

Aan Waterschapsbedrijf Limburg

Van Kragten

Betreft Ontwerpnota verlegging persleiding Velden
WBL-projectnr. 27056
Kragten-projectnr. WBL084

Datum 25 mei 2016

1. Inleiding

Een gedeelte van de DN500 mm rioolpersleiding Velden (nr. 27.56) van Waterschapsbedrijf Limburg (WBL) is bezweken in de omgeving van de lokaal aanwezige waterkering langs rivier de Maas. Naar aanleiding daarvan is besloten de persleiding vanaf Rioolgemaal (RG) Velden over ca. 350 meter lengte te vervangen en daarbij in een nieuw tracé te leggen. Ten behoeve van de verlegging van de rioolpersleiding is een ontwerp opgesteld inclusief de kruising van de waterkering langs de Maas. De nieuwe persleiding met diameter DN 630 mm uitwendig vervangt een DN500 mm persleiding bestaande uit asbestcement buizen. De waterkering is in eigendom en beheer bij Waterschap Peel en Maasvallei (WPM). Een belangrijk deel van de ontwerpaspecten is benoemd in de rapportage van de sterkteberekening welke als bijlage bij deze ontwerpnota is gevoegd. Deze nota bundelt alle uitgangspunten, gaat in op een aantal hoofdontwerpaspecten en geeft de benodigde overwegingen en onderbouwing weer.

2. Ontwerputgangspunten en overige randvoorwaarden:

2.1 Algemeen

De normen uit de NEN3650-3651 serie zijn van toepassing op het ontwerp waar de leiding binnen de veiligheidszones van de waterkering ligt en stellen randvoorwaarden voor onderhavige leiding. Een groot deel van het projectgebied is op voorhand binnen de veiligheidszones gelegen. Bovendien is aangegeven door het waterschap Peel en Maasvallei dat in de toekomst de waterkering in het projectgebied verplaatst kan worden. Op dat moment zullen de veiligheidszones van de waterkering verschuiven waardoor andere delen van de nieuwe leidingsectie onder de NEN3650 en 3651 normen komen te vallen. Daarom is in overleg met Waterschapsbedrijf Limburg en het waterschap Peel en Maasvallei de keuze gemaakt de gehele verlegging uit te voeren op basis van NEN 3650 en 3651.

Wij verwijzen bij deze in volledigheid naar deze normen en zullen in deze nota alleen waar nodig op specifieke onderdelen van genoemde normen ingaan.

Daarenboven hebben het Waterschapsbedrijf Limburg en Waterschap Peel en Maasvallei mede op basis van het van toepassing zijnde beleid diverse randvoorwaarden gesteld alsmede zijn hiertoe locatiespecifieke afspraken gemaakt. De randvoorwaarden en uitgangspunten voor het ontwerp zijn onderstaand verwoord.

2.2 Uitgangspunten leiding en waterkering

1. De waterkering in het plangebied nabij rivier de Maas is een primaire waterkering.
2. Uitgangspunt voor het ontwerp van de leiding ter plaatse van de kruising van de waterkering is het toekomstige profiel van de waterkering. De waterkering zal in de komende jaren versterkt en daarbij verhoogd (en verbreed worden). De doorsnede van de dijk in tekening nr. 2016-0288 (bijlage 1) geeft informatie over de ligging van het PVVR

(Profiel Van Vrije Ruimte; een ruimtereservering voor de waterkering) in het gehele plangebied.

- De toekomstige dijktafelhoogte bedraagt NAP +17,90 m.
 - De kruinhoogte van de huidige dijk is NAP +18,56 m.
 - De ontwerpwaterstand (bij hoogwater Maas) bedraagt NAP +18,06 m.
3. Verder is van belang dat het waterschap in de toekomst kwelschermen wil aanbrengen nabij de teen van de dijk. Om dit mogelijk te kunnen maken moet de kruin van de nieuwe leiding tenminste 1,75 meter onder maaiveld komen te liggen.
De maat van 1,75 meter is opgebouwd uit 1,5 meter gronddekking en daaronder 0,25 m vulzand direct boven op de buis. De 1,5 m grond is de minimumdikte die het waterschap nodig heeft. Het zand daaronder heeft zowel een sterkte-technische functie als signaalfunctie en extra veiligheid (sdiepte) voor de leiding bij het toekomstig graafwerk.
 4. De hoogte van het bestaande maaiveld ter plaatse van de nieuwe dijk kruising is ca. NAP+15,25 à +15,75 m.
 5. De inwendige diameter van de nieuwe persleiding dient tenminste 500 mm te bedragen (conform de bestaande AC-persleiding).
 6. Vloeivlak c.q. lengteprofiel van de nieuwe persleiding is aangeduid in tekening nr. 2016-0288 revisie 2 d.d. 25-05-2016 van Kragten.
 7. De werkdruk van de persleiding bedraagt maximaal 0,18 MPa aldus de opgave van de OG. Daarmee wordt de leiding conform NEN 3651 geclassificeerd als een lage druk leiding. Er zijn voorzieningen in de rioolgemalen om waterslag tegen te gaan.
 8. Het maximale afvoerdebiet door de leiding bedraagt 1000 m³/h (dit is de toekomstige afnameverplichting + 10%).
 9. De beide 45 graden bochten aan de zuidzijde van het projectgebied dienen buiten de veiligheidszone van de waterkering aangelegd te worden.
 10. Mediumvoerende leiding toepassen.
 11. Toepassing van een mantelbuis als 2^e vloeistofkering in plaats van een damwand is niet toegestaan.
 12. De buizen en bochtstukken waaruit de nieuwe leidingsectie wordt opgebouwd, worden door middel van spiegellassen trekvast gekoppeld of evt. door middel van flenzen ter plaatse van de aansluiting van nieuw op bestaand werk.
 13. De lasrillen aan de binnenzijde van de leiding moeten worden weggefreest.
 14. De spiegellassen worden alle gekeurd.
 15. Bochten toepassen met straal $R > 1,5 \cdot D_{\text{inw}}$.
 16. Verkeersbelasting voor de berekening van de leiding:
 - De verkeersbelasting is aangehouden conform NEN 3650 paragraaf C.5. De verkeersbelasting ter plaatse van wegkruisingen is bepaald op basis van grafiek II. Op de verkeersbelasting is een veiligheidsfactor van 1,35 van toepassing.
 - Ter plaatse van de dijk kruising is een afwijkende verkeersbelasting aangehouden van 13,3 kN/m². Dit is de verkeersbelasting die het Waterschap Peel en Maasvallei aanhoudt voor haar onderhoudsvoertuigen. Deze verkeersbelasting wordt aangehouden tot 5 meter uit de teen van de leiding. In belastingcombinatie II mag conform NEN 3650-3 paragraaf 8.5.4.2 worden uitgegaan van de langeduurwaarde van de elasticiteitsmodulus (E' , zie paragraaf 2.4) en de helft van de verkeersbelasting om de spanningen uit grond (lange duur) en verkeer (korte duur) te kunnen combineren.
 17. In overleg tussen het Waterschap Peel en Maasvallei en Waterschapsbedrijf Limburg is besloten om de leiding in open sleuf (incl. ter plekke van de dijk) aan te leggen en een damwand als zijnde vervangende waterkering in de zin van NEN3651 toe te passen.
 18. Aanleg in open sleuf. De toegestane maximale sleufbreedte bedraagt: 1,5 m ter hoogte van de as van de buis.
 19. Technische specificaties en uitgangspunten dienen te zijn conform NEN3650, 3651 en bovendien conform de invoer van de berekeningen zoals opgenomen in bijlage 2.
 20. Importantiefactor van de waterkering bedraagt 0,8.

2.3 Uitgangspunten vervangende waterkering (damwand)

21. De planperiode en daarmee de levensduur van een damwand als vervangende waterkering in de grond dijk wordt gesteld op 100 jaar.
22. Voor de sterkte en stabiliteitsberekening van genoemde damwand dient rekening gehouden te worden met afroesting van de damwand van 0,005 mm per jaar conform NEN 3651,

waardoor in de berekening de totale profieldikte van het toe te passen damwandprofiel verminderd moet worden met 1 mm. Dientengevolge verslechteren de materiaal c.q. damplankeigenschappen, welke ten behoeve van de damwandberekeningen daarom in de berekeningen gereduceerd moeten worden.

23. De damwand wordt voorzien van een overmaatse sparing waar de leiding in verticale zin excentrisch doorgevoerd wordt, zodat dat de leiding na zetting niet op de damwand zal dragen.
24. Het toepassen van verankering van de damwand is niet toegestaan.
25. Peil bovenzijde damwand (vervangende waterkering) bedraagt NAP +18,56 m.
26. Peil onderzijde damwand (vervangende waterkering) bedraagt NAP +3,56 m.
27. Het bodempeil van de ontgrondingskuil die ontstaat na bezwijken van de persleiding bedraagt NAP + 12,37 m. Dit is het 2° scenario conform NEN 3651, zijnde ontgroning tot ca. 0,5 meter onder de kruisende leiding. Dit levert de diepste en daarmee maatgevende ontgrondingskuil op in dit project.
28. In de berekeningen wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde bovenbelasting van 10 kN/m² (representatief), alleen op de kruin van de dijk, over een strookbreedte van 2,5 meter.
29. In de toekomst zal het waterschap Peel en Maasvallei kwelschermen aanbrengen nabij de teen van de waterkering en deze aansluiten op de damwand, zijnde vervangende waterkering. Achter- en onderloopsheid worden daarmee tegengegaan.

3. Veiligheidszone

3.1 Erosiekrater

Op basis van NEN3651 is de grootte van de erosiekrater berekend met de niet-veroeenvoudigde methode. Bij een werkdruk van 1,8 bar en debiet van 1000 m³/h volgt een straal van 8,6 meter.

3.2 Bepaling veiligheidszone

Leidingdelen die binnen de veiligheidszone liggen dienen te voldoen aan NEN3650 en 3651. De veiligheidszone kan met de vereenvoudigde methode berekend worden. De zone is dan binnendijks 29 meter breed, gemeten uit de teen van de dijk. Buitendijks is de zone 31 meter breed. Uitgaande van de reguliere berekening volgt binnendijks een breedte van 22 meter. Vanwege de mogelijke verplaatsing van de waterkering in de toekomst alsmede gelet op de relatief beperkte lengte van de verlegging die momenteel buiten de veiligheidszone ligt, is ervoor gekozen de gehele verlegging, dus ook buiten de veiligheidszones) uit te voeren en berekenen op basis van de NEN3650 en 3651 normen. Daarmee is het ontwerp toekomstbestendig.

4. Leiding

4.1 Algemeen

De nieuwe persleiding wordt uitgevoerd in HDPE en dient binnen de veiligheidszones van de waterkering te voldoen aan NEN 3650/-51. Op basis van deze normen zijn voor het ontwerp van dit project sterkteberekeningen gemaakt met het rekenpakket PLE4win. Voor de nieuwe persleiding is HDPE als materiaal bepaald. Op basis van afspraken tussen Waterschapsbedrijf Limburg en het waterschap Peel en Maasvallei wordt de kruising van de waterkering uitgevoerd met een mediumvoerende leiding die in een open sleuf aangelegd wordt. Conform NEN3651 en het beleid van het Waterschap wordt een permanente damwand als vervangende waterkering geplaatst ter plaatse van de bestaande groene kade. Het toepassen van een mantelbuis binnen de Keur- en /of veiligheidszone van de toekomstige waterkering volgens het PVVR is mede conform het beleid van Waterschap Peel en Maasvallei niet toegestaan.

4.2 Zettingen

De dijk onder welke de rioolpersleiding komt te liggen wordt in de toekomst opgehoogd en verbreed. Uitgaande van het PVVR (hoogte dijktabel NAP +19,00 m) bedraagt de maximale

ophoging circa 1,1 meter. Met het programma D-Settlement van Deltares is een zettingsberekening uitgevoerd en de zetting op niveau onderkant leiding berekend. De berekende maximale zetting bedraagt 28 mm. De zettingen zijn ook opgenomen in de PLE-sterkteberekening. In bijlage 2 van deze ontwerpnota zijn de berekeningen in detail uitgewerkt.

4.3 specificatie leiding en sterkteberekening

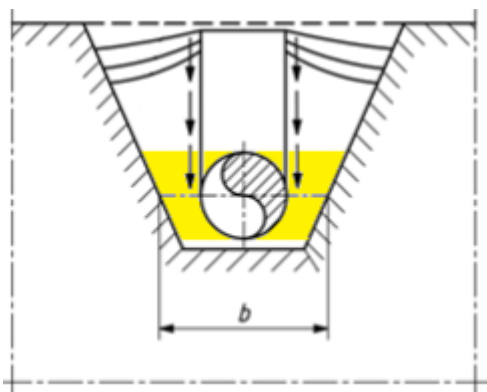
In het rekenrapport in bijlage 2 zijn alle minimum parameters en eisen voor de leiding in detail vermeld. Op basis van berekeningen is vastgesteld dat een volle wand HDPE PE100 SDR 11 leiding met afmetingen 630 x 515.4 mm (uitw. x inw.) dient te worden toegepast voor de verlegging van de WBL-leiding te Velden. Door het Waterschapsbedrijf Limburg is besloten de volledige verlegging uit te voeren in volle wand HDPE PE100 SDR 11 DN 630 mm. Voor de motivatie, zie paragraaf 3.2 van deze ontwerpnota.

In onderstaand overzicht zijn de minimale specificaties voor de leidingeigenschappen weergegeven:

Materiaal nieuwe ø630 leiding		PE100	-
Minimal required strength (MRS-waarde)		10	N/mm ²
Uitwendige diameter ø630 leiding	D_e	630	mm
Wanddikte	d	(SDR 11) 57,3	mm
Corrosietoeslag		0	mm
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	$1,6 \times 10^{-4}$	mm/mm°C
Poisson-factor	ν	0,4	-
Verhouding zuivere trek / buigtrek	α_σ	0,65	-

Op basis van de uitgevoerde sterkteberekeningen is vastgesteld dat het in het gebied onder de dijk noodzakelijk is de maximale breedte b van de leidingsleuf op leidingasniveau te beperken. Dit reduceert de grondlast op de leiding.

Deze maximale sleufbreedte b bedraagt 1500 mm (zie onderstaande figuur). Bij een bredere sleuf neemt de belasting van de leiding door de grond te veel toe en wordt de trekspanning in de omtreksrichting van de leiding te hoog.



Omdat de waterkering in de toekomst verplaatst kan worden, dient voor het gehele werk de sleufbreedte b maximaal 1500 mm te bedragen !

Om de ovalisatie van de HDPE-leiding onder de dijk te beperken dient aan weerszijden van de leiding in de dijk kruising een zandpakket aangelegd te worden op tenminste de plaatsen zoals aangeduid met de gele vlakken in bovenstaande figuur. Dit zandpakket dient te worden aangebracht tot 25 cm boven de kruin van de buis. Zie hiertoe paragraaf 2.2 punt 3 van deze nota.

Het zandpakket dient goed verdicht te worden conform de eisen uit NEN 3650-1 paragraaf 9.10.6.2.3, zodat er voldoende neutrale steundruk kan ontstaan.

Omdat de waterkering in de toekomst verplaatst kan worden, dient in het gehele werk de aangeduide sleufvulling met zand aangebracht te worden !

Conform NEN 3650-3 geldt dat de toelaatbare ovalisatie 8% van de gemiddelde leidingmiddellijn bedraagt. Dat is bij de betreffende HDPE PE100 SDR11 DN 630 mm leiding 46 mm, zijnde 7,2 % van de uitwendige middellijn. Ten gevolge van de waarde 0,8 van de importantiefactor is de maximale toelaatbare ovalisatie 5,76% van de uitwendige leidingmiddellijn. Het Waterschapsbedrijf Limburg hanteert als eis voor maximale ovalisatie 6% (conform Arbeitsblatt A127, Abwassertechnischen Vereinigung (ATV), 1988). De eis conform NEN 3650 en NEN 3651 is dus conservatiever is. Daarom wordt de NEN 3650 en 3651 aangehouden. Indien de maximale sleufbreedte b beperkt wordt tot 1500 mm en de verdichte zandaanvulling aangebracht wordt, bedraagt de berekende maximale ovalisatie 2,76 %. Dat is lager dan de eis van 5,76%. Er wordt dan voldaan aan de eis.

Indien de sleufbreedte b van 1500 mm toegepast wordt zijn de berekende trekspanningen van de HDPE PE100 SDR11 leiding DN630 mm lager dan de maximaal toelaatbare spanningen. Dit is in bijlage 2 uitgewerkt en onderbouwd.

De verbindingen van de buizen dienen door middel van spiegelassen trekvast uitgevoerd te worden in verband met ligging onder en nabij de waterkering alsmede in verband met de bochten in het overige leidingtracé.

4.4 Relatieve sterkte

De leidingstrekking moet binnen de kruising met de waterkering inclusief de veiligheidszones 20% sterker zijn voor inwendige druk dan in de gebieden buiten de veiligheidszones. De nieuwe leiding wordt uitgevoerd in klasse SDR11. Het aansluitende leidinggedeelte op het terrein van het gemaal Velden is uitgevoerd in gietijzer klasse PN10. Hier wordt voldaan aan de relatieve sterkte-eis.

De drukklasse van de bestaande AC-leiding benedenstrooms van de verlegging wordt gelet op de werkdruk aangenomen als zijnde PN 6 of PN 10. Bovendien is bekend dat de bestaande AC-leiding aangetast is en de sterkte daarom lager is dan conform de drukklasse zou gelden. Ook ter plaatse van de benedenstroomse is derhalve voldaan aan de relatieve sterkte-eis.

4.5 Hydraulische aspecten

De nieuwe leidingsectie krijgt een binnendiameter die iets groter is dan de bestaande binnendiameter. Bij het ontwerp is ten aanzien van het hydraulisch functioneren van de persleiding vervolgens een vloeiend tracé nagestreefd en het optimaal transport van gas/lucht door de leiding.

Het gekozen tracé is in de ontwerptekening weergegeven. Ten aanzien van de leiding wordt nog opgemerkt dat er bochten met een minimum straal van $1,5 \times D_{\text{inwendig}}$ toegepast dienen te worden gelet op het kunnen piggen van de leiding. Doorgaans is deze eis bij bochten van HDPE goed realiseerbaar.

De leiding daalt tussen de beide aansluitpunten circa 2,4 meter en krijgt dus altijd een neergaand lengteprofiel. De afvoer van gas is zodoende een aandachtspunt. Om dit te kunnen toetsen is het stromingsgetal F bepaald. Uitgaand van het maximaal toekomstige debiet ad 1000 m³/h is de waarde van het stromingsgetal circa 0,64. Bij lagere, gemiddelde afvoer is het stromingsgetal nog duidelijk lager. Verwacht wordt dat het leidingsysteem doorgaans gas / lucht niet volledig kan afvoeren. In het ontwerp is hierop geanticipeerd. Een optie is om de nieuwe leiding direct na het gemaal verticaal naar beneden te leiden en daarna grotendeels vlak te leggen. Dan zal er bij piekafvoer wel gastransport plaatsvinden maar kan voor de zinker onder de Vorstmolenbeek weer gasophoping plaatsvinden. In de toekomst moet nabij deze zinker mogelijk een nieuwe HDD-boring aangesloten worden. Dan zou hier in het winterbed van De Maas een ongunstige locatie ontstaan ten aanzien van luchtophopping (en evt. voorzieningen daarvoor nodig zijn). Ook betekent een diep en vlak lengteprofiel een dure aanleg met veel meer bemaling. Daarom is gekozen om de nieuwe leidingsectie over de gehele lengte constant dalend aan te leggen. Hiermee wordt het maaiveld zo veel mogelijk benaderd en de leiding dus zo ondiep mogelijk aangelegd. Eventuele gasophoping vindt dan op het terrein van

gemaal Velden plaats. Bij de eventuele aansluiting van een nieuwe boring buitendijks zal dan geen nieuw aandachtspunt ontstaan ten aanzien van gasophoping.

4.6 Uitvoeringsaspecten leiding

Om tot een goede uitvoering te komen zijn de onderstaande uitvoeringseisen voor de leiding specifiek van belang:

1. Alvorens de leiding in bedrijf wordt genomen dient het leidingdeel dat is gelegen binnen de veiligheidszone conform NEN 3650 en NEN 3651 te worden beproefd op sterkte en dichtheid. De eisen aan de uitvoering van deze beproevingen worden door het Waterschapsbedrijf Limburg in de contractdocumenten voor dit werk opgenomen.
2. Om uitvoeringszakingsverschillen te reduceren dient ter plaatse van de aansluiting van de PE leiding op de asbestcement leiding de sleuf onder de leiding aangevuld te worden met zand over een lengte van minimaal 20 meter, gemeten vanaf het overgangsstuk.
3. Ter plaatse van de aansluiting van de PE leiding op de asbestcement leiding dient de grond bij aanvulling goed te worden verdicht, zodat de proctordichtheid ten minste 94% bedraagt. Dit moet worden aangetoond met een handsondering.
4. De maximale breedte b van de leidingsleuf op leidingasniveau (zie de afbeelding in paragraaf 4.3) mag maximaal 1500 mm bedragen. Bij een bredere sleuf neemt de belasting van de leiding door de grond te veel toe en worden de spanningen te hoog.
5. Aan weerszijden van de leiding tussen de tenen van de dijk dient de leidingsleuf aan weerszijden van de leiding tot 25 cm boven de kruin van de buis aangevuld te worden met een zandpakket (zie de afbeelding in paragraaf 4.3). Dit zandpakket dient goed verdicht te worden conform de eisen uit NEN 3650-1 paragraaf 9.10.6.2.3, zodat er voldoende neutrale steundruk kan ontstaan.

5. Vervangende waterkering

5.1 Algemeen

Op basis van een afweging is voor de verlegging van de persleiding nabij rioolgemaal Velden gekozen voor een mediumvoerende leiding die in een open sleuf wordt aangelegd. Conform beleid van het Waterschap en NEN3651 wordt een onverankerde permanente damwand als vervangende waterkering geplaatst in de bestaande groene kade.

5.2 Horizontale lengte damwand (evenwijdig aan de as van de dijk)

De lengte van de damwand volgt uit NEN 3651, aan de hand van de werkdruk en inwendige diameter van de nieuwe persleiding. In dit geval is de formule $B = 3 \times R_b$ van toepassing. Daaruit volgt een lengte van 25,8 meter. Conform NEN3651 hoeft er maximaal een lengte van 25 meter toegepast te worden. Dit betekent dat in Velden de lengte van de damwand 25 meter wordt.

5.3 Berekeningsresultaten: typeprofiel en plank/inheidiepte

In de berekeningen is rekening gehouden met een levensduur van 100 jaar waardoor gerekend moet worden met een reductie van de plankdikte door corrosie van in totaal 1 mm. De bijbehorende, gereduceerde damwandeigenschappen op basis van NEN3651 zijn in de berekening gehanteerd.

Er zijn voor de damwand sterkte/stabiliteitsberekeningen uitgevoerd volgens NEN3651. Het scenario met een ontgrondingsdiepte tot 0,5 meter onder de kruisende leiding is maatgevend en derhalve doorgerekend. Aanvankelijk is gerekend met een gronddekkingseis van het waterschap van 2,25 meter op de nieuwe leidingkruising, wat een maatgevende ontgroning tot NAP + 11,87 m betekent. Uit de ontwerpberekeningen in veiligheidsklasse RC3 blijkt dat er in alle gevallen een zwaar planktype nodig is voor de damwand. Bij toepassing van AZ50 profielen met staalkwaliteit S355 en een planklengte van 16 meter wordt op sterkte/stabiliteit voldaan, maar is de horizontale uitbuiging (kopverplaatsing) 272 mm. De NEN 3651 geeft een maximale uitbuiging van 100 mm als voorschrift. Een langere plank blijkt op basis van berekening echter geen kleinere verplaatsing op te leveren. De damwand is reeds maximaal ingeklemd. Hierin is dus geen winst meer te behalen.

Omdat de waterkering mogelijk in de toekomst verlegd wordt is de wens van de opdrachtgever en waterschap om een damwand toe te passen en geen ander type vervangende waterkering te onderzoeken. Een damwand kan te zijner tijd weer verwijderd worden en daarna op de nieuwe plaats van de waterkering hergebruikt worden.

Het zware profiel is op zichzelf ook gunstig voor de hergebruiksmogelijkheden van de damwandplanken. De forse planken zijn minder kwetsbaar.

Omdat de berekende zware damwandplanken reeds het maximaal haalbare ontwerp betreffen (vrijwel grootste beschikbare profiel en maximale inklemming) terwijl de uitbuiging van de bovenkant van de damwand nog groter is dan volgens het voorschrift in NEN3651 is het totale ontwerp herbeschouwd. Bij een gronddekking van 1,75 meter ter plaatse van de kruising van de waterkering heeft het waterschap in de toekomst nog voldoende ruimte om kleischermen te maken. Zodoende is de nieuwe persleiding in de herziening van het Definitief Ontwerp circa 0,5 meter hoger (ondieper) gelegd. De maatgevende ontgrondingskuil volgens NEN3651 wordt dan minder diep met een bodempeil van 12.37 m+NAP (zie uitgangspunten in par. 2.3).

Ook zijn er damwandberekeningen gemaakt met veiligheidsklasse RC2, om in te schatten hoe groot het effect is ten gevolge van louter het verschil in belastingsfactor. Ook is nog gekeken naar het effect als de bovenbelasting wel of niet aanwezig is. De bovenbelasting heeft in deze situatie weinig invloed.

Er zijn 2 opties in veiligheidsklasse RC2 haalbaar gebleken en uitgewerkt:

1. Een profiel AZ50 (en S320). De lengte van de damwand wordt minimaal 15,0 meter.
Het optredende moment bedraagt 1236 kNm, de maximale kopverplaatsing bedraagt 195 mm.
Een langere plank heeft geen effect op de horizontale verplaatsing. De plank is reeds maximaal ingeklemd.
2. Een twostep damwand van het type AZ48 (bij S240). De lengte van de damwand is ook 15,0 meter.
Het optredende moment bedraagt 1236 kNm, de maximale kopverplaatsing bedraagt 109 mm.
Wanneer een 1,0 m langere damwand wordt gekozen bedraagt de kopverplaatsing circa 100 mm.

Beide opties omvatten met AZ48 en AZ50 planken nog altijd zeer zware damwanden. AZ48 of AZ50 scheelt 1 mm op de wanddiktes van 1,5 tot 2 cm. Het gewichtsverschil is in de orde van 7 kilogram per meter op een totaal van omstreeks 140 kg per meter.

De 2^e optie voldoet aan NEN 3651 (de vervorming van 109 mm wordt daarbij gezien de zware planken en het feit dat ook een dekging zal worden toegepast gelijk gesteld aan 100 mm). De eerste optie voldoet strikt genomen niet.

Ten aanzien van de twostep configuratie wordt overwogen dat er om de leiding door te voeren een sparing in de damwand gemaakt wordt met bijbehorende frames en sluitplaten. Dat is bij een twostep damwand complexer dan bij een standaard configuratie. Bij de twostep configuratie zal de vervorming ook iets groter kunnen zijn dan nu berekend, ten gevolge van scheve buiging.

Een ander punt is het inheien / trillen. Daar zal bij een AZ48 à 50 plank van 1,5 – 2 cm doorsnede de nodige energie mee gepaard gaan. De plaatsvastheid kan ook een aandachtspunt worden en bij een twostep configuratie wordt de kans dat planken van de systeemlijn weggelopen dan groter. Praktisch gezien zijn er argumenten om een normale configuratie na te streven.

Bij alle beschouwde opties maakt de lengte (diepte) van de damwand niet veel verschil. Er wordt op sterkte voldaan. De configuratie waarin je de damwand plaatst, bepaalt hoe ver de vervormingseis van de NEN3651 gehaald wordt. De damwand is nodig in een incidentele situatie. Er wordt een nieuwe leiding aangelegd, geheel conform NEN3650 en 3651. Bovendien wordt deze in het gehele plangebied conform de NEN, dus een zwaar gedimensioneerde buis, aangelegd. De werkdruk in de persleiding is met 0,18 MPa niet hoog te noemen. De leiding komt in het beheer van WBL en het persleidingsysteem wordt met telemetrie bewaakt. Bovendien ligt de kruising met de waterkering dicht bij het gemaal, dus het effect van uitschakelen van het gemaal na constateren van een calamiteit is er snel. Het grootste risico is daarbij doorgaans schade door graafwerk. Gegeven de diepteligging van de nieuwe persleiding is de kans op dergelijke graafschade klein. Dat betekent dat een lek in de leiding door andere

risicomechanismen zou moeten optreden. Vervolgens moet er dan een erosiekrater ontstaan. Er staat in dat geval een zeer zware damwand als vervangende waterkering. Voorgesteld wordt daarom om niet de focus te leggen op de vervormingseis volgens NEN3651, maar wel de (behaalde) sterkte-eis en dan te kiezen voor optie 1, een damwand uit AZ50 profielen van 15 meter lengte (diepte) in een reguliere configuratie. Dit is uitgewerkt in het ontwerp zoals bij deze nota als bijlage is gevoegd.

5.2 Aanleg damwand

Een AZ50 damwandplank heeft een profieldikte van ca. 1,5 – 2 cm. Het aanbrengen zal wel de nodige energie vergen. Mogelijk moet de aannemer daarbij nog hulpmethodieken toepassen om de planken tot de juiste diepte aan te brengen.

In de bovenste grondlaag, van circa 4 meter dikte gerekend vanaf maaiveld, is de sondeerwaarde erg laag. Op basis van de sondering en ervaring vanuit onderzoeken langs de Maas in de omgeving van het plangebied is bepaald dat het een pakket slappe klei betreft. Klei kent niet het risico op zettingsvloei dat losgepakt zand wel kent.

De exacte zettingen van de waterkering door het intrillen van de damwand zijn niet goed te kwantificeren. Vanwege de kleilagen in de ondergrond wordt geen grote zetting verwacht. De hoogte van de kruin van de dijk kan vanaf aanvang van het werk en tijdens het aanbrengen van de damwand gemeten worden. Op basis van de bevindingen kan de hoogte van de kruin van de dijk eventueel na het aanbrengen van de nieuwe leiding en het aanvullen van de dijk op hoogte teruggebracht worden in het geval de gemeten zettingen door het waterschap Peel en Maasvallei te hoog geacht zouden worden.

Bijlagen:

1. Plantekening Kragtennr. 2016-0288 d.d. 25 mei 2016
2. Ontwerpberekening persleiding conform NEN 3650 serie, voor langeduurperiode na jaar 2 na aanleg.
3. Rapport MOS Grondmechanicanr. R1600216-RH_1 d.d. 4 februari 2016
4. Rapport MOS Grondmechanicanr. R1600216-RY_1 d.d. 2 maart 2016
5. Herberekening damwand Velden d.d. 18 april 2016