten aan de orde namelijk: - erosiekraters en
- verwekingszones.

Erosiekraters.

De kans op een erosiekrater groter dan 28 m (R_L) is hier te stellen op $0,5 \cdot 10^{-6}$ p.m.p.jr.

Dus voor de dijkring $70.000 \cdot 0,05 \cdot 10^{-6} = 0,35 \cdot 10^{-2}$ p.jr.

Hieruit volgt:

$$P_{inst./geg.l.} \leq \frac{10^{-5}}{0,35 \cdot 10^{-2}} \cdot 10^{-1} \cdot \frac{1}{2} = \approx 1,5 \cdot 10^{-4}.$$

Hieraan wordt voldaan bij evenwichtsfactoren, uitgerekend met erosiekrater van 1,4 of groter.

* Hier wordt een ideale situatie beschreven. Uit voornoemde "Verkenning enz." blijkt dat kruisingen reeds vele procenten add.risico opleveren.

Verwekingszônes.

Een verwekingszône ontstaat als gevolg van explosie.
De kans hierop is te stellen op:

$$0,05 \cdot 10^{-6} \text{ p.m.p.jr.}$$

Dit is hetzelfde als voor erosiekraters.

Als eis kan dan ook gesteld worden, dat rekeninghoudend met de grondverweking als gevolg van de explosie de evenwichtsfactor groter of gelijk aan 1,4 dient te zijn.

's-Gravenhage, 11 mei 1987.