

Leidingbreuk

veroorzaakt dijkverzakking
op 27 januari 2004 te Stein.

Den Haag, 2005 (referentie CB-9-04-010)

De rapporten van de Onderzoeksraad voor veiligheid zijn openbaar.
Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad: www.onderzoeksraad.nl

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

De Onderzoeksraad voor Veiligheid is bij rijkswet ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën voorvallen in alle sectoren. Het doel van een dergelijk onderzoek is toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van één en ander daartoe aanleiding geven, daaraan aanbevelingen te verbinden. De organisatie bestaat uit een raad met vijf vaste leden en kent daarnaast buitengewone leden verdeeld over een tiental vaste commissies. Voor specifieke onderzoeken worden speciale begeleidingscommissies in het leven geroepen. De Raad wordt ondersteund door een bureau waar onderzoekers, secretaris-rapporteurs en een ondersteunende staf deel van uitmaken.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid is de rechtsopvolger van de Raad voor de Transportveiligheid. Het onderhavige onderzoek is uitgevoerd door de Raad voor de Transportveiligheid, maar wordt uitgebracht onder verantwoordelijkheid van de Onderzoeksraad.

Raad

Voorzitter: mr. Pieter van Vollenhoven
mr. J.A. Hulsenbek
mw. A. van den Berg
dr. ing. F.J.H. Mertens
dr. ir. J.P. Visser

Commissie Buisleidingen

Voorzitter: dr. ir. J.P. Visser
Vice-voorzitter: dr. ing. F. Mertens
ir. J. Spiekhout
ir. Y.E. Suurenbroek
ir. J.F.M. Wessels MBA

Secretaris: ir. B.P. Smolders

Bureaumanagement

Algemeen
secretaris: mw. mr. M. Visser
Hoofd afdeling
aanbevelingen: drs. J.H. Pongers
Hoofd afdeling
onderzoek: H.J. Klumper

Projectteam

Senior
onderzoeker: ing. R. Smits MSHE
Senioranalist: Mw. ir. S. Riemersma MSHE

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
Telefoon: +31 (0)70 333 7000
Internet: <http://www.onderzoeksraad.nl>

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag
Telefax: +31 (0)70 333 7077

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| Beschouwing | 4 |
| Begrippenlijst | 10 |
| Afkortingenlijst | 10 |
| | |
| 1 Dijkverzakking op 27 januari 2004 te Stein | 11 |
| 1.1 Inleiding – Dijkverzakking | 11 |
| 1.2 Gegevens waterkering | 13 |
| 1.3 Gegevens waterleidingnetwerk | 15 |
| 1.4 Bevindingen RWS en WML..... | 17 |
| 1.5 Vervolgacties RWS en WML | 19 |
| | |
| 2 Analyse: Beoordelingskader | 21 |
| 2.1 Beoordelingskader veiligheidsmanagement..... | 21 |
| 2.2 Nederlandse wetgeving | 22 |
| 2.3 Normen en richtlijnen | 22 |
| | |
| 3 Analyse: Betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden | 23 |
| 3.1 De dijkbeheerder RWS..... | 23 |
| 3.2 De leidingbeheerder WML..... | 23 |
| 3.3 De toezichthouder op het gebied van leiding- en dijkbeheer | 23 |
| 3.4 Gemeente Stein | 24 |
| 3.5 Bewoners Oud-Stein | 24 |
| 3.6 Geodelft..... | 24 |
| | |
| 4 Analyse: Directe oorzaak en achterliggende factoren | 25 |
| 4.1 Structuur en focus van de analyse..... | 25 |
| 4.2 Directe oorzaak van de dijkverzakking | 26 |
| 4.3 Maatschappelijke verwachting veiligheidsmanagement | 28 |
| 4.4 Achterliggende factor: Veiligheidsaanpak RWS is te beperkt | 30 |
| 4.5 Achterliggende factor: Toezicht ontbreekt | 31 |
| 4.6 Achterliggende factor: Veiligheidsmanagement van WML is nog in ontwikkeling | 32 |
| 4.7 Achterliggende factor: Geen onderzoek naar effect veranderende normen..... | 36 |
| 4.8 Achterliggende factor: Onvoldoende lering trekken uit incidenten..... | 37 |
| | |
| 5 Conclusies | 39 |
| | |
| 6 Aanbevelingen | 40 |

Overzicht bijlagen:

| | |
|------------|--|
| Bijlage 1: | Onderzoeksverantwoording |
| Bijlage 2: | Overzicht relevante normen en richtlijnen |
| Bijlage 3: | Tijdslijnanalyse |
| Bijlage 4: | Tripodanalyse |
| Bijlage 5: | Tekeningen van de waterleiding |
| Bijlage 6: | Bevindingen deelonderzoeken Onderzoeksraad |
| Bijlage 7: | Overzicht leidingbreuken in Nederland |

BESCHOUWING

1. Inleiding

Op dinsdag 27 januari 2004 voerden medewerkers van dijkbeheerder Rijkswaterstaat Directie Limburg (RWS) 's ochtends de wekelijkse inspectie uit van de dijken langs het Julianakanaal. Hierbij werden geen onregelmatigheden waargenomen. Rond het middaguur meldde een wandelaar dat de dijk ter hoogte van Stein over een lengte van 15 meter was verzakt (zie figuur 1).

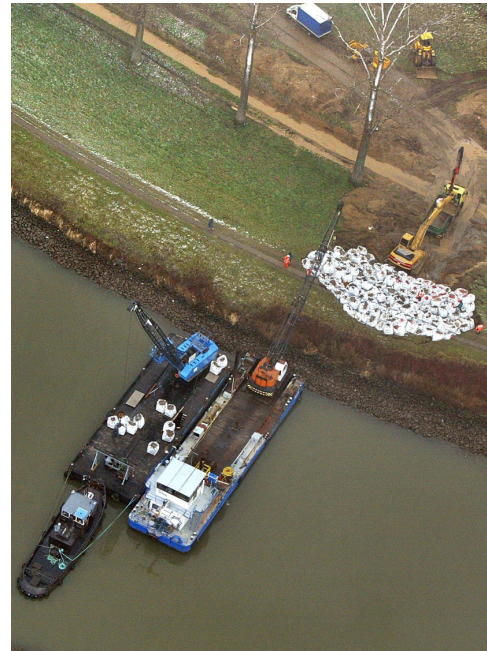
Crisisteams van betrokkenen werden ingericht en diverse maatregelen werden genomen om de dijk te stabiliseren (verlagen waterstand, aanbrengen zandzakken, etc.). De wateruitstroming uit de dijk hield echter aan.

Het Julianakanaal is in 1932 ten behoeve van de scheepvaart op maaiveld¹ aangelegd. Hierdoor kan het verschil in waterpeil in het kanaal en het maaiveld van het naastgelegen gebied oplopen tot ruim 10 meter. Gezien het grote waterstandsverschil bestond het gevaar dat de dijk in het geheel zou bezwijken en het nabijgelegen dorp Oud-Stein onder water zou komen te staan. Diezelfde middag besloot de burgemeester van Stein om de 543 bewoners (216 woningen) van Oud-Stein te evacueren.

Dijkbeheerder RWS heeft diverse oorzaken voor de dijkverzakking en wateruitstroming overwogen, waaronder een lekke waterleiding. De oorzaak kon echter niet achterhaald worden. Uiteindelijk besloot RWS daarom op donderdagochtend 29 januari 2004 definitief om een damwand in de dijk aan te brengen om daarmee de dijk te stabiliseren en zodoende de wateruitstroming te kunnen beëindigen. Uit voorzorg diende leidingbeheerder Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) zijn in de dijk gelegen drinkwaterleiding af te sluiten. Dit gebeurde die middag om circa 13.45 uur. Direct daarna stopte de wateruitstroming uit de dijk waarmee het definitieve verband tussen de leiding en de wateruitstroming gelegd was.

De schade van de dijkverzakking bedraagt ruim € 2 miljoen. Deze schade omvat de schadeclaims zoals ingediend bij RWS door de beroepsvaart, de industrie en de omwonenden alsmede de kosten die RWS heeft gemaakt voor het herstel van de dijk en het uitvoeren van eigen onderzoek. De kosten die door andere partijen zijn gemaakt (WML, gemeente, hulpdiensten etc.) zijn hierin niet meegenomen.

De Onderzoeksraad voor veiligheid heeft in eerste instantie een verkennend onderzoek uitgevoerd en heeft op 23 juni 2004 besloten een onderzoek in te stellen, gezien de aanzienlijke schade en de maatschappelijke onrust als gevolg van deze dijkverzakking.



Figuur 1: Luchtfoto dijkverzakking bij Stein: Bron: ANP

¹ Maaiveld is een civieltechnische term voor het straatniveau.

2. Directe oorzaak dijkverzakking

Zoals eerder aangegeven werd uiteindelijk twee dagen na de dijkverzakking vastgesteld dat een lekke waterleiding de wateruitstroming uit de dijk veroorzaakte. Het lekkende deel van de waterleiding ter hoogte van de kruin van de dijk is niet opgegraven waardoor een aantal mogelijke oorzaken van de lekkage van de waterleiding niet direct definitief is uit te sluiten.

De Onderzoeksraad heeft deelonderzoeken laten uitvoeren naar de conditie van de waterleiding en de oorzaak van het bezwijken van de dijk. Hiertoe zijn videobeelden van de stalen waterleiding geanalyseerd en is materiaalonderzoek uitgevoerd op leidingdelen die ter hoogte van de voet van de dijk zijn opgegraven. Tevens is een sterkteberekening voor de betreffende leiding in de dijk uitgevoerd.

Op basis van het onderzoek concludeert de Onderzoeksraad dat aan de leidingbreuk twee mechanismen ten grondslag liggen, namelijk zetting van de dijk inclusief de bijbehorende zakking van de leiding en corrosie van de leiding. De zetting van de dijk inclusief de bijbehorende zakking van de leiding vindt hoofdzakelijk plaats in de eerste decennia na aanleg van de dijk (in de periode van 1929 tot circa 1950). Een dergelijke zetting is een normaal en bekend proces wat daarmee naar het oordeel van de Raad een bekend uitgangspunt zou moeten zijn voor het beheer van dergelijke combinaties van dijken en leidingen. Het ontstaan van corrosie van de leiding is een verouderingsproces wat naar het oordeel van de Raad eveneens een bekend mechanisme is. Als gevolg van de aanzienlijke wateruitstroming uit de gebroken leiding werd de dijk vervolgens instabiel en ontstond een dijkverzakking.

De directe oorzaak van de dijkverzakking is een leidingbreuk als gevolg van het niet tijdig waarnemen van de wanddikteafname van de leiding door corrosie².

3. Maatschappelijke verwachting veiligheidsmanagement

Op basis van de genoemde directe oorzaak van de dijkverzakking heeft de Onderzoeksraad onderzoek verricht naar de wijze van beheer van de dijk en de leiding. In dit onderzoek is expliciet de werking van het huidige veiligheidsmanagementsysteem van zowel de dijkbeheerder RWS als leidingbeheerder WML beschouwd. Van dergelijke organisaties wordt een adequaat en operationeel systeem voor veiligheidsmanagement verwacht. Bovendien is een dergelijk systeem gebruikelijk conform de normen en richtlijnen uit de branche.

Tijdens het onderzoek heeft de Onderzoeksraad echter vastgesteld dat tekortkomingen in de risicobeheersing bij de dijkbeheerder en leidingbeheerder een directe relatie hebben met het ontbreken van een adequaat systeem voor veiligheidsmanagement. Daarbij zijn twee ontwikkelingen in de laatste decennia van belang, te weten het intensievere gebruik van de beschikbare ruimte in Nederland en het ouder worden van het leidingnetwerk. Beide aspecten maken dat het voor de dijkbeheerder en de leidingbeheerder noodzakelijk wordt om steeds beter inzicht te krijgen in de kans van optreden en de gevolgen van het bezwijken van dijken door bijvoorbeeld falende leidingen.

Uit dit onderzoek blijkt eveneens dat sinds het ontstaan van de pijpleidingcode Zuid Holland in 1972 het gevaar van kruisende waterleidingen in dijken door dijkbeheerders en leidingbeheerders is onderkend.

² WML heeft in zijn reactie op het concept rapport d.d. 20 mei 2005 en tijdens de mondelinge toelichting aan de Raad d.d. 24 juni 2005 aangegeven deze conclusie van de Raad over de directe oorzaak van de leidingbreuk en vervolgens de dijkverzakking niet te delen.

Inmiddels is deze pijpleidingcode opgenomen in de momenteel vigerende versies van de normen en richtlijnen (NEN 3650/3651 en VEWIN-richtlijn van 2003). Deze vigerende normen en richtlijnen stellen concrete eisen aan het beheer van dergelijke leidingen in de nabijheid van belangrijke waterstaatswerken. Desondanks is hieraan door zowel dijkbeheerder RWS als leidingbeheerder WML voor de situatie bij Stein niet tot nauwelijks invulling gegeven.

Deze tekortkomingen in het beheer van dergelijke regionale waterkeringen zoals bij Stein hebben de Onderzoeksraad verbaasd, gezien de prominente taak en verantwoordelijkheid die dijkbeheerder RWS heeft ten aanzien van de veiligheid van waterkeringen. De Raad had verwacht dat RWS, gezien zijn brede maatschappelijke taak en vanuit zijn deskundigheid, explicieter rekening zou houden met de verschillende oorzaken voor het bezwijken van dijken, waaronder falende leidingen.

Daarnaast is de Onderzoeksraad van mening dat leidingbeheerder WML bij het beheer van zijn leidingnetwerk meer aandacht had moeten schenken aan de veiligheid van de omgeving. Zowel de diverse incidenten met breuken van waterleidingen in de afgelopen jaren alsook de huidige normen en richtlijnen hadden daartoe voldoende aanleiding moeten geven. Voor wat betreft dit punt onderkent de Raad een eerder gesignaleerd probleem van het niet naleven van eigen normen en richtlijnen³. Aan de andere kant beseft de Raad dat waterleidingen van oudsher niet als bijzonder gevaarzettend worden beschouwd, in tegenstelling tot bijvoorbeeld gasleidingen.

Het voorliggende onderzoek heeft op dit laatste punt duidelijk gemaakt dat waterleidingbedrijf WML zich in het beheer uitsluitend richt op twee bedrijfsdoelen. Dit betreft de kwaliteit van het water en de leveringszekerheid daarvan. De Onderzoeksraad constateert dat WML de veiligheid in de nabijheid van de waterleidingen en/of beschadiging van eigendommen van derden vooralsnog niet expliciet als aandachtsgebied heeft meegenomen. Dit was mogelijk logisch en maatschappelijk acceptabel in het verleden, maar is gezien de genoemde factoren (intensiever ruimtegebruik & oudere leidingen) naar de mening van de Raad niet langer voldoende. De veiligheid in de nabijheid van waterleidingen dient ook expliciet gewaarborgd te worden in het bedrijfsproces van waterleidingbeheerders, waarmee de toepassing van een veiligheidsmanagementsysteem ook in dit opzicht noodzakelijk wordt.

4. Veiligheidsaanpak RWS voor beheer van regionale waterkeringen is te beperkt

RWS Directie Limburg is de beheerder van de betreffende regionale waterkering bij Stein. Uit het onderzoek blijkt dat de dijkbeheerder RWS Directie Limburg onvoldoende inzicht heeft in het aantal aanwezige leidingen in dijken. Ook ontbreekt inzicht in de risico's die voortkomen uit de aanwezigheid van leidingen in dijken alsmede inzicht in de wijze van beheer van de leidingen. Om die redenen heeft RWS Directie Limburg tot op heden geen eisen gesteld voor de betreffende leiding.

Uit het onderzoek blijkt dat de in 1948/1949 opnieuw verstrekte vergunning voor onder andere de betreffende leiding bij Stein geen voorwaarden bevat voor het onderhoud en beheer van de leiding door de leidingbeheerder WML. Deze vergunning heeft RWS tot op heden niet herzien. Dit is een belangrijke tekortkoming waarbij tevens van belang is dat RWS voor nieuwere leidingen in vergelijkbare regionale waterkeringen wel aanvullende eisen stelt aan zowel het ontwerp als het beheer van de leidingen. De Onderzoeksraad constateert dan ook dat RWS niet heeft geanalyseerd wat het effect is van de aangescherpte veiligheidseisen (conform NEN 3650/3651) voor de oudere leidingen in zijn regionale waterkeringen. Opvallend daarbij is dat RWS Directie Limburg wel eisen heeft gesteld aan het beheer van

³ Zie het rapport (november 2004) over de Gasexplosie Bergschenhoek (d.d. 30 augustus 2003); beschikbaar via de website van de Raad voor de Transportveiligheid: www.rvtv.nl.

nieuwere leidingen door WML, terwijl uit dit onderzoek blijkt dat ook in dit beheer door leidingbeheerder WML tekortkomingen aanwezig zijn (zie punt 5 van deze beschouwing). RWS heeft deze tekortkomingen echter niet tijdig gesignaleerd en had zich naar de mening van de Raad moeten vergewissen of het beheer door leidingbeheerder WML adequaat was. De Raad komt dan ook tot de conclusie dat de veiligheidsaanpak voor het beheer van regionale waterkeringen door RWS Directie Limburg te beperkt is.

De achterliggende factor hierbij is dat de totale RWS organisatie aan het beheer van primaire waterkeringen⁴ hoge eisen stelt in relatie tot externe veiligheid en vrijwel geen eisen stelt aan het beheer van regionale waterkeringen. Uit het onderzoek is gebleken dat de totale RWS organisatie het huidige verschil in eisen aan beheer van primaire en regionale waterkeringen niet expliciet heeft onderbouwd met een risicoanalyse. Daarmee ontbreekt de onderbouwing om vrijwel geen eisen te stellen aan het beheer van regionale waterkeringen door de Regionale Directies van RWS. De Onderzoeksraad heeft daarbij de indruk dat het mogelijk in eerste instantie gerechtvaardigde verschil in eisen voor het beheer van primaire en regionale waterkeringen in de huidige situatie (oudere leidingen, intensievere bebouwing, etc.) niet langer acceptabel is.

Tot slot heeft de Onderzoeksraad vastgesteld dat RWS Directie Limburg tot op heden niet door een toezichthoudend orgaan is gecontroleerd op de wijze waarop RWS Directie Limburg het dijkbeheer heeft ingericht. De toezichthoudende rol van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is ten aanzien van de activiteiten van RWS Directie Limburg tot op heden niet ingevuld.

5. Veiligheidsmanagement van WML is nog in ontwikkeling

Mede als gevolg van het ontbreken van veiligheid als een expliciet aandachtsgebied van leidingbeheerder WML, is uit het onderzoek gebleken dat het veiligheidsmanagement van WML nog in ontwikkeling is. Beleid voor het preventief onderhoud van leidingbuizen ontbreekt en niet alle onderhoudsactiviteiten zijn aantoonbaar vastgelegd. Ook is de beheersregistratie beperkt en zijn de risicobeperkende maatregelen om een leidingbreuk te voorkomen ontoereikend en niet conform de richtlijnen uit de branche. Een door branchevereniging VEWIN gestart onderzoek naar externe risico's van leidinglekkages bij waterleidingbedrijven vormt naar de mening van de Onderzoeksraad een goede aanzet voor verdere ontwikkeling van het veiligheidsmanagementsysteem.

Daarnaast is uit het onderzoek gebleken dat zowel in 1992 als in 2003 de normen voor het ontwerp en beheer van leidingen onder dijken zijn aangescherpt. Deze aanscherpingen hebben echter niet geleid tot structurele acties van leidingbeheerder WML voor de bestaande delen van het waterleidingnetwerk. WML heeft niet geanalyseerd wat de consequenties zijn voor de bestaande delen van het netwerk en welke extra preventieve beheersmaatregelen voor deze bestaande leidingen zoals in de dijk bij Stein genomen kunnen worden. Dit stemt overeen met eerdere conclusies van de Raad (zie onder andere het onderzoek Gasexplosie Bergschenhoek)³ waarmee de indruk bestaat dat deze tekortkoming niet alleen voor WML van toepassing is.

Tevens blijkt uit het onderzoek dat WML onvoldoende leert van eerdere incidenten. WML heeft geen lering getrokken uit eerdere waterleidingbreuken in zijn gebied die geleid hebben tot beschadiging van het grottenstelsel in de Sint Pietersberg in 1992 en 2003. Ook incidenten bij andere waterleidingbedrijven hebben niet als waarschuwing gediend. Daarnaast had WML meer van het incident in Stein kunnen leren, onder andere door een kritische beschouwing van het eigen systeem van leidingenbeheer.

⁴ Primaire waterkeringen beschermen het omsloten gebied (dijkkring) direct tegen 'buitenwater' zoals de zee, grote meren zoals het IJsselmeer en rivieren. Onder regionale waterkeringen vallen alle niet-primaire waterkeringen.

Tot slot kunnen waterleidingbedrijven meer van elkaar leren. Dit wordt bevestigd door het door WML geïnitieerde oriënterend onderzoek van branchevereniging VEWIN naar externe risico's van leidinglekkages bij waterleidingbedrijven. De Onderzoeksraad heeft zich in dit onderzoek alleen gericht op het leidingbeheer bij WML maar heeft desondanks de indruk, mede op basis van het genoemde VEWIN-onderzoek, dat de bovengenoemde verbeterpunten voor WML mogelijk ook grotendeels van toepassing zijn voor de overige leidingbeheerders in Nederland.

6. Conclusies

Op basis van dit onderzoek komt de Onderzoeksraad tot de volgende conclusies:

- Uit onderzoek blijkt dat aan de dijkverzakking twee voorafgaande mechanismen ten grondslag liggen, te weten de zetting van de dijk en de daarmee samenhangende zakking van de leiding alsmede corrosie van de leiding. De zetting van de dijk en de zakking van de leiding is een normaal proces dat met name optreedt in de eerste decennia na aanleg van de dijk (periode 1930 – 1950), terwijl corrosie een verouderingsproces betreft. De directe oorzaak van de dijkverzakking is een leidingbreuk als gevolg van het niet tijdig waarnemen van de wanddikteafname van de leiding door corrosie.
- De veiligheidsaanpak van RWS Directie Limburg voor het beheer van regionale waterkeringen zoals de dijk bij Stein is te beperkt, aangezien onvoldoende inzicht bestaat in het aantal leidingen in de dijken, de risico's van dergelijke leidingen in de dijken, de consequenties van aanscherpingen van veiligheidseisen (conform NEN 3650/3651) en de wijze van beheer van deze leidingen door leidingbeheerders zoals WML.
- De achterliggende factor hierbij is dat voor de totale Rijkswaterstaat organisatie een onderbouwde veiligheidsaanpak ten aanzien van het beheer van regionale waterkeringen inclusief daarin gelegen leidingen ontbreekt. Voor primaire waterkeringen is een dergelijke veiligheidsaanpak en daarvan afgeleide eisen aan het beheer wel beschikbaar. Het verschil in eisen aan het beheer van primaire en regionale waterkeringen is niet nader onderbouwd en is naar de mening van de Raad mogelijk niet langer acceptabel.
- Toezicht op het beheer van de regionale waterkeringen door Regionale Directies van RWS evenals toezicht op het beheer van waterleidingen in dijken vindt niet plaats.
- WML richt zich in het beheer uitsluitend op de kwaliteit en de leveringszekerheid van het water. De veiligheid in de nabijheid van de waterleidingen en/of beschadiging van eigendommen van derden heeft WML niet als expliciet aandachtsgebied gehanteerd. Dit was mogelijk in het verleden logisch en maatschappelijk acceptabel. Vandaag de dag is dat niet meer het geval, als gevolg van de toenemende gevolgen bij eventuele beschadigingen van waterleidingen (door intensivering van het ruimtegebruik) en de ouder wordende waterleidingen.
- Het veiligheidsmanagement van WML is nog in ontwikkeling, waarbij vooralsnog beleid voor het preventief onderhoud van leidingen ontbreekt, niet alle onderhoudsactiviteiten aantoonbaar zijn vastgelegd en de risicobeperkende maatregelen om een leidingbreuk te voorkomen ontoereikend zijn. Een onderzoek van brancheorganisatie VEWIN naar externe risico's van leidinglekkages bij waterleidingbedrijven (geïnitieerd door WML naar aanleiding van het incident in Stein) is een goede aanzet voor verdere ontwikkeling zodanig dat de waterleidingbedrijven meer van elkaar gaan leren.

- Bestaande leidingsystemen worden door WML niet getoetst aan nieuwe en veranderde normen. Hierdoor neemt WML geen aanvullende maatregelen om de veiligheid van de oudere leidingen met aanvullende preventieve veiligheidsmaatregelen op het aangescherpte veiligheidsniveau (conform de nieuwe normen) te brengen en te houden. Tot slot blijkt uit het onderzoek dat WML onvoldoende leert van eerdere incidenten.

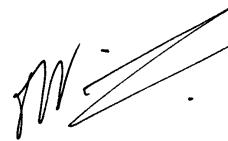
7. Aanbevelingen

- De Minister van Verkeer en Waterstaat dient het verschil in veiligheidsaanpak en daaruit voortvloeiende eisen aan het beheer van primaire waterkeringen en regionale waterkeringen met behulp van risicoanalyses te onderbouwen en desgewenst aanvullende eisen te formuleren voor het beheer van regionale waterkeringen, waarbij mede rekening wordt gehouden met (de monitoring van) het effect van oudere leidingen in regionale waterkeringen.
- N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg wordt aanbevolen om naast de huidige bedrijfsdoelen (leveringszekerheid en kwaliteit drinkwater) de veiligheid in de nabijheid van de waterleidingen en/of beschadiging van eigendommen van derden expliciet als randvoorwaarden te borgen en op basis daarvan:
 - Het veiligheidsmanagementsysteem dusdanig verder te ontwikkelen dat het preventief onderhoud van leidingen aantoonbaar is voor derden en de gewenste risicobeperkende maatregelen voor het beheersen van de veroudering van het leidingnetwerk genomen kunnen worden.
 - In het veiligheidsmanagementsysteem expliciet rekening te houden met het effect van nieuwe normen voor het beheer van de oudere delen van het leidingnetwerk.
 - De ervaringen en leerpunten naar aanleiding van het incident Stein te delen met de overige waterleidingbedrijven.
- Branchevereniging VEWIN wordt aanbevolen om te onderzoeken in hoeverre de uitkomsten van dit onderzoek bij leidingbeheerder WML ook van toepassing zijn bij de overige waterleidingbedrijven en desgewenst te stimuleren dat ook de overige waterleidingbedrijven aantoonbaar verbeteracties doorvoeren.

Den Haag, september 2005



mr. Pieter van Vollenhoven
Voorzitter van de Raad



mw. mr. M. Visser
Algemeen Secretaris

Begrippenlijst

| | |
|-------------------------------|---|
| Veiligheidsmanagement-systeem | Het geheel van (organisatie-)structuren, samenhangende afspraken en werkwijzen die gedurende de gehele levenscyclus van een systeem een positieve bijdrage leveren aan het veiligheidsniveau. |
| Levenscyclus (Life cycle) | De serie activiteiten en gebeurtenissen die optreden vanaf het moment dat een systeem wordt bedacht tot en met de uitgebruikname, als het systeem niet langer inzetbaar is. |
| (water-)leiding(-buis) | Transportleiding voor het transport van water. |
| Mantelbuis | Een beschermbuis, bestaande uit bijvoorbeeld beton of polyethyleen, om een kabel of leiding over de hele lengte van de doorvoeropening. |
| Waterkering | Civiel technische constructie om water te keren. |
| Kruising | De kruising van een leiding met een civieltechnische constructie, zoals een weg of waterkering. |
| Talud | Hellend vlak van een dijklichaam. |
| Kruin | Het hoogste punt van een dijklichaam. |
| Waterleidingsysteem | Systeem bestaande uit één of meer leidingen met de daarbij behorende stations, bedoeld voor transport van water. |

Afkortingenlijst

| | |
|---------|--|
| RWS | Rijkswaterstaat |
| RWS DMM | RWS Dienstkring Maastricht-Maas |
| RWS DLB | RWS Directie Limburg |
| RWS DWW | RWS Dienst Weg en Waterbouw |
| AGI | Adviesdienst Geo-Informatie en ICT |
| VEWIN | Vereniging van Waterbedrijven in Nederland |
| WML | Waterleiding Maatschappij Limburg |

1. DIJKVERZAKKING OP 27 JANUARI 2004 TE STEIN

Het voorliggende rapport bevat het resultaat van het door de Onderzoeksraad voor veiligheid⁵ uitgevoerde onderzoek naar de dijkverzakking op 27 januari 2004 te Stein. Het rapport valt uiteen in drie delen. De feitelijke informatie en enkele relevante achtergronden zijn opgenomen in hoofdstuk 1. De analyse van het incident is opgenomen in de hoofdstukken 2 tot en met 4. De conclusies en aanbevelingen staan vermeld in respectievelijk hoofdstukken 5 en 6.

De analyse van het incident in de hoofdstukken 2 – 4 is nader onderverdeeld. Hoofdstuk 2 bevat het beoordelingskader voor het onderzoek. In hoofdstuk 3 zijn de betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden weergegeven. Hoofdstuk 4 bevat tot slot de analyse van de directe oorzaak voor het falen van de veiligheidsmaatregelen en de achterliggende factoren daarbij.

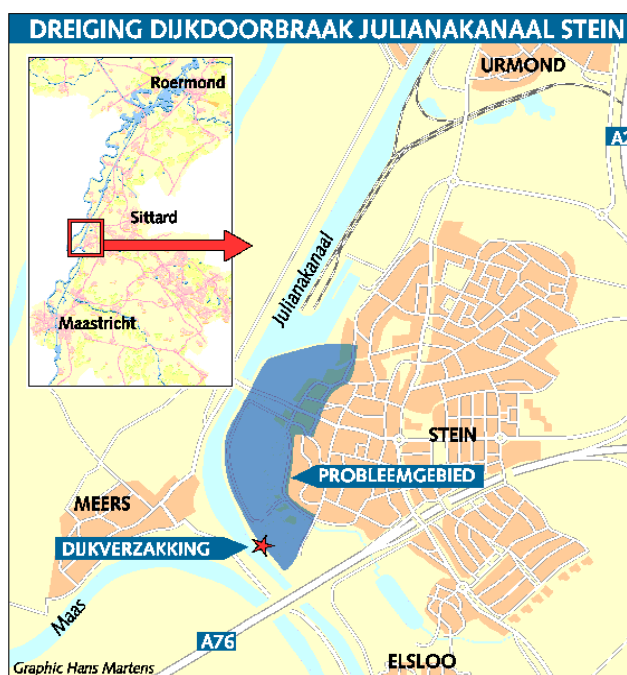
In dit rapport is een aantal betrokken partijen geanonimiseerd. Conform het huidige beleid van de Onderzoeksraad voor veiligheid worden bedrijfsnamen geanonimiseerd, met uitzondering van zogenaamde 'publieke partijen' (energiebedrijven, overheden, etc.), bedrijven die al eerder zijn genoemd in rapporten van de Onderzoeksraad en/of bedrijven die een prominente rol hebben in het onderzoek en de daaruit voortvloeiende conclusies.

De onderzoeksverantwoording is weergegeven in bijlage 1. Bij het uitvoeren van het onderzoek is mede gebruik gemaakt van Tijdslijnanalyse en de Tripod-methode zoals weergegeven in de bijlagen 2 en 3.

1.1 Inleiding – Dijkverzakking

Het Julianakanaal heeft een waterpeil dat uitstijgt boven het niveau van het omringende maaiveld (op sommige plaatsen tot ruim 10 meter). Dit peil kan alleen worden bereikt door het water in het kanaal op niveau te houden met een nagenoeg waterdichte bekleding van de kanaaldijken en – bodem. De kanaaldijken zijn daarom beschermd met een kleibekleding en daarbovenop een steenbestorting ter bescherming van de kleibekleding.

Op dinsdag 27 januari 2004 voerden medewerkers van Rijkswaterstaat Directie Limburg (RWS DLB) 's ochtends de wekelijkse visuele inspectie uit van de dijken langs het Julianakanaal. Hierbij werden geen onregelmatigheden waargenomen. Rond het middaguur waarschuwde een wandelaar de patrouilleboot van RWS DLB dat de dijk ter hoogte van het dorp Stein over een lengte van circa 15 meter was verzakt. Bij Stein is de dijk circa 10 meter hoog, op circa 6 meter onder de kruin bleek water uit het talud te komen.



Figuur 2: kaart omgeving Stein

⁵ Voorheen de Raad voor de Transportveiligheid die per 1-2-2005 is opgegaan in de Onderzoeksraad voor Veiligheid.

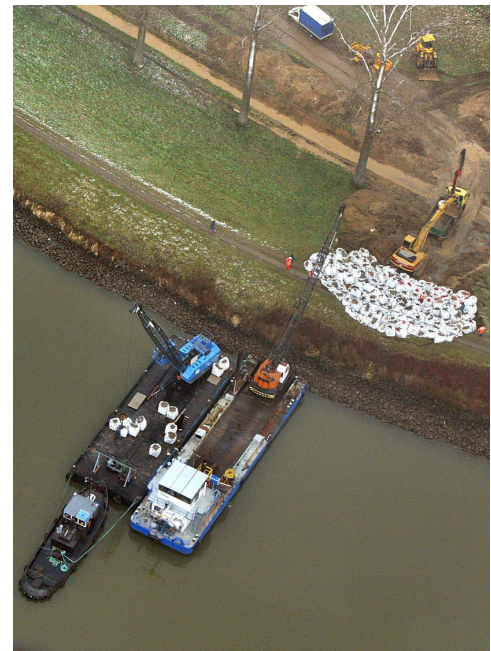
RWS richtte vervolgens binnen de RWS-organisatie een crisisorganisatie in. Vlak daarna werd op initiatief van de gemeente Stein een crisisorganisatie van alle betrokken partijen, inclusief RWS, ingericht.

Om de belasting op de dijk te verminderen besloot RWS die middag om direct de waterstand in het Julianakanaal met 1,20 meter te verlagen en het scheepvaartverkeer stil te leggen. Het gevaar bestond dat de dijk in het geheel zou bezwijken en het nabijgelegen dorp Oud-Stein (gemeente Stein) onder water zou komen te staan. Aan het eind van de middag besloot de burgemeester van Stein om de 543 bewoners (216 woningen) van Oud-Stein te evacueren.

Nog diezelfde avond werden circa 100 zeer grote zandzakken (zogenaamde Bigbags) geplaatst om de dijk te stabiliseren. Ook werd besloten om klei aan te laten voeren om eventuele beschadigingen in de kleibekleding van het kanaal te kunnen herstellen. De wateruitstroming uit de dijk hield echter aan.

RWS DLB heeft diverse oorzaken overwogen, waaronder een lekke waterleiding. Bekend was dat ergens een waterleiding in de dijk aanwezig was. RWS DLB analyseerde op woensdag 28 januari tekeningen van de leidingen en stelde vast dat de leiding circa 80 meter ten zuiden van de dijkverzakking lag. Specialisten van Rijkswaterstaat Dienst Weg en Waterbouw (RWS DWW) constateerden dat naast de dijkverzakking de dijk droog was. Bovendien had een wandelaar geconstateerd dat de wateruitstroom fors toenam tijdens passage van schepen ter plaatse van de dijkverzakking. Op basis van deze gegevens werd geconcludeerd dat een gat in het dijklichaam het meest voor de hand lag.

Een door RWS uitgevoerde duikinspectie van de steenbestorting bevestigde dat sprake zou kunnen zijn van een gat in het dijklichaam. RWS DLB heeft daarom op woensdagmiddag 28 januari getracht met klei de dijk te versterken. Als vervolgoptie werd besloten om tevens voorbereidingen te treffen voor het plaatsen van een damwand in de dijk om daarmee de dijk te stabiliseren en de wateruitstroming te beëindigen.



Figuur 3: Luchtfoto dijkverzakking bij Stein (Bron: ANP)

Donderdagochtend 29 januari bleek dat het aanbrengen van de klei niet had geleid tot beëindiging van de wateruitstroming. Die ochtend werd definitief besloten om een damwand in de dijk aan te brengen in een poging om de wateruitstroming te beëindigen.

Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) diende voor het plaatsen van de damwand uit voorzorg zijn waterleiding af te sluiten. Twee medewerkers van WML kwamen donderdag 29 januari ter plaatse en overlegden een tekening aan RWS. Deze tekening week af van de tekening waarover RWS beschikte, aangezien de ligging van de leiding verschillend stond aangegeven.

Op donderdagmiddag 13.45 uur sloot WML de betreffende waterleiding af, waarna de wateruitstroming uit de dijk direct stopte. Hiermee was het definitieve verband tussen de waterleiding en de wateruitstroming gelegd.

RWS DLB bepaalde vervolgens de exacte ligging van de waterleiding door het graven van proefsleuven. Vastgesteld werd dat het water dat uit het talud kwam, afkomstig was uit de waterleiding. Het probleem was vanaf dat moment onder controle en de voorbereidingen voor het plaatsen van de damwand werden gestaakt. De geëvacueerde bewoners van Oud-Stein konden 's avonds terugkeren naar hun woningen.

Op vrijdag 30 januari werd het kanaalpeil met 20 cm verhoogd zodat weer beperkt scheepvaart mogelijk was. In het weekeinde werd het kanaalpeil verder verhoogd onder voortdurend monitoren van de conditie van de dijk. Maandagmiddag 2 februari was de situatie zover onder controle dat weer doorgaande scheepvaart mogelijk was in de vorm van konvoivaart met diepgangbeperking. De konvoivaartregeling werd op 5 februari 2004 opgeheven en vanaf dat moment tot aan het definitieve herstel van de dijk gold ter plaatse van de dijkverzakking een oploopverbod en een snelheidsbeperking. In het weekend van 22 en 23 mei 2004 werd de dijk definitief hersteld.

Leidingbeheerder WML leverde via twee toevoerleidingen, waaronder de betreffende stalen leiding onder de dijk bij Stein, water aan het dorp Meers. De betreffende waterleiding is definitief afgesloten. WML geeft aan dat de definitieve afsluiting van de betreffende leiding geen probleem geeft, aangezien de andere toevoerleiding over voldoende capaciteit beschikt.

De schade bedraagt ruim € 2 miljoen. Deze schade omvat de schadeclaims zoals ingediend bij RWS door de beroepsvaart, de industrie en de omwonenden alsmede de kosten die RWS heeft gemaakt voor het herstel van de dijk en het uitvoeren van eigen onderzoek. De kosten die door andere partijen zijn gemaakt (WML, gemeente, hulpdiensten etc.) zijn hierin niet meegenomen.

1.2 Gegevens waterkering

Waterkeringen worden ingedeeld in primaire waterkeringen en regionale waterkeringen⁶. Regionale waterkeringen worden dikwijls weer ingedeeld in bijvoorbeeld secundaire waterkeringen en boezemkades.

Primaire waterkeringen beschermen het omsloten gebied (dijkkring) direct tegen 'buitenwater' zoals de zee, grote meren zoals het IJsselmeer en rivieren. Onder regionale waterkeringen vallen alle niet-primaire waterkeringen. Waterschappen zijn verantwoordelijk voor het beheer van alle primaire en regionale waterkeringen. Een van de uitzonderingen hierop vormen regionale waterkeringen die van bovenregionaal belang zijn. Deze worden beheerd door RWS.

Het Julianakanaal is als onderdeel van het landelijke vaarwegnetwerk aangewezen als hoofdvaarweg en is daarmee als transportroute van nationaal belang. Vanwege deze status is het beheer van het kanaal en de bijbehorende kanaaldijken ondergebracht bij RWS. De dijken langs het Julianakanaal behoren daarmee tot de regionale waterkeringen.

1.2.1 Achtergrondinformatie Julianakanaal

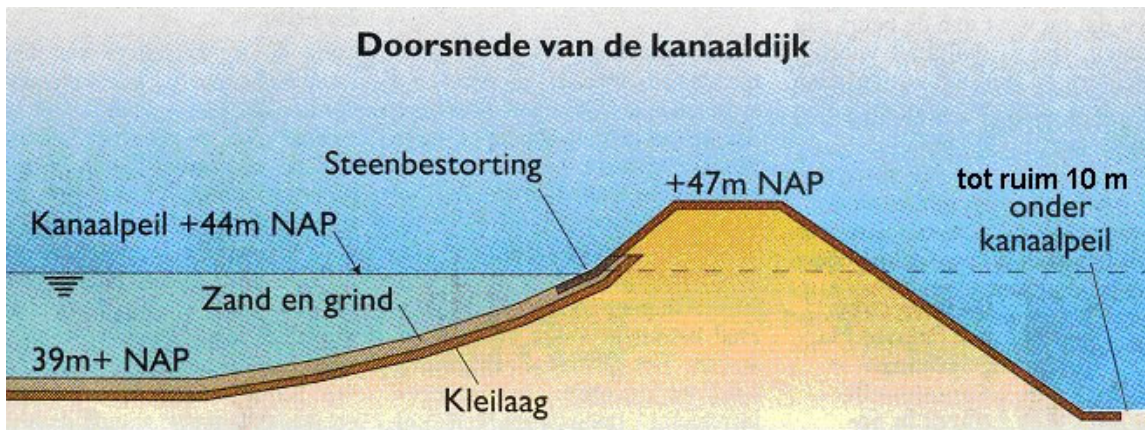
Het Julianakanaal is aangelegd in 1932 ten behoeve van de scheepvaart. Het is 36,8 km lang en relatief smal, zo'n 50 meter breed, en is aangelegd door een heuvelachtig gebied. Als gevolg van het heuvelachtige terrein kan het verschil tussen het waterpeil in het kanaal en het maaiveld van het naastgelegen gebied ter plaatse oplopen tot ruim 10 meter (zie figuur 4).

Zoals ook kort aangegeven in de inleiding van dit rapport kan dit waterpeil in het Julianakanaal alleen op niveau worden gehouden met een nagenoeg waterdichte bekleding van de kanaaldijken en kanaalbodem.

⁶ Definitie afkomstig van het Interprovinciaal Overleg (IPO) en vastgesteld in het onderzoek "Visie op regionale waterkeringen".

De bekleding bestaat uit een laag verdichte klei. De kanaalbodem is bovendien afgedekt met zand en grind en de oevers zijn bedekt met een steenbestorting om te voorkomen dat de kleibekleding wegspoelt als gevolg van golfslag.

In de tijd van de aanleg van het Julianakanaal was het gebruikelijk om bij de aanleg van de dijken gebruik te maken van lokaal beschikbaar materiaal. De dijk heeft daardoor een heterogene samenstelling, bestaande uit klei, zand en löss. Het Julianakanaal is voorzien van kilometrering, welke in het verleden een keer is aangepast.



Figuur 4: Doorsnede van de kanaaldijk van het Julianakanaal (Bron: Cobouw 29-1-2004)

1.2.2 Kruisende leidingen

De oudste leidingen in Meers dateren uit 1926. Het aantal kruisende leidingen onder kanaaldijken is niet exact bekend. Een globale inventarisatie van kruisende leidingen onder de kanaaldijken van het Julianakanaal, Lateraalkanaal en Maas-Waal-kanaal in opdracht van RWS naar aanleiding van het incident bij Stein, geeft de volgende gegevens:

| Locatie | Aantal leidingen |
|--|------------------|
| Julianakanaal (gegevens van 1996) | 112 |
| Lateraalkanaal (gegevens van 1996) | 33 |
| Maas-Waal-kanaal (gegevens van voor verbreding kanaal) | 10-15 |
| Totaal | 155-160 |

Tabel 1: Overzicht kruisende leidingen onder de kanaaldijken van het Julianakanaal, het Lateraalkanaal en het Maas-Waalkanaal (Bron: RWS)

Totaal komt dit neer op circa 155 buisleidingen. RWS DLB geeft aan dat deze gegevens onbetrouwbaar zijn. Een betrouwbaar overzicht zal rond de zomer van 2005 beschikbaar komen.

1.3 Gegevens waterleidingnetwerk

1.3.1 Gegevens waterleidingnetwerk in het algemeen

Leidingbeheerder WML beheert een hoofd- en transportleidingnet bestaande uit 8267 km leiding. Hiervan bestaat 13% uit stalen leidingen.

WML heeft na 27 januari 2004 in de regio Sittard 141 situaties gelokaliseerd, bestaande uit 113 leidingen die een autoweg, spoorweg of waterkering kruisen en 28 leidingen die hieraan parallel lopen. De overige kenmerken zijn:

| Materiaal | Aantal kruisingen | Diameter (mm) | Aantal kruisingen | Leeftijd (jaren) | Aantal kruisingen |
|--------------------------|-------------------|---------------|-------------------|------------------|-------------------|
| AC (Asbest cement) | 29 | t/m 250 | 104 | >60 | 20 |
| Nodulair Gietijzer | 26 | 300 t/m 600 | 30 | 40-60 | 16 |
| PVC (Polyvinyl Chloride) | 2 | >600 | 7 | 20-40 | 54 |
| PE (Poly Ethyleen) | 5 | | | 0-20 | 39 |
| Staal | 79 | | | Onbekend | 12 |

Tabel 2: Overzicht leidingen regio Sittard (Bron: WML)

1.3.2 Gegevens specifieke deel van het waterleidingnetwerk

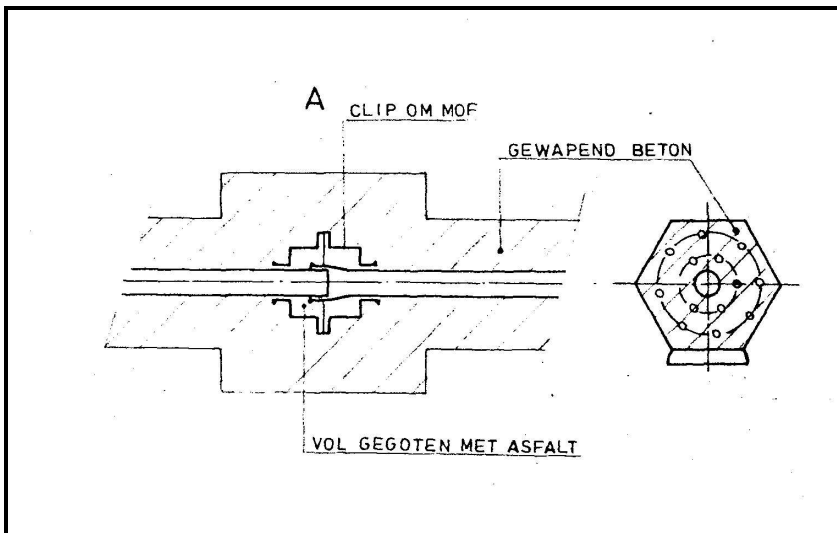
Volgens opgave van de leidingeigenaar en -beheerder WML is de betreffende stalen waterleiding in 1929^{7A} aangelegd onder de Ondergenhouseweg te Stein. Om de aanleg van het Julianakanaal mogelijk te maken en om de watervoorziening in Meers te waarborgen is de leiding in 1931 omgelegd. Voor een afdoende bescherming is het gedeelte van de waterleiding onder de dijk en het kanaal in gewapend beton gestort.

De waterleiding heeft een inwendige diameter van 100 mm en een wanddikte van 5 mm. De leiding is bij de kruising onder het Julianakanaal opgebouwd uit segmenten van ruim 12 meter. Aan de binnenzijde van de stalen leiding is een bitumen bekleding met een dikte van 1 – 4 mm aangebracht. De buis is ingestort in gewapend beton (een achthoekige mantelbuis). De stalen leidingbuizen zijn door middel van lood en striktouw aan elkaar verbonden, dit wordt een mofspie verbinding genoemd. Om de mofspie verbinding is een clip bevestigd.

In figuur 5 is een schematische weergave van de verbinding opgenomen^{7B}. De verbinding van de met beton omgeven segmenten wordt ook schematisch weergegeven in bijlage 4.

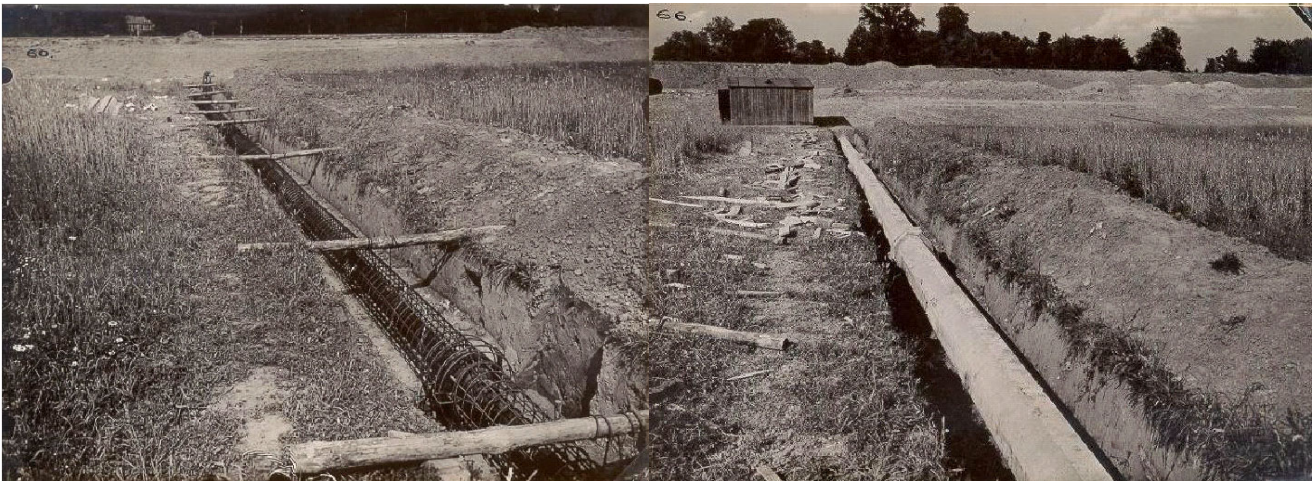
^{7A} Mogelijk is de leiding aangelegd in 1926 in plaats van 1929. Beschikbare informatie hierover is tegenstrijdig.

^{7B} N.B. Op deze tekening staat een zeshoekige betonnen mantelbuis aangegeven, terwijl uit nader onderzoek blijkt dat de constructie als een achthoekige betonnen mantelbuis is uitgevoerd.



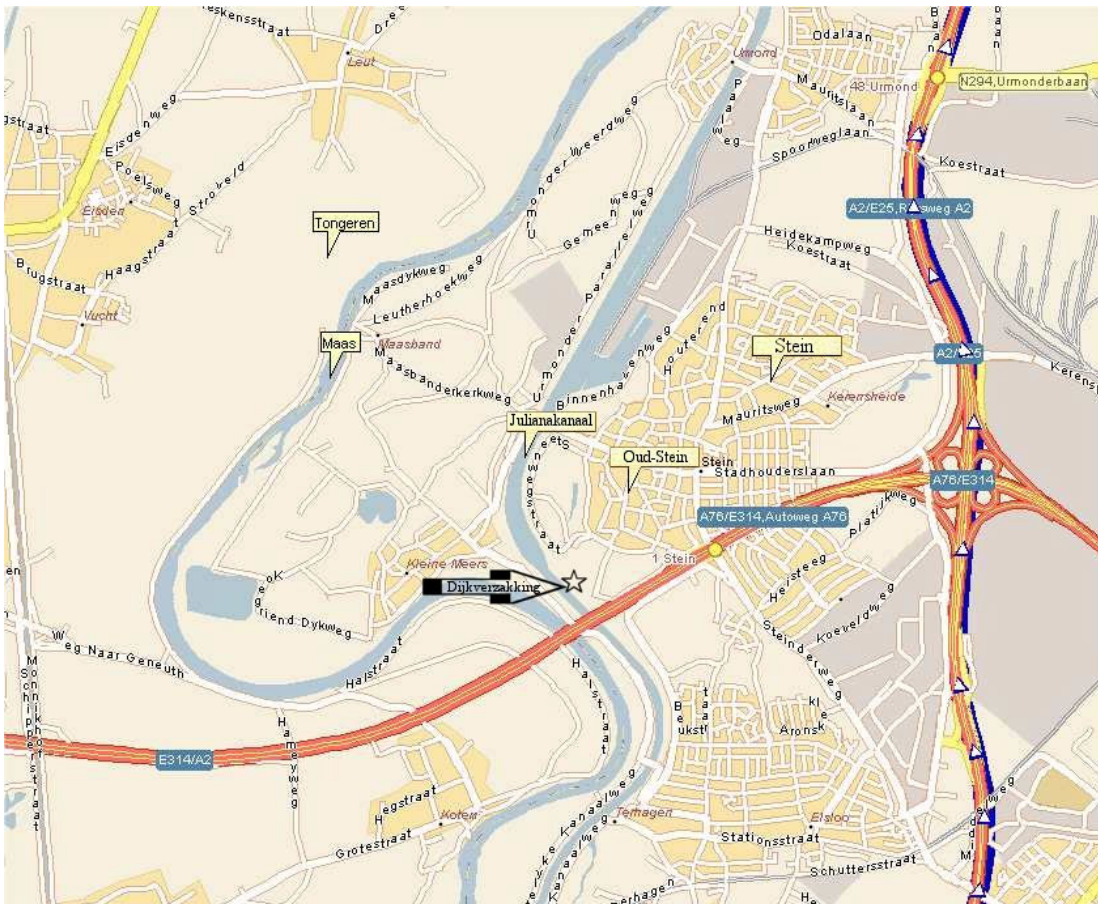
Figuur 5: Schematische weergave mofspie verbinding (Bron: WML)

Onderstaande foto's zijn tijdens de aanleg gemaakt en maken de toenmalige werkwijze enigszins duidelijk. De leiding is oorspronkelijk in het maaiveld ingegraven. Later zijn hier de dijken bovenop gebouwd.



Figuur 6: Foto's tijdens de aanleg van de waterleiding te Stein in 1929 (Bron: WML)

De groei van Meers in combinatie met de sterke toename van het watergebruik leidde omstreeks 1980 ertoe dat de capaciteit van de betreffende waterleiding niet meer voldoende was. In 1983 is besloten om een in 1976 aangelegde waterleiding (met een doorsnede van 150mm) langs de Urweg/Urmonder parallelweg naar de waterzuivering van DSM (ten noorden van Meers), door te trekken tot de Meerser Eindstraat in Meers en hier te koppelen met de bestaande leiding (zie figuur 6).



Figuur 7: Geografische weergave dijkverzaking Stein

1.4 Bevindingen RWS en WML

Kort na het incident is een inspectie van de waterleiding uitgevoerd. Aan beide zijden van het kanaal is aan de voet van de dijk een stuk leiding vrij gegraven en visueel geïnspecteerd. Op donderdag 5 februari 2004 is de gehele leiding van binnen met een camera geïnspecteerd, deze beelden zijn vastgelegd. Het resultaat van de inspectie werd kort na de inspectie door WML als volgt samengevat:

"...

- 20 meter inwaarts in de dijk (ongeveer de locatie van uittreidend water uit de dijk) is een radiale smalle corrosiestrook duidelijk waarneembaar, met over een groot deel van de omtrek een scheur. Hier stroomt ook zand/water binnen, dus ook de betonnenmantel is niet intact. Hier zit dus een lekkage.
- De leiding is voor het grootste deel in een redelijke tot goede conditie; hier en daar is de binnenbekleding beschadigd of zijn corrosieplekken te zien. De uitgegraven delen zijn zondermeer goed.
- De betonnen mantel is op één plaats uitgegraven en is daar in prima staat."

Op 13 februari 2004 is de exacte ligging (x,y,z – coördinaten) van de waterleiding in de dijk ingemeten. Hieruit bleek dat ter plaatse van de dijklichamen de betreffende waterleiding was verzakt.

Diverse overwegingen hebben RWS en WML in het voorjaar van 2004 doen besluiten de gebroken waterleiding niet verder vrij te graven voor nader onderzoek. Samengevat zijn dit de volgende overwegingen:

- De verwachting dat onderzoek nauwelijks andere of aanvullende informatie zal geven ten opzichte van onderzoeken die kunnen worden uitgevoerd aan andere leidingen van hetzelfde materiaal.
- Aanvullend onderzoek naar de oorzaak van de dijkverzakking vereist dat de breukdelen van de waterleiding worden vrij gegraven. Hiertoe is noodzakelijk dat een damwand wordt aangebracht in de dijk en zal het dorp Oud-Stein opnieuw preventief geëvacueerd moeten worden. Aan de uitvoering zijn grote risico's verbonden.
- WML is van mening dat sprake is van een unieke constructie: een stalen leiding met een betonnen mantel, een grindkoffer in de dijk en de dijk is later aangelegd op de leiding.
- De kosten van opgraving en onderzoek van de leiding zijn door WML geraamd op €500.000.
- Maatschappelijke druk vanuit de gemeente Stein om zo spoedig mogelijk tot het definitieve herstel van de dijk over te gaan om het heersende gevoel van onveiligheid bij de omwonenden weg te nemen.

RWS DLB en WML hebben gezamenlijk Geodelft opdracht gegeven voor het uitvoeren van feitelijk onderzoek. Hierover is in december 2004 gerapporteerd (Oorzakenonderzoek dijkvloeiing Julianakanaal te Stein, Feitelijke rapportage bodemonderzoek Fase 3A – December 2004). RWS heeft vervolgens individueel Geodelft aanvullend opdracht gegeven voor het rapporteren over de analyse en de oorzaken (Oorzakenonderzoek dijkvloeiing Julianakanaal te Stein, Hoofdrapport fase 3B Analyse en vaststelling van de oorzaak van de vloeiing - Januari 2005).

Voor de oorzaak of oorzaken van het ontstaan van de breuk van de waterleiding en de dijkverzakking zijn meerdere hypothesen opgesteld door WML, RWS en de door hen ingeschakelde adviseurs (waaronder Geodelft).

De meest waarschijnlijke toedracht van het incident is volgens Geodelft (Bron: Oorzakenonderzoek dijkvloeiing Julianakanaal te Stein, Hoofdrapport fase 3B Analyse en vaststelling van de oorzaak van de vloeiing - Januari 2005)⁸:

"Op basis van de ons thans bekende gegevens is het meest aannemelijk dat de oorzaak van de dijkvloeiing is gelegen in het bezwijken van de circa 70 jaar oude waterleiding in het dwarsprofiel van de dijk. Daarbij is de dijk verzadigd met leidingwater en is deze uiteindelijk in vloeiing gekomen (faalmechanisme micro-instabiliteit).

De meest waarschijnlijke oorzaak van het bezwijken van de leiding is gelegen in de specifieke combinatie van het ontwerp, dan wel uitvoeringswijze van de leiding en het dijklichaam ter plaatse. De waterleiding is in de natuurlijke deklaag (van klei en leem) van het oorspronkelijke maaiveld aangelegd en heeft een in het werk aangebrachte gewapende betonmantel.

(...)

Als gevolg van de betonmantel heeft de leiding een grote axiale stijfheid. De leiding is daardoor niet in staat om verschilzettingen over kortere afstanden in de ondergrond te volgen. Indien zich verschilzettingen voordoen, komt een onevenredig groot deel van de bovenbelasting (zijnde de opgebrachte dijk) op de leiding terecht, waardoor axiale spanningen in de betonmantel en het

⁸ WML heeft afstand genomen van de oorzakenanalyse van Geodelft vanwege het feit dat WML zich afvroeg of Geodelft wel als onafhankelijke partij kon optreden.

leidingmateriaal ontstaan. Indien zich trekkrachten in de leiding manifesteren geeft dit een verhoging van de materiaalspanningen.

(...)

Door het gewicht van de naderhand aangebrachte dijk (de bovenbelasting) zijn verschilzettingen en horizontale grondvervormingen onder c.q. langs de leiding ontstaan; tevens is door de bovenbelasting een trekkracht in de leiding veroorzaakt. Daardoor zijn te grote spanningen in de betonmantel ontstaan, waardoor deze is gescheurd. De vervormingen hebben zich vervolgens geconcentreerd ter plaatse van deze scheuren, waardoor ook te grote materiaalspanningen in de betonbewapening zijn ontstaan.

Het proces van zakking, doorbuiging van de leiding, trek, spanningsopbouw en scheurvorming heeft zeer geleidelijk plaatsgevonden. Dit proces is in de praktijk na maximaal enkele tientallen jaren voltooid. De leidingbreuk is echter pas ontstaan na circa 70 jaar, wat (veel) langer is dan mag worden verwacht. Waarschijnlijk heeft daarom doorgaande corrosie (roestvorming) van de betonwapening en de stalen waterleiding een rol gespeeld bij de verdere propagatie van de scheurvorming. De corrosie van de leiding kan zowel van binnenuit als van buitenaf zijn ontstaan. Uit de eerder genoemde camera-inspectie is duidelijk, dat ter plaatse van de waargenomen scheur sprake is van binnenuit zichtbare, gevorderde corrosie.

Door de in de waterleiding aanwezige te hoge spanningen en te hoge trekbelasting is kort voor de dijkvloeiing op 27 januari 2004 de door corrosie ernstig verzwakte stalen leiding uiteindelijk gescheurd dan wel gebroken op de plaats waar die het zwakst was. Deze plaats is waargenomen onder het centrale deel van de dijk op circa 20,6 m uit de binnenteen, waar de zakking en doorbuiging nagenoeg het grootst is, corrosie is waargenomen en waar de trekbelasting op de leiding het grootst was.

De druk in de waterleiding was aan de pomp 4 à 8 bar. Door deze druk heeft het water zich door de scheur een weg gezocht door de afdekkende grondlagen (zoals is gebleken) naar boven. Dit water heeft de aanwezige zandinsluitingen tot boven in de dijk gevuld.

De drainering van de zandinsluitingen naar het binnentalud was voor het grote aanbod van water onvoldoende, vanwege kleiiger en lemiger dijk materiaal er omheen. Ook de drainering naar de draineersleuf was onvoldoende vanwege de aanwezigheid van kleiige en lemige lagen op de draineersleuf respectievelijk vanwege het (gedeeltelijk) ontbreken van de draineersleuf ter plaatse van de kruising met de draineersleuf en leiding.

Hierdoor is de waterspanning in de zandinsluitingen hoog opgelopen. Op zeker moment is (zonder gerapporteerde vooraanwijzingen zoals een zeer nat binnentalud) het bovenste dijkdeel plotsklaps uitgevloeid.....”

1.5 Vervolgacties RWS en WML

RWS DLB heeft na het incident een aantal vervolgacties opgestart. De stand van zaken van deze acties was eind 2004:

- De opdracht tot het herstellen van de dijk is uitgevoerd en afgerond.

- Inventarisatie transportleidingen onder dijken (ligging leidingen, hoe vergund en hoe beheerd) heeft vertraging i.v.m. capaciteitsproblemen; De risicovolle leidingen zijn in kaart gebracht en vertaald naar gevaarlijke zones in het achterland; Een tussenrapportage is beschikbaar.
- Het onderzoek van de BWD en DWW⁹ naar inspectiemethoden wordt uitgevoerd door de STOWA. Een Plan van Aanpak is beschikbaar.
- Het onderzoek naar het functioneren van de grindkoffer maakt onderdeel uit van het grondmechanisch onderzoek fase 3a en 3b van Geodelft.¹⁰
- Grondmechanisch onderzoek fase 3a en 3b van Geodelft: Het feitenrapport en de analyse zijn beschikbaar; Rapport 3B is begin 2005 afgerond (zie paragraaf 1.4). WML werkt mee aan fase 3a en neemt kennis van de inhoud van fase 3b.
- RWS DLB heeft als verantwoordelijk beheerder van de dijk een eigen interne evaluatie uitgevoerd. De conceptrapportage wordt nog aangevuld met leer- en verbeterpunten.

De stand van zaken van de gestarte vervolgcacties van WML was eind 2004:

- WML heeft een interne projectevaluatie uitgevoerd, waarbij duidelijk naar voren komt dat normaal bij een incident of storing WML de regie voert en in deze situatie een betrokken partij was.
- WML heeft geïnitieerd dat via de branchevereniging VEWIN een landelijk traject binnen de waterleidingsector is opgestart met als doel risico-inventarisatie en toetsing van de beheersmaatregelen.

Tot slot is WML een vervolgonderzoek gestart naar de effectzijde van potentiële lekken van hun 515 leidingen die een dijk, spoorweg of autoweg kruisen of hier parallel aan liggen. WML is voornemens een specifiek onderhoudsregime voor deze leidingen te ontwikkelen.

⁹ BWD betreft de Bouwdienst; DWW betreft Dienst Weg en Waterbouw; Beide diensten zijn onderdeel van RWS.

¹⁰ De resultaten van Geodelft genoemd in paragraaf 1.4 zijn afkomstig uit deze rapportages.

2. ANALYSE: BEOORDELINGSKADER

Dit hoofdstuk bevat het eerste deel van de analyse en beschrijft het gehanteerde beoordelingskader voor het onderzoek naar het incident op 27 januari 2004 te Stein.

Een beoordelingskader vormt een essentieel onderdeel van het onderzoek aangezien het bij een beoordeling van belang is aan te geven tegen welke normen en criteria beoordeeld is. Het beoordelingskader vormt een omschrijving van de gewenste situatie op hoofdlijnen, zodat inzichtelijk gemaakt kan worden waar verbetering mogelijk en/of aanvulling noodzakelijk is.

Het gehanteerde beoordelingskader bestaat uit drie delen. Het eerste deel bevat het beoordelingskader voor veiligheidsmanagement van de Onderzoeksraad. Het tweede deel geeft de relevante onderdelen van de Wet en regelgeving. In het derde deel wordt ingezoomd op de vigerende normen en richtlijnen in de branche.

2.1. Beoordelingskader veiligheidsmanagement

In het verleden is gebleken dat de structuur en de invulling van het veiligheidsmanagement-systeem een cruciale rol speelt bij het aantoonbaar beheersen en continu verbeteren van de veiligheid. Voor de Onderzoeksraad belangrijke aandachtspunten daarbij zijn:

- a) Aantoonbare vastlegging van het beleid ter voorkoming van ongewenste gebeurtenissen waarin de algemene doelstellingen en beginselen zijn opgenomen ter voorkoming en beheersing van de geïdentificeerde ongewenste gebeurtenissen. Hierbij dient een expliciete relatie te worden gelegd tussen de wet- en regelgeving, de voor de branche vigerende normen en de voor het bedrijf specifiek opgestelde veiligheidsdoelstellingen.
- b) Een beschrijving van de wijze waarop het gehanteerde beleid tot uitvoering wordt gebracht, de concrete doelstellingen, plannen en daaruit voortvloeiende preventieve en repressieve maatregelen.
- c) Eenduidig toebedeelde verantwoordelijkheden ten aanzien van de uitvoering van veiligheidsplannen en maatregelen en een duidelijk en actieve centrale coördinatie van veiligheidsactiviteiten.
- d) Een systeem van monitoring en onderzoek van incidenten, bijna-ongevallen en ongevallen, alsmede een deskundige analyse daarvan om eventueel aanscherping in de plancyclus mogelijk te maken.
- e) Periodiek uitvoeren van (risico)analyses, observaties, inspecties en audits om verbeterpunten aan het licht te brengen en daar actief op te kunnen sturen.
- f) Heldere en vastgelegde afspraken met de omgeving over de algemene werkwijze, wijze van toetsing daarvan, procedures bij afwijkingen etc.
- g) Een periodieke evaluatie en eventuele bijstelling door het management (management review) van het veiligheidsbeleid.

2.2. Nederlandse wetgeving

De *Waterleidingwet* regelt het toezicht op waterleidingbedrijven in het belang van de volksgezondheid.

Artikel 4.1:

"De eigenaar van een waterleidingbedrijf is gehouden zorg te dragen, dat de levering van deugdelijk leidingwater aan de verbruikers in zijn distributiegebied gewaarborgd is in zodanige hoeveelheid en onder zodanige druk als het belang der volksgezondheid vereist."

De *Wet op de waterkering (1996)* stelt strenge eisen aan de primaire waterkeringen en vereist dat periodiek (om de vijf jaar) het waterkerend vermogen wordt getoetst inclusief de invloed van niet-waterkerende objecten (zoals buisleidingen). Wettelijk zijn geen eisen gesteld aan het beheer van regionale waterkeringen.

Het Waterleidingbesluit is februari 2001 in werking getreden. In het Waterleidingbesluit staan voorschriften over:

- Micro-organismen en stoffen die in leidingwater kunnen voorkomen en die relevant kunnen zijn voor de volksgezondheid.
- De inrichting van het leidingnet, de te gebruiken materialen en chemicaliën:

Artikel 4.1:

"Leidingwater dat de eigenaar aan derden ter beschikking stelt, bevat geen micro-organismen, parasieten of stoffen in aantallen per volume-eenheid of concentraties die nadelige gevolgen voor de volksgezondheid kunnen hebben."

2.3. Normen en richtlijnen

Ten tijde van de aanleg van de waterleiding in 1929 bestonden nog geen nationale normen of richtlijnen voor de aanleg en het beheer van waterleidingen in een dijk. Vermoedelijk waren er ook geen voorschriften of richtlijnen voor lokale overheden of bedrijven.

In 1972 is een voorloper van de huidige normen en richtlijnen verschenen, te weten de pijpleidingcode Zuid Holland. Anno 2005 zijn voor een stalen leiding die een regionale waterkering kruist de normen NEN 3650 (2003) en NEN 3651 (2003) van toepassing:

- NEN 3650 Eisen voor buisleidingsystemen
- NEN 3651 Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatwerken

De NEN 3650 (2003) stelt eisen aan het beheer van bestaande en oude leidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken zoals, primaire en regionale waterkeringen, primaire en secundaire wegen en rijks- en provinciale vaarwegen.

De NEN 3651 (2003) stelt eisen aan het ontwerp van nieuwe en bestaande leidingen in primaire waterkeringen en alleen eisen aan het ontwerp van nieuwe leidingen in regionale waterkeringen. De eisen aan het ontwerp van leidingen en voor het onderzoeken van de invloed op waterstaatswerken zijn informatief voor alle andere waterstaatswerken dan primaire waterkeringen.

De VEWIN-richtlijn (2003) stelt eisen aan het beheer van drinkwaterleidingen.

3. ANALYSE: BETROKKEN PARTIJEN EN HUN VERANTWOORDELIJKHEDEN

Bij dit incident zijn RWS en WML betrokken als respectievelijk de dijkbeheerder van het Julianakanaal en de leidingbeheerder van de waterleiding. Hieronder worden de taken en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen nader toegelicht. Tevens wordt ingegaan op de rol van de overheid als toezichthouder op het gebied van dijk- en leidingbeheer.

3.1. De dijkbeheerder RWS

Rijkswaterstaat Directie Limburg (RWS DLB) is verantwoordelijk voor het beheer van de kanaaldijk bij Stein. Deze kanaaldijk is een regionale waterkering die van bovenregionaal belang is.

Het beheersgebied van RWS DLB voor wat betreft de Maas strekt zich in de lengterichting uit vanaf de landsgrens met België bij Eijsden tot Ammerzoden ten westen van 's-Hertogenbosch. Daarnaast behoren tot het beheersgebied van deze Regionale Directie enkele Maaskanalen (Julianakanaal, het Lateraalkanaal, het Maas-Waalkanaal en het kanaal van St. Andries) en Midden-Limburgse Kanalen (Zuid-Willemsvaart, kanaal Wessems-Nederweert en de Noordervaart). De RWS DLB bestaat uit vijf Dienstkringen en een binnendienst. Het beheer van het Julianakanaal wordt uitgevoerd door de Dienstkring Maastricht-Maas (RWS DMM).

Als dijkbeheerder houdt RWS DLB zelf een eigen registratie bij over de ligging van kabels en leidingen in, onder of parallel aan waterstaatswerken. Hierin is RWS DLB afhankelijk van de registratie bij de leidingbeheerders.

3.2. De leidingbeheerder WML

N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) is eigenaar van de waterleiding aangetroffen in de dijk bij Stein. WML is een naamloze vennootschap met 500 aandelen. Provincie Limburg bezit bijna een kwart van de aandelen, de rest is verdeeld onder de Limburgse gemeenten.

De wettelijke taken van WML zijn vastgelegd in het Waterleidingbesluit. Vanuit haar nutstaak voorziet WML de gehele Limburgse bevolking van drinkwater. WML is beheerder en vanuit die rol verantwoordelijk voor de technische status van hun waterleidingen en de kwaliteit van water en leveringszekerheid.

3.3. De toezichthouder op het gebied van leiding- en dijkbeheer

De *waterstaatszorg* (de overheidszorg die te maken heeft met waterkering, waterhuishouding en land- en waterwegen) wordt op alle overheidsniveaus uitgeoefend. Zo draagt het Rijk de zorg voor beheer van rijkswegen en rijkswateren en de provincie voor grondwaterbeheer, provinciale wegen en vaarwegen. De gemeente zorgt voor gemeentelijke wegen en het waterschap zorgt voor de wegen buiten de gemeenten.

Inspectie VROM controleert of WML voldoet aan het Waterleidingbesluit. Centraal in de inspecties staan de kwaliteit van het water, veiligheid in relatie tot terrorisme en de leveringszekerheid. Hiertoe worden

onder andere pompstations bezocht en geïnspecteerd op toegankelijkheid. VROM heeft geen betrokkenheid gehad bij dit incident.

Regionale waterkeringen die niet van bovenregionaal belang zijn, worden beheerd door de Waterschappen. De provincies zijn toezichthouder op de Waterschappen. Het is niet hun taak toezicht uit te oefenen op RWS DLB voor wat betreft het dijkbeheer.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft tot taak om te controleren of RWS voldoet aan zijn wettelijke taken.

3.4. Gemeente Stein

De dorpen Stein en Oud-Stein behoren tot de gemeente Stein. De gemeente Stein is verantwoordelijk voor het beheer van de openbare ruimte.

3.5. Bewoners Oud-Stein

Het dorp Oud-Stein heeft 543 bewoners (216 woningen).

3.6. Geodelft

Als kennisinstituut houdt Geodelft zich bezig met het ontwikkelen en verspreiden van kennis op het gebied van geo-engineering. WML en RWS hebben gezamenlijk opdracht verleend aan Geodelft voor het onderzoek van feitelijke informatie in fase 3A.

Vervolgens heeft RWS aan Geodelft opdracht gegeven om de oorzaak van de calamiteit te onderzoeken (fase 3b). WML heeft afstand genomen van de oorzakenanalyse van Geodelft vanwege het feit dat WML zich afvroeg of Geodelft wel als onafhankelijke partij kon optreden.

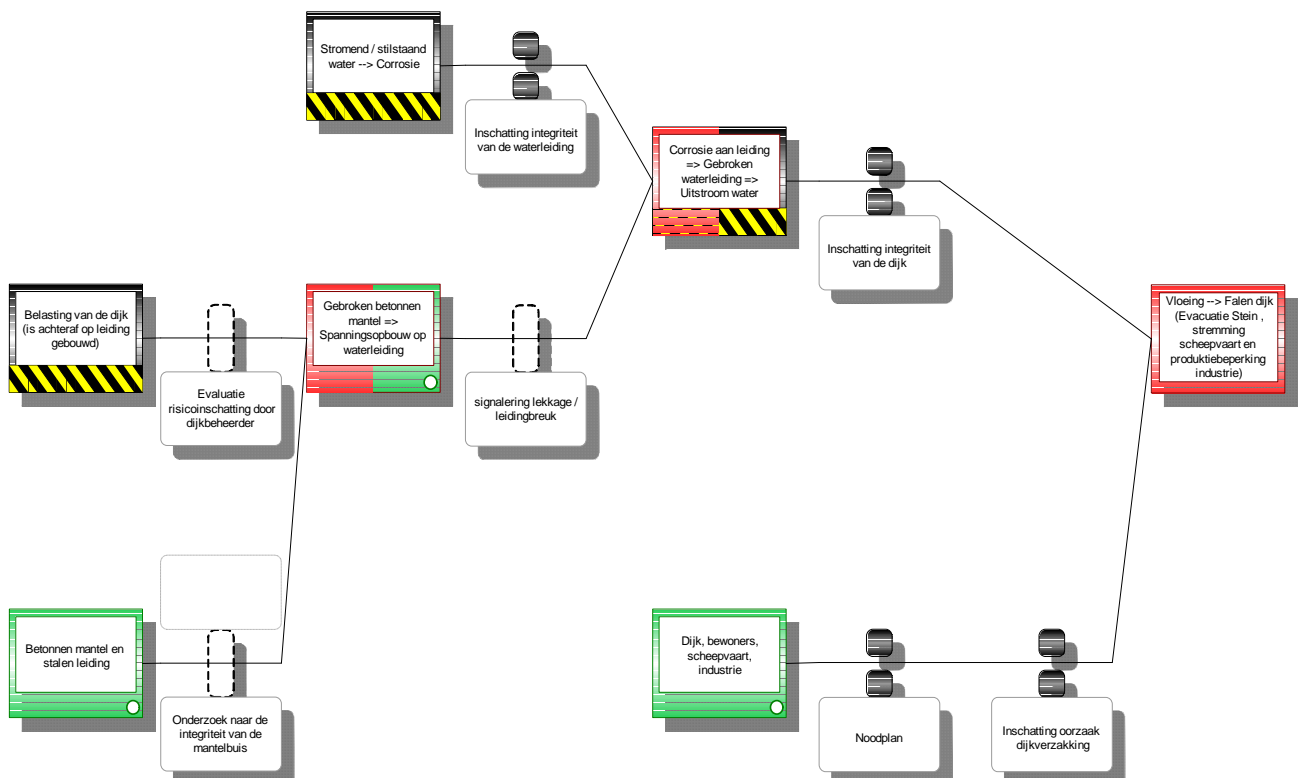
4. ANALYSE: DIRECTE OORZAAK EN ACHTERLIGGENDE FACTOREN

4.1. Structuur en focus van de analyse

Dit hoofdstuk bevat het derde deel van de analyse te weten de analyse van de directe oorzaak en de achterliggende factoren bij de dijkverzakking op 27 januari 2004. Voor dit deel van de analyse heeft de Onderzoeksraad onder andere gebruik gemaakt van tijdslijnanalyse (zie bijlage 2) en de analysemethode Tripod (zie bijlage 3). Het kerndiagram van de Tripodanalyse is weergegeven in figuur 8.

De Onderzoeksraad heeft op basis van eigen onderzoek en de uitgevoerde Tripodanalyse geconcludeerd dat sprake is van één directe oorzaak voor het falen van de veiligheidsmaatregelen waardoor de dijkverzakking op 27 januari 2004 te Stein kon ontstaan, namelijk een leidingbreuk als gevolg van het niet tijdig waarnemen van de wanddikteafname van de leiding door corrosie.

De Onderzoeksraad heeft deze directe oorzaak voor het falen van veiligheidsmaatregelen nader onderzocht. Ook wordt in het onderzoek aandacht besteed aan maatregelen die niet genomen zijn, maar die de dijkverzakking wel hadden kunnen voorkomen. Gezien een interne prioriteitsstelling is de crisisbeheersing en hulpverlening bij dit incident niet onderzocht.



Figuur 8: Kerndiagram Tripodanalyse

Zoals vermeld richt het onderzoek van de Onderzoeksraad zich op de aanwezigheid, afwezigheid en effectiviteit van veiligheidsmaatregelen en de mate van beheersing in relatie tot het beoordelingskader voor veiligheidsmanagement in hoofdstuk 2 van dit rapport.

4.2. Directe oorzaak van de dijkverzakking

In Stein was sprake van het bezwijken van de waterkering door vloeïing van de kruin en het binnentalud. De dijkvloeiing heeft een grillig oppervlak achter gelaten. Zie de onderstaande foto's in figuur 9



Figuur 9: Weergave dijkverzakking bij Stein (Bron: RWS)

Na twee dagen werd vastgesteld dat een lekke waterleiding de wateruitstroming veroorzaakte. Deze waterleiding is niet opgegraven waardoor een aantal mogelijke oorzaken van de lekkage van de waterleiding niet direct definitief is uit te sluiten.

De Onderzoeksraad heeft een deelonderzoek laten uitvoeren naar de conditie van de waterleiding en de oorzaak van het bezwijken van de dijk. In opdracht van de Raad heeft onderzoeksbureau TNO de videobeelden van de eerder genoemde camera-inspectie (5 februari 2004 uitgevoerd in opdracht van één van de adviseurs van WML) geanalyseerd en materiaalonderzoek uitgevoerd op enkele delen van de betreffende leiding. Tevens is door onderzoeksbureau R+K een sterkteberekening uitgevoerd. Een uitgebreide samenvatting van beide deelonderzoeken is opgenomen in bijlage 6.

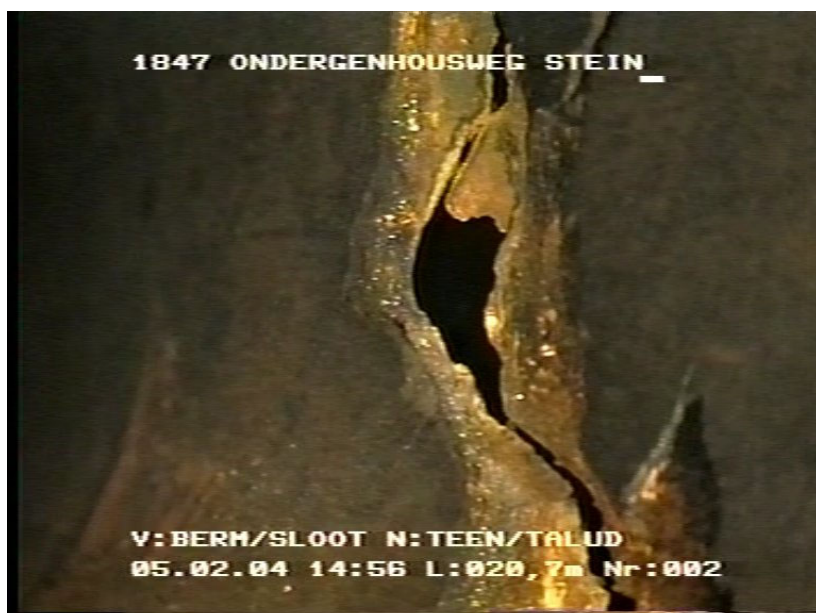
Uit het uitgevoerde onderzoek blijkt dat op 20,8 meter van het insteekpunt van de camera aan de Steinse zijde de stalen buis op ongeveer 10 cm afstand van de mofspie verbinding rondom was gescheurd en hieruit water lekte. De scheur was, in ieder geval voor een deel, betrekkelijk oud en lokale onthechting van de inwendige bekleding en corrosie op deze positie ter hoogte van de clip heeft hier waarschijnlijk aan bijgedragen. De clip was een onderdeel van de toegepaste mofspie verbindingen (zie ook paragraaf 1.3.2).

Uit het deelonderzoek van de videobeelden blijkt verder dat over het gehele traject van inspectie op ongeveer 10 cm afstand van alle in totaal vijf geïnspecteerde verbindingen sprake was van onthechting van de bitumen bekleding. Veelal vormde zich hierbij ook een ringvormig patroon. Het ontstaan van de lokale onthechting kan op twee manieren worden verklaard.

De lokale onthechting van de bitumen bekleding kan het gevolg zijn van beschadiging door het aankloppen van het lood tussen de clip en de buis bij de aanleg in 1926, waarna op den duur scheurvorming en corrosie optreedt. Een andere verklaring is onthechting als gevolg van corrosie nabij de verbindingen.

Onderstaand scenario verklaart naar het oordeel van de Onderzoeksraad het incident.

1. De leiding verzakte door het gewicht van de dijk
De eerste jaren na de aanleg van de dijk vond een proces van zetting van dijk en spanningsopbouw in de leiding plaats. De zakking van de leiding die na het incident door inmeting is vastgesteld, is volledig te verklaren door het gewicht van de dijk.
2. De betonnen mantelbuis brak in de beginjaren na de aanleg
Het gewicht van de dijk belaste de leiding ongelijkmatig. De spanningsopbouw in de leiding als gevolg van de zakking veroorzaakte in de jaren na de aanleg een breuk in de betonnen mantelbuis. De betonnen mantelbuis scheurde uiteindelijk volledig. Hierdoor nam de inwendige spanning en rek in de stalen leiding toe.
3. De leidingbuis scheurde als gevolg van ernstige corrosie
Op het moment dat de stalen leiding door corrosie verzwakte, trad uiteindelijk scheuring van de leiding op. Hierbij maakte het niet uit of de corrosie van binnen- of van buitenuit of van beide kanten is opgetreden. De breuk ontstond op de plek waar in de leiding de spanningsopbouw het grootst was (zie ook de video-opname in figuur 10). Dit was nabij een mofspie verbinding, waar ook de corrosie is waargenomen.
4. Dit leidde uiteindelijk tot een lekkage, verzadiging van de dijk en de dijkverzakking.



Figuur 10: Opname camera-inspectie van de lekkage

Samengevat concludeert de Onderzoeksraad dat aan de leidingbreuk twee mechanismen ten grondslag liggen, namelijk zetting van de dijk inclusief de bijbehorende zakking van de leiding en corrosie van de leiding. De zetting van de dijk inclusief de bijbehorende zakking van de leiding vindt hoofdzakelijk plaats in de eerste decennia na aanleg van de dijk (in de periode van 1929 tot circa 1950). Een dergelijke zetting is een normaal en bekend proces wat daarmee naar het oordeel van de Raad een bekend uitgangspunt zou moeten zijn voor het beheer van dergelijke combinaties van dijken en leidingen. Het ontstaan van corrosie van de leiding is een verouderingsproces wat naar het oordeel van de Raad eveneens een bekend mechanisme is. Als gevolg van de aanzienlijke wateruitstroming uit de gebroken leiding werd de dijk vervolgens instabiel en ontstond een dijkverzakking.

De directe oorzaak van de dijkverzakking is een leidingbreuk als gevolg van het niet tijdig waarnemen van de wanddikteafname van de leiding door corrosie.

WML heeft in zijn reactie op het concept rapport d.d. 20 mei 2005 en tijdens de mondelinge toelichting aan de Onderzoeksraad d.d. 24 juni 2005 aangegeven deze conclusie van de Raad over de directe oorzaak van de leidingbreuk en vervolgens de dijkverzakking niet te delen. Volgens WML en de betrokken adviseurs zijn ook andere hypothesen denkbaar. Dit betreffen hypothesen in relatie tot de volgorde in de tijd van de zetting van de dijk (inclusief leiding) en de corrosie van de leiding, het mogelijk effect van een aanvullende steenbestorting van de kanaaldijk en het effect van het niet juist functioneren van de grindkoffer in de kanaaldijk. De Onderzoeksraad heeft kennis genomen van deze hypothesen maar acht deze hypothesen minder waarschijnlijk. Hierbij is mede van belang dat de Raad ná afronding van zijn analyse van de directe oorzaak in januari 2005 het rapport van het oorzakenonderzoek van Geodelft (fase 3b) heeft ontvangen. Dit rapport van Geodelft bevestigt grotendeels de conclusies van de Raad (zie paragraaf 1.4).

De voorafgaande gebeurtenissen en directe oorzaak zijn onderzocht op basis van het beoordelingskader beschreven in hoofdstuk 2. Hierdoor is een aantal tekortkomingen inzichtelijk geworden op organisatie- en systeemniveau. Deze achterliggende factoren worden in de volgende paragrafen beschreven.

4.3. Maatschappelijke verwachting veiligheidsmanagement

Tekortkomingen in risicobeheersing bij de dijkbeheerder en de leidingbeheerder hebben een directe relatie met het ontbreken van een adequaat systeem voor veiligheidsmanagement. Van dergelijke organisaties wordt een adequaat en operationeel systeem voor veiligheidsmanagement verwacht. Bovendien is een dergelijk systeem gebruikelijk conform de normen en richtlijnen uit de branche.

Op basis van de genoemde directe oorzaak van de dijkverzakking heeft de Onderzoeksraad onderzoek verricht naar de wijze van beheer van de dijk en de leiding. In dit onderzoek is ook expliciet de werking van het huidige veiligheidsmanagementsysteem van zowel de dijkbeheerder RWS als leidingbeheerder WML beschouwd. Van dergelijke organisaties wordt een adequaat en operationeel systeem voor veiligheidsmanagement verwacht. Bovendien is een dergelijk systeem gebruikelijk conform de normen en richtlijnen uit de branche.

Tijdens het onderzoek heeft de Onderzoeksraad echter vastgesteld dat tekortkomingen in risicobeheersing bij de dijkbeheerder en leidingbeheerder een directe relatie hebben met het ontbreken van een adequaat systeem voor veiligheidsmanagement. Daarbij zijn twee ontwikkelingen in de laatste decennia van belang, te weten het intensievere gebruik van de beschikbare ruimte in Nederland en het ouder worden van het leidingnetwerk. Beide aspecten maken dat het voor de dijkbeheerder en de

leidingbeheerder noodzakelijk wordt om steeds beter inzicht te krijgen in de kans van optreden en de gevolgen van het bezwijken van dijken door bijvoorbeeld falende leidingen.

Uit dit onderzoek blijkt eveneens dat sinds het ontstaan van de pijpleidingcode Zuid Holland in 1972 het gevaar van kruisende waterleidingen in dijken door dijkbeheerders en leidingbeheerders is onderkend (zie ook bijlage 2). Inmiddels is deze pijpleidingcode opgenomen in de momenteel vigerende versies van de normen en richtlijnen (NEN 3650/3651 en VEWIN-richtlijn van 2003). Deze vigerende normen en richtlijnen stellen concrete eisen aan het beheer van dergelijke leidingen in de nabijheid van belangrijke waterstaatswerken. Desondanks is hieraan door zowel dijkbeheerder RWS als leidingbeheerder WML voor de situatie bij Stein niet tot nauwelijks invulling gegeven.

Deze tekortkomingen in het beheer van dergelijke regionale waterkeringen zoals bij Stein hebben de Onderzoeksraad verbaasd, gezien de prominente taak en verantwoordelijkheid die dijkbeheerder RWS heeft ten aanzien van de veiligheid van waterkeringen. De Onderzoeksraad had verwacht dat RWS, gezien zijn brede maatschappelijke taak en vanuit zijn deskundigheid, explicieter rekening zou houden met de verschillende oorzaken voor het bezwijken van dijken, waaronder falende leidingen.

Daarnaast is de Onderzoeksraad van mening dat leidingbeheerder WML bij het beheer van zijn leidingnetwerk meer aandacht had moeten schenken aan de veiligheid van de omgeving. Zowel de diverse incidenten met breuken in waterleidingen in de afgelopen jaren alsook de huidige normen en richtlijnen hadden daartoe voldoende aanleiding moeten geven. Voor wat betreft dit punt onderkent de Raad een eerder gesignaleerd probleem van het niet naleven van eigen normen en richtlijnen¹¹. Aan de andere kant beseft de Onderzoeksraad dat waterleidingen van oudsher niet als bijzonder gevaarzettend worden beschouwd, in vergelijking tot bijvoorbeeld gasleidingen.

Het voorliggende onderzoek heeft op dit laatste punt duidelijk gemaakt dat waterleidingbedrijf WML zich in het beheer uitsluitend richt op twee bedrijfsdoelen. Dit betreft de kwaliteit van het water en de leveringszekerheid daarvan. De Onderzoeksraad constateert dat WML de veiligheid in de nabijheid van de waterleidingen en/of beschadiging van eigendommen van derden vooralsnog niet expliciet heeft meegenomen. Dit was mogelijk logisch en maatschappelijk acceptabel in het verleden, maar is gezien de genoemde factoren (intensiever ruimtegebruik & oudere leidingen) naar de mening van de Raad niet langer voldoende. De veiligheid in de nabijheid van waterleidingen dient ook expliciet gewaarborgd te worden in het bedrijfsproces van waterleidingbeheerders, waarmee de toepassing van een veiligheidsmanagementsysteem ook in dit opzicht noodzakelijk wordt.

Het is tot slot de taak en verantwoordelijkheid van zowel de betrokken overheden als de betrokken organisaties om zwakke plekken in het dijkbeheer, waterleidingbeheer en de bijbehorende veiligheidszorgsystemen op te sporen en deze zwakke plekken tot een redelijk niveau te beheersen. Op basis van dit onderzoek heeft de Raad de indruk dat hierbij geen sprake hoeft te zijn van aanzienlijke technische inspanningen, maar dat met name preventie en risicobeheersing meer aandacht behoeven. Dit geldt zowel voor RWS, WML als de toezichthoudende organisaties.

Het bovenstaande verklaart naar de verwachting van de Raad voor een groot deel de tekortkomingen in het beheer van RWS en WML zoals weergegeven in de volgende paragrafen (zie paragrafen 4.4. – 4.8).

¹¹ Zie ook eerdere rapporten van de Raad voor de Transportveiligheid, waaronder rapport 'Gasexplosie Bergschenhoek' (zie www.rvtv.nl)

4.4. Achterliggende factor: Veiligheidsaanpak RWS is te beperkt

De veiligheidsaanpak van RWS DLB voor het beheer van regionale waterkeringen zoals de dijk bij Stein is te beperkt, aangezien onvoldoende inzicht bestaat in het aantal leidingen in de dijken, de risico's van dergelijke leidingen in de dijken, de consequenties van aanscherpingen van veiligheidseisen (conform NEN 3650/3651) en de wijze van beheer van deze leidingen door leidingbeheerders zoals WML.

4.4.1. Inzicht in risico's voortkomend uit kruisende leidingen beperkt

RWS DLB heeft geen duidelijke veiligheidsaanpak geformuleerd ten aanzien van leidingen die in dijken liggen. Uit onderzoek blijkt dat RWS DLB onvoldoende inzicht heeft in het aantal aanwezige transportleidingen in dijken, de daaruit voortkomende risico's en hoe de leidingen worden beheerd. Om die redenen heeft RWS DLB tot op heden geen risicobeperkende maatregelen genomen.

Naar aanleiding van de dijkverzakking is RWS DLB gestart met een inventarisatie van kruisende transportleidingen onder dijken binnen risicovolle gebieden. Als risicovolle gebieden worden aangemerkt de gebieden die onder water kunnen lopen als een kanaaldijk zou doorbreken. Van de transportleidingen wordt de ligging bepaald en geïnventariseerd welke vergunningsvoorwaarden op de leiding van toepassing zijn.

De Onderzoeksraad constateert dat RWS DLB onvoldoende inzicht heeft in de risico's die voortkomen uit kruisende leidingen en als gevolg daarvan onvoldoende risicobeperkende maatregelen heeft genomen om risico's ten aanzien van de functie van dijken te beheersen.

RWS DLB heeft in zijn reactie op het concept rapport aangegeven dat deze conclusie onverkort van toepassing is voor oude leidingen, maar niet op recenter aangelegde kruisende leidingen. RWS DLB heeft daarbij aangegeven dat de meer recente leidingen bij de vergunningverlening door de betreffende aanvrager zijn getoetst conform de actuele normen en richtlijnen (zie paragraaf 2.3). De Onderzoeksraad heeft dit niet nader geverifieerd.

4.4.2. RWS DLB stelt in vergunning onvoldoende eisen

In 1937 heeft de toenmalige Regionale Directie van Rijkswaterstaat het waterleidingbedrijf een vergunning verleend voor het leggen en behouden van de onderhavige waterleiding. Ten aanzien van de aanleg wordt als voorwaarde gesteld dat uitvoeringsplannen moeten worden voorgelegd aan Rijkswaterstaat. In deze vergunning worden geen voorwaarden gesteld aan onderhoud en beheer.

In 1948 en 1949 heeft de toenmalige Regionale Directie van Rijkswaterstaat opnieuw een vergunning afgegeven aan WML voor onder andere de aanleg van buisleidingen in het Julianakanaal. Vergunningen werden afgegeven op basis van de toen beschikbare kennis. In deze vergunning is vastgelegd dat de verantwoordelijkheid voor ondermeer het gebruiken, onderhouden en aanwezig zijn van waterleidingen niet overgedragen wordt naar Rijkswaterstaat. Deze vergunning is niet herzien en naast deze vergunning hebben het waterleidingbedrijf en de dijkbeheerder na de aanleg geen onderlinge afspraken gemaakt ten aanzien van het beheer en onderhoud van de waterleiding.

Tegenwoordig stelt RWS DLB de volgende eisen aan vergunningen:

"Bij de aanleg van een kruisende leiding door een leidingbeheerder onder een waterkering dienen de vergunningaanvragen door RWS doorgaans te worden getoetst op basis van:

- 1. Rapport Hoogspanningslijnen, pijpleidingen en kabels in en nabij rijkswerken (documentnummer: dlb 2003/3278; 1981)*
- 2. Richtlijn Boortechnieken (Publicatie DWW-2003-047, januari 2004)*
- 3. NEN normen 3650 en 3651*

Daarnaast wordt doorgaans in zijn algemeenheid beoordeeld (ervaringsdeskundige bij Technisch Beheer) of de aangevraagde werken mogelijke schade of een gevaar opleveren m.b.t. de aanwezige infrastructuur en het veilig en doelmatig gebruik van waterstaatswerken niet in de weg staat."

Opvallend hierbij is dat getoetst wordt op NEN 3650 en NEN 3651, terwijl het beheer van WML op dit moment nog niet is ingericht conform deze NEN-normen (zie ook paragraaf 4.7).

Vergunningen hoeven niet verlengd te worden, waardoor onder andere aan het beheer van bestaande leidingen geen eisen conform nieuwe inzichten kunnen worden gesteld. Tevens worden in de vergunningen geen eisen gesteld aan het tekeningbeheer. Bij de aanvraag van een vergunning worden de ontwerptekeningen aangeleverd. Indien de leiding niet conform ontwerptekening wordt aangelegd, is terugkoppeling hierover niet gewaarborgd.

Op basis van 'Best Practices' voor leidingbeheer, concludeert de Onderzoeksraad dat leidingbeheerder WML verantwoordelijk is voor het beheer van de waterleiding. De Raad is echter ook van mening dat dijkbeheerder RWS DLB concrete afspraken had moeten maken met leidingbeheerder WML ten aanzien van het beheer en onderhoud van de waterleiding.

4.4.3. Geen concrete eisen voor beheer van regionale waterkeringen beschikbaar

Uit het onderzoek is gebleken dat RWS DLB geen afspraken heeft gemaakt met leidingbeheerder WML. De achterliggende factor hierbij is dat de totale RWS organisatie vrijwel geen eisen stelt aan het beheer van regionale waterkeringen door de verschillende directies van RWS. Tevens blijkt dat de totale RWS organisatie aan het beheer van primaire waterkeringen hoge eisen stelt in relatie tot externe veiligheid en vrijwel geen eisen stelt aan het beheer van regionale waterkeringen.

Daarbij heeft de Onderzoeksraad geconstateerd dat de totale RWS organisatie het huidige verschil in eisen aan beheer van primaire en regionale waterkeringen niet expliciet heeft onderbouwd met een risicoanalyse. Daarmee ontbreekt de onderbouwing om vrijwel geen eisen te stellen aan het beheer van regionale waterkeringen door de Regionale Directies van RWS. De Onderzoeksraad heeft daarbij de indruk dat het mogelijk in eerste instantie gerechtvaardigde verschil in eisen voor het beheer van primaire en regionale waterkeringen in de huidige situatie (oudere leidingen, intensievere bebouwing, etc.) niet langer acceptabel is.

4.5. Achterliggende factor: Toezicht ontbreekt

De Onderzoeksraad heeft vastgesteld dat RWS Directie Limburg niet door een toezichthoudend orgaan is gecontroleerd op de wijze waarop RWS Directie Limburg het dijkbeheer heeft ingericht. De toezichthoudende rol van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat ten aanzien van de activiteiten van RWS Directie Limburg is tot op heden niet ingevuld. Ook het toezicht op de veiligheid van waterleidingnetwerken is niet ingevuld.

4.5.1. Toezicht op dijkbeheer uitgevoerd door Rijkswaterstaat ontbreekt

Toezicht op Rijkswaterstaat, als dijkbeheerder van regionale waterkeringen die van boven regionaal belang zijn, ontbreekt. Dit wordt bevestigd door de Unie van Waterschappen (Bron: Visie op regionale waterkeringen, IPO Juni 2004):

"Regionale keringen kunnen grofweg ingedeeld worden in drie groepen: de keringen die buitenwater keren maar geen primaire waterkering zijn, de keringen die ander water keren, en droge keringen.

Over de actuele toestand van regionale keringen is, in vergelijking met de primaire keringen, weinig bekend. Om de actuele toestand te kunnen bepalen van regionale keringen is het van belang over gegevens te beschikken over deze keringen. Hiervoor ligt de verantwoordelijkheid bij de beheerder.

...

Rijkswaterstaat heeft regionale waterkeringen in beheer die van bovenregionaal belang kunnen zijn ... De provincies kunnen deze regionale keringen wel aanwijzen maar er vooralsnog geen toezicht op uitoefenen."

Tot op heden is RWS DLB niet door een toezichthoudend orgaan gecontroleerd op de wijze waarop RWS DLB het dijkbeheer heeft ingericht. RWS DLB heeft in zijn reactie op het concept rapport van de Onderzoeksraad aangegeven dat het vraagstuk met betrekking tot de toezichthoudende rol momenteel nog onderwerp van discussie is in het kader van de integrale waterwet. RWS heeft als uitvoerings- en beheersorganisatie van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat onder andere als wettelijke taak toebedeeld gekregen het beheer van de onderhavige kanaaldijken. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is verantwoordelijk voor het toezicht op de uitvoering van deze taak.

4.5.2. Toezicht op de integriteit van waterleidingnetwerken ontbreekt

Zoals in het vorige hoofdstuk aangegeven controleert inspectie VROM of leidingbeheerder WML voldoet aan het Waterleidingbesluit. Deze inspectie richt zich uitsluitend op de kwaliteit van het water, veiligheid in relatie tot terrorisme en de leveringszekerheid.

Op de integriteit van het watertransportleidingsysteem wordt geen toezicht gehouden door de inspectie VROM. Dit wordt bevestigd doordat inspectie VROM of een andere inspectie geen betrokkenheid hebben gehad bij dit incident. De Onderzoeksraad constateert daarmee dat toezicht op de veiligheid van waterleidingnetwerken niet is ingevuld.

4.6. Achterliggende factor: Veiligheidsmanagement van WML is nog in ontwikkeling

Het veiligheidsmanagement van WML is nog in ontwikkeling, waarbij vooralsnog beleid voor het preventief onderhoud van leidingbuizen ontbreekt, niet alle onderhoudsactiviteiten aantoonbaar zijn vastgelegd, de beheersregistratie beperkt is en de risicobeperkende maatregelen om een leidingbreuk te voorkomen ontoereikend zijn. Een inmiddels gestart onderzoek naar externe risico's van leidinglekkages bij waterleidingbedrijven is een goede aanzet voor verdere ontwikkeling.

4.6.1. Geen onderzoek naar de integriteit van waterleidingen

De periode van uitvoering in acht genomen, kan gesteld worden dat in 1929 zorgvuldig is gewerkt met de destijds beschikbare technieken en middelen. De toepassing van naadloze stalen leiding en de kwaliteit

van de betonnen mantel is opmerkelijk, aangezien in die tijd goedkopere oplossingen gebruikelijk waren. In het materiaalonderzoek naar de leidingdelen zijn geen gebreken of defecten aangetroffen die in verband kunnen worden gebracht met het vervaardigingproces van de stalen leiding.

De uitgevoerde Tijdslijnanalyse (zie bijlage 2) maakt inzichtelijk dat in de 70 jaar na de aanleg van de leiding de leiding niet is ingemeten, tussentijds gecontroleerd of is vastgesteld in welke staat de leiding verkeerde. Tevens is na de aanleg van de dijk geen onderzoek verricht naar zettingen van de dijk. Interviews met RWS en WML alsmede de door hen beschikbaar gestelde documenten bevestigen dat dit in de praktijk ook niet zondermeer plaatsvindt.

Naar aanleiding van de dijkverzakking is eind februari 2004 de ligging van de leiding bepaald. Uit deze gegevens blijkt dat de leiding was verzakt. De lekkage ontstond op een plek in de waterleiding ongeveer onder het midden van de dijk ter plaatse van de maximale zetting.

Na het incident is door leidingbeheerder WML navraag gedaan naar de gebruiksduur van bitumen bekleding. Het KIWA *"meldt dat bitumen bekleding meestal voor 20 à 30 jaar ontworpen worden, maar dat dit na 80 jaar nog goed functioneert."* KIWA voegt hier verder aan toe: *"De viscositeit van bitumen wordt voor een beperkte periode door de leverancier gegarandeerd maar uit ervaring blijkt dat bitumen binnenbekleding langere tijd zijn corrosiewerende werking blijft behouden."*

WML bevestigt in een interview dat de levensduur van de leiding niet wordt vastgesteld:

"Er wordt in het beheer geen rekening gehouden met o.a. de gegarandeerde gebruiksduur van het bitumen. De kwaliteit van het water bepaalt of de leiding wordt geïnspecteerd. De werkelijke levensduur van het bitumen is niet vastgesteld door WML." De concentratie van bepaalde schadelijke stoffen in het water wordt gecontroleerd. Indien de geldende normen worden overschreden wordt de oorzaak hiervan achterhaald en worden passende maatregelen genomen.

Samengevat verricht leidingbeheerder WML geen onderzoek naar de mogelijke aantastingen die optreden aan een leidingbuis vanaf het moment dat een transportleidingsysteem in bedrijf wordt genomen. De Onderzoeksraad concludeert dat WML geen preventief onderzoek verricht naar de integriteit van waterleidingen.

4.6.2. Beperkingen beheersregistratie

Uit onderzoek blijkt dat WML niet nauwkeurig heeft kunnen aangeven waar de waterleiding zich bevindt. Er bestond onduidelijkheid over de locatie van de waterleiding onder de dijk. In de eerste dagen na het incident zijn drie tekeningen geanalyseerd, elk met een andere ligging van de leiding. Na inmeting (AGI Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat) bleek de plaats van de leiding op geen enkele tekening goed aangegeven (zie figuur 11).

WML geeft de volgende verklaring voor de verschillen:

"Er zijn geen verschillende tekeningen in omloop of omloop geweest. Er is een overzichtstekening (beheerkaart) ter plaatse geweest en een tekening van het betreffende leidingdeel. Het enige verschil wat er is geconstateerd is dat de ligging van de leiding afwijkt van de werkelijkheid."

Dit kan mogelijk door de volgende oorzaken zijn gebeurd, namelijk:

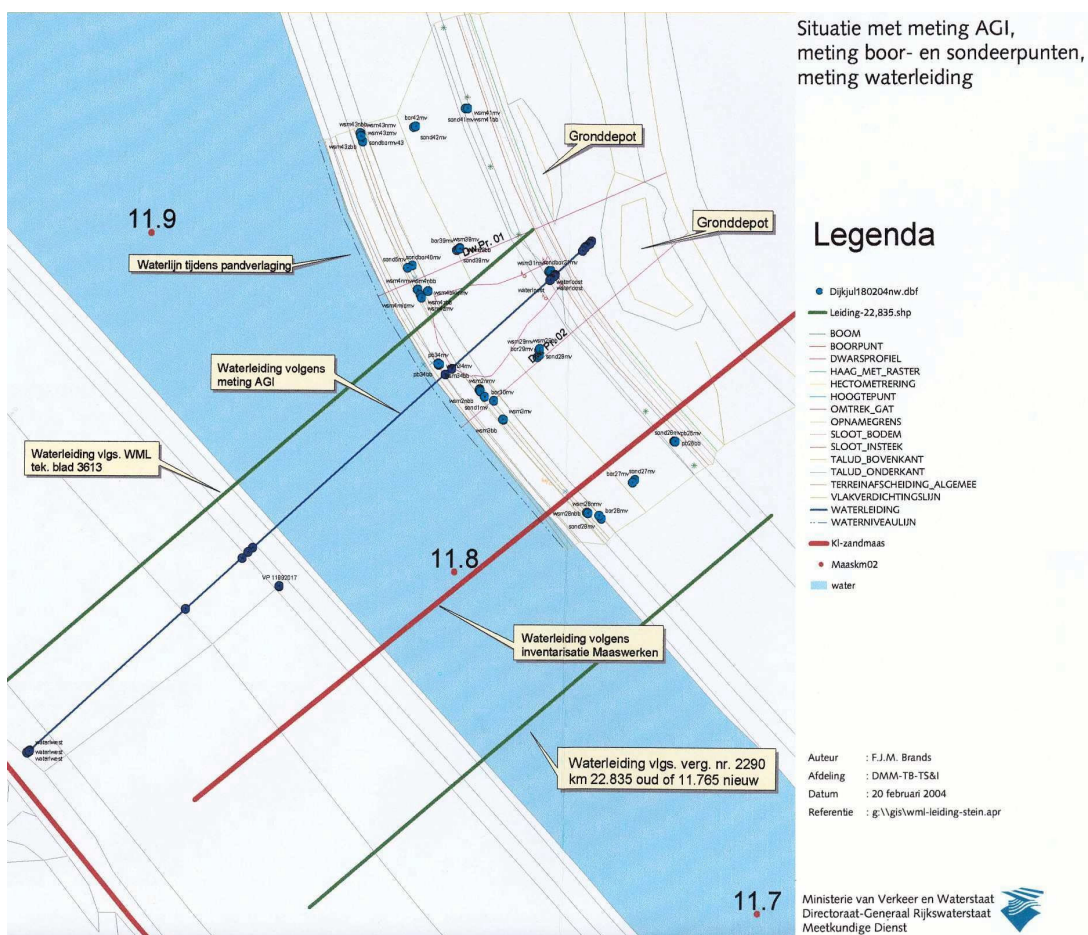
- *De leiding is destijds in 1932 niet nauwkeurig genoeg ingemeten (weet niet welke technieken men in die tijd had en hoe de nauwkeurigheid van de technieken waren).*
- *De leiding is in 1932 goed ingemeten. Echter in de loop van de tijd zijn de inmeetpunten veranderd.*
- *Een combinatie van voorgaande punten."*

WML geeft aan de kwaliteit van het tekeningbeheer als volgt te waarborgen:

- "Revisietekeningen worden na nieuwe aanleg of wijzigingen van het leidingnet gemaakt. WML hanteert een interne procedure inhoudende dat gravers die afwijkingen constateren van KLIC-tekeningen dit terugmelden aan WML waarna aanpassing plaatsvindt. Dit geldt eveneens voor geconstateerde afwijkingen bij werkzaamheden door WML zelf."
- "WML geeft aan dat de betrouwbaarheid van het tekeningbeheer hoog is, daar inmeting plaatsvindt n.a.v. klein en groot onderhoud."

Het incident in Stein toont echter aan dat het tekeningbeheer mogelijk niet volledig op orde is. De Onderzoeksraad acht het niet aannemelijk dat dit een op zichzelf staand geval is. In situaties waarin in het verleden geen klein en/of groot onderhoud op de leiding is uitgevoerd, wordt de ligging van de leiding niet gecontroleerd. Daarnaast is de genoemde procedure niet vastgelegd. Tevens heeft WML niet onderzocht in hoeverre de aangegeven procedure wordt nageleefd.

De Onderzoeksraad concludeert dat de huidige beheersregistratie van het waterleidingnetwerk een aantal beperkingen bevat.



Figuur 11: Ligging waterleiding, in overeenstemming met drie tekeningen (WML, inventarisatie Maaswerken en vergunning) en metingen AGI (Bron: RWS)¹²

¹² WML heeft in zijn reactie op het conceptrapport d.d. 6 april 2005 het volgende aangegeven: 'de leiding met als bijschrift 'waterleiding vlgs tek. Blad 3613' staat verkeerd in de betreffende tekening geprojecteerd. Betreffende leiding ligt minimaal 1/3 dichter bij de leiding met het bijschrift 'Waterleiding volgens meting AGI'. De Raad heeft dit in de tekening van RWS niet aangepast.

4.6.3. Risicobeperkende maatregelen niet toereikend

In het kader van de leveringszekerheid heeft WML een onderhoudsbeleid voor het leidingsysteem bestaande uit een onderhoudsvisie en saneringscriteria.

"Saneren wordt overwogen naar aanleiding van signalen, zoals regelmatig lekken. Bij deze leiding zijn vooraf aan het ongeval geen signalen geweest en is saneren dus ook niet overwogen." Met de huidige criteria wordt sanering uitsluitend toegepast indien er meerdere lekken zijn geconstateerd.

De onderhoudsvisie is vertaald naar onderhoudsregels en onderhoudsprogramma's per component. Op leidingen is storingsafhankelijk onderhoud en toestandsafhankelijk onderhoud van toepassing:

"Beheer vindt plaats naar aanleiding van

- *Drukklachten, gemeld door klanten of op basis van eigen metingen;*
- *Verontreiniging geconstateerd bij een van de 700 meetpunten. WML beschikt over nulmetingen. In eerste instantie wordt de waterkwaliteit gecontroleerd. Op termijn levert dit als bijproduct informatie over corrosiviteit;*
- *10 criteria zoals vastgelegd in klantgericht saneren;*
- *Gepland regulier onderhoud."*

"Het regulier onderhoud omvat toestandsafhankelijk onderhoud, bestaande uit:

- *Afsluitercontrole: Per jaar wordt 20% van de afsluiters (circa 10.000) gecontroleerd. 1% leidt tot groot onderhoud waarbij de afsluiter en de leiding wordt blootgelegd;*
- *Brandkranen controleren: Het initiatief ligt hiervoor bij de brandweer. De brandkranen worden 1x per 3 jaar gecontroleerd. 1% leidt tot groot onderhoud;*
- *Watermeters verwisselen: 1x per 10 jaar wordt een watermeter verwisselt en tegelijkertijd de aansluiting visueel geïnspecteerd;*
- *Kathodische bescherming aanbrengen op kunstwerken en gevoelige leidingdelen, zoals beschreven in de onderhoudsvisie."*

Uit het onderzoek blijkt dat toestandsafhankelijk onderhoud uitsluitend wordt uitgevoerd op de toebehoren (o.a. afsluiters, brandkranen en watermeters) van een leidingsysteem en niet op de leidingbuizen. In het onderhoudsbeleid wordt geen rekening gehouden met mogelijke spanningsopbouw op leidingbuizen, corrosie of de (gegarandeerde) levensduur van bijvoorbeeld de gebruikte binnenbekleding van een leiding (bitumen).

Samengevat vindt alleen inspectie van een leiding plaats, indien de waterkwaliteit niet voldoet aan de normen of bij zichtbare verstoringen aan het waterleidingsysteem die wijzen op gebreken in de leidingbuis. Op het leidingdeel dat door de dijk bij Stein loopt zijn in het verleden geen problemen geweest met de waterkwaliteit en zijn geen verstoringen waargenomen.

Op initiatief van WML is in opdracht van VEWIN (Vereniging van Waterbedrijven in Nederland) onderzoek uitgevoerd naar externe risico's van leidinglekkages bij waterleidingbedrijven. Het oriënterend onderzoek is afgerond en heeft geleid tot de volgende conclusies (Bron: VEWIN, Evaluatie beheersysteem leidingnet op externe effecten door leidinglekkage):

*"Belangrijke conclusies van het onderzoek zijn:
er is binnen de bedrijven geen compleet beeld aanwezig van alle mogelijke risicovolle situaties en de daarbij al dan niet getroffen beheersmaatregelen, en
het ontbreekt aan een toetsingsinstrument om getroffen beheersmaatregelen te kunnen toetsen c.q. de beheersmaatregelen te kunnen nemen."*

VEWIN stelt voor een tweetal vervolgonderzoeken te doen, namelijk een inventarisatie van risicosituaties en de ontwikkeling van een toetsingsinstrument voor beheermaatregelen. De genoemde vervolgonderzoeken zijn naar de verwachting van de Onderzoeksraad minimaal noodzakelijk om te komen tot een acceptabel niveau van veiligheidsmanagement (zie ook paragraaf 2.1 van het rapport).

De Onderzoeksraad concludeert dat een tijdige inspectie van de leiding een leidingbreuk had kunnen voorkomen en constateert dat WML in haar beheer tot op heden te weinig risicobeperkende maatregelen heeft genomen om een leidingbreuk te voorkomen.

4.7. Achterliggende factor: Geen onderzoek naar effect veranderende normen

Het beheer van bestaande leidingsystemen wordt niet getoetst aan nieuwe en veranderde normen, waardoor maatregelen om de veiligheid van het leidingsysteem op het juiste niveau te houden niet worden genomen.

De waterleiding aangetroffen in de dijk bij Stein wijkt op de volgende punten af van de huidige geldende normen NEN 3650 en 3651 (2003):

- Er is geen uitwendige bekleding toegepast voor het deel dat in beton is ingegoten.
- De betonnen mantelbuis ligt binnen de veiligheidszone van het waterwerk.
- De leiding is niet voorzien van meetpunten voor zettingen en zakkingen.
- De binnenbekleding is voorzien van bitumen (koolteer), wat tegenwoordig om gezondheidsredenen niet is toegelaten.
- Voor het leidingmateriaal is zogenaamd halfgekalmeerd staal gebruikt, terwijl tegenwoordig volledig gekalmeerd staal wordt geëist.

WML heeft bij de aanleg van de leiding een ontwerp toegepast op basis van de destijds beschikbare technieken en middelen. De huidige normen zijn gebaseerd op verbeterde technieken en middelen. Nieuwe of gewijzigde normen voor het ontwerp van constructies zijn daardoor in principe niet direct één op één vertaalbaar voor het ontwerp van oudere leidingen. Voor bestaande leidingsystemen zijn om die reden aanvullende eisen en aanbevelingen opgenomen in bijlage E van de norm NEN 3651. Deze aanvullende eisen en aanbevelingen zijn alleen normatief voor primaire waterkeringen en zijn niet normatief voor secundaire waterkeringen zoals de dijk bij Stein.

De Onderzoeksraad verwacht echter van een professionele waterleidingbeheerder als WML dat bij een aanscherping van de eisen aan het ontwerp van leidingen onderzocht wordt hoe dit hogere veiligheidsniveau ook voor de bestaande leidingen bereikt kan worden met aanvullende veiligheidsmaatregelen bij het beheer van de leidingen¹³. De verschillende eerdere versies van de NEN 3650/3651 bieden daartoe aanknopingspunten en datzelfde geldt voor de VEWIN-richtlijn van eind 2003 waarin de verschillende bedrijfseigen normen van de waterleidingbedrijven zijn gebundeld.

Ten aanzien van de NEN-normen geeft WML tijdens het onderzoek het volgende aan:

- *"Een berekening van de leiding op basis van NEN 3650/3651 heeft niet plaatsgevonden. Dit is ook geen vereiste omdat de leiding een diameter < 500 mm heeft;*
- *Het beheer is nog niet gebaseerd op NEN 3650/3651. In vervolgonderzoek wordt hier invulling aan gegeven."*

¹³ WML heeft in zijn reactie op het concept rapport d.d. 6 april 2005 aangegeven deze mening van de Raad niet te delen, aangezien bijlage E uit de NEN 3651 niet normatief is voor secundaire waterkeringen.

De bedrijfstak heeft zelf een richtlijn opgesteld en geaccepteerd voor een praktische invulling voor een beheersysteem van het leidingnet. De Richtlijn drinkwaterleidingen van de VEWIN (VEWIN, 2003) stelt (Bron: VEWIN, Evaluatie beheersysteem leidingnet op externe effecten door leidinglekage): *"De beheerder van het leidingnet is verantwoordelijk voor een duurzaam economische bedrijfsvoering van het leidingnet en de bewaking van de kwaliteit van het drinkwater in het net. Voor de realisatie daarvan moet een preventiebeleid worden gevoerd in de vorm van een beheersysteem."*

Conform de normen NEN3650/NEN3651 en de VEWIN-richtlijn uit 2003 zou WML steekproefsgewijs de status van de stalenwaterleidingen moeten controleren. Dat is tot op heden niet gebeurd. WML heeft nauwelijks preventieve onderhoudsactiviteiten uitgevoerd aan de leidingdelen in zijn verzorgingsgebied. Ook is gebleken dat WML niet actief zorgdraagt voor het monitoren van corrosie, hoewel dit een belangrijke parameter is voor het bepalen van het onderhoudsbeleid bij dergelijke leidingen.

De Onderzoeksraad concludeert dat het ontwerp van deze waterleiding in Stein volgens de huidige normen zou worden afgekeurd. Op basis van deze constatering zou WML moeten onderzoeken hoe nieuwe en veranderde normen vertaald kunnen worden naar aanvullende veiligheidsmaatregelen in het beheer van oudere leidingen zoals bij Stein. Dit heeft niet plaatsgevonden.

4.8. Achterliggende factor: Onvoldoende lering trekken uit incidenten

Het leren van incidenten vindt onvoldoende plaats binnen het waterleidingbedrijf. WML heeft geen lering getrokken uit eerdere waterleidingbreuken die geleid hebben tot beschadiging van het grottenstelsel in de Sint Pietersberg in 1992 en 2003. Daarnaast had WML meer van het incident in Stein kunnen leren, onder andere door een kritische beschouwing van het eigen systeem van leidingenbeheer. Tevens kunnen waterleidingbedrijven meer van elkaar leren, wat bevestigd wordt door het oriënterend onderzoek van VEWIN naar externe risico's van leidinglekages bij waterleidingbedrijven.

Uit het onderzoek blijkt dat op 3 november 2003 als gevolg van een waterleidingbreuk aan de Lujkerweg te Maastricht 3.000.000 liter (3000 m³) water uit de reservoirs van WML het ondergrondse stelsel van de Sint Pietersberg ingelopen is. Hierdoor is een gedeelte van het grottenstelsel in de Sint Pietersberg ingestort. Ook in 1992 veroorzaakte een lekkende waterleiding een instorting van het grottenstelsel in de Sint Pietersberg.

De voorganger van WML, de Nutsbedrijven Maastricht, heeft naar aanleiding van de waterleidingbreuk in 1992 geen specifieke maatregelen genomen. WML heeft daarnaast aangegeven dat bij de overgang van Nutsbedrijven Maastricht naar WML überhaupt geen informatie over lekkages is overgedragen aan WML. Ook naar aanleiding van het tweede incident in 2003 heeft WML geen onderzoek gestart.

De Onderzoeksraad stelt vast dat beide incidenten niet nader zijn onderzocht, waardoor de (mogelijke) oorzaken van deze incidenten niet zijn vastgesteld en verbetermaatregelen niet zijn geïdentificeerd.

Naar aanleiding van de dijkverzakking in Stein heeft WML geïnitieerd dat de branchevereniging VEWIN een onderzoek is gestart naar de veiligheid van waterleidingen. Uit het uitgevoerde oriënterende onderzoek van VEWIN blijkt dat zich in Nederland de afgelopen 10 jaar tenminste 16 grootschalige leidingbreuken hebben voorgedaan met aanzienlijke externe schade. Hierbij is de Raad opgevallen dat de leidingbreuken in de Sint Pietersberg niet in deze inventarisatie zijn opgenomen. Een overzicht van de bij de Onderzoeksraad bekende leidingbreuken is opgenomen in bijlage 7 bij dit rapport.

Afgezien van het vervangen van de betreffende leiding, hebben 7 van de 13 betrokken waterleidingbedrijven geen aanvullende maatregelen getroffen. De overige bedrijven hebben in meer of mindere mate risicobeperkende maatregelen genomen. Deze kennis is echter niet uitgewisseld tussen de waterleidingbedrijven.

Naar aanleiding van de dijkverzakking heeft WML een inventarisatie uitgevoerd naar risicovolle leidingen in haar beheersgebied. WML heeft alle leidingen in nabijheid van waterkeringen, spoorwegen en autowegen geïnteriseerd. Tevens heeft WML een interne projectevaluatie uitgevoerd, waarin met name de incidentafhandeling is geëvalueerd. Naar de mening van de Raad ontbreekt in deze evaluatie een onderzoek naar de directe oorzaak van de leidingbreuk door bijvoorbeeld het uitvoeren van een kritische beschouwing op het beheer van de leiding alsmede onderzoek naar de invloed van corrosie op de integriteit van waterleidingen.

Mede op grond van de analyse in paragraaf 4.2 merkt de Onderzoeksraad op dat de getroffen maatregelen door WML naar aanleiding van de dijkverzakking te beperkt zijn. De Raad is daardoor van mening dat WML slechts in beperkte mate lering trekt uit deze en eerdere incidenten.

5. CONCLUSIES

- Uit onderzoek blijkt dat aan de dijkverzakking twee voorafgaande mechanismen ten grondslag liggen, te weten de zetting van de dijk en de daarmee samenhangende zakking van de leiding alsmede corrosie van de leiding. De zetting van de dijk en de zakking van de leiding is een normaal proces dat met name optreedt in de eerste decennia na aanleg van de dijk (periode 1930 – 1950), terwijl corrosie een verouderingsproces betreft. De directe oorzaak van de dijkverzakking is een leidingbreuk als gevolg van het niet tijdig waarnemen van de wanddikteafname van de leiding door corrosie.
- De veiligheidsaanpak van RWS Directie Limburg voor het beheer van regionale waterkeringen zoals de dijk bij Stein is te beperkt, aangezien onvoldoende inzicht bestaat in het aantal leidingen in de dijken, de risico's van dergelijke leidingen in de dijken, de consequenties van aanscherpingen van veiligheidseisen (conform NEN 3650/3651) en de wijze van beheer van deze leidingen door leidingbeheerders zoals WML.
- De achterliggende factor hierbij is dat voor de totale Rijkswaterstaat organisatie een onderbouwde veiligheidsaanpak ten aanzien van het beheer van regionale waterkeringen inclusief daarin gelegen leidingen ontbreekt. Voor primaire waterkeringen is een dergelijke veiligheidsaanpak en daarvan afgeleide eisen aan het beheer wel beschikbaar. Het verschil in eisen aan het beheer van primaire en regionale waterkeringen is niet nader onderbouwd en is naar de mening van de Raad mogelijk niet langer acceptabel.
- Toezicht op het beheer van de regionale waterkeringen door Regionale Directies van RWS evenals toezicht op het beheer van waterleidingen in dijken vindt niet plaats.
- WML richt zich in het beheer uitsluitend op de kwaliteit en de leveringszekerheid van het water. De veiligheid in de nabijheid van de waterleidingen en/of beschadiging van eigendommen van derden heeft WML niet als expliciet aandachtsgebied gehanteerd. Dit was mogelijk in het verleden logisch en maatschappelijk acceptabel. Vandaag de dag is dat niet meer het geval, als gevolg van de toenemende gevolgen bij eventuele beschadigingen van waterleidingen (door intensivering van het ruimtegebruik) en de ouder wordende waterleidingen.
- Het veiligheidsmanagement van WML is nog in ontwikkeling, waarbij vooralsnog beleid voor het preventief onderhoud van leidingen ontbreekt, niet alle onderhoudsactiviteiten aantoonbaar zijn vastgelegd en de risicobeperkende maatregelen om een leidingbreuk te voorkomen ontoereikend zijn. Een onderzoek van brancheorganisatie VEWIN naar externe risico's van leidinglekages bij waterleidingbedrijven (geïnitieerd door WML naar aanleiding van het incident in Stein) is een goede aanzet voor verdere ontwikkeling zodanig dat de waterleidingbedrijven meer van elkaar gaan leren.
- Bestaande leidingsystemen worden door WML niet getoetst aan nieuwe en veranderde normen. Hierdoor neemt WML geen aanvullende maatregelen om de veiligheid van de oudere leidingen met aanvullende preventieve veiligheidsmaatregelen op het aangescherpte veiligheidsniveau (conform de nieuwe normen) te brengen en te houden. Tot slot blijkt uit het onderzoek dat WML onvoldoende leert van eerdere incidenten.

6. AANBEVELINGEN

- De Minister van Verkeer en Waterstaat dient het verschil in veiligheidsaanpak en daaruit voortvloeiende eisen aan het beheer van primaire waterkeringen en regionale waterkeringen met behulp van risicoanalyses te onderbouwen en desgewenst aanvullende eisen te formuleren voor het beheer van regionale waterkeringen, waarbij mede rekening wordt gehouden met (de monitoring van) het effect van oudere leidingen in regionale waterkeringen.
- N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg wordt aanbevolen om naast de huidige bedrijfsdoelen (leveringszekerheid en kwaliteit drinkwater) de veiligheid in de nabijheid van de waterleidingen en/of beschadiging van eigendommen van derden expliciet als randvoorwaarden te borgen en op basis daarvan:
 - Het veiligheidsmanagementsysteem dusdanig verder te ontwikkelen dat het preventief onderhoud van leidingen aantoonbaar is voor derden en de gewenste risicobeperkende maatregelen voor het beheersen van de veroudering van het leidingnetwerk genomen kunnen worden.
 - In het veiligheidsmanagementsysteem expliciet rekening te houden met het effect van nieuwe normen voor het beheer van de oudere delen van het leidingnetwerk.
 - De ervaringen en leerpunten naar aanleiding van het incident Stein te delen met de overige waterleidingbedrijven.
- Branchevereniging VEWIN wordt aanbevolen om te onderzoeken in hoeverre de uitkomsten van dit onderzoek bij leidingbeheerder WML ook van toepassing zijn bij de overige waterleidingbedrijven en desgewenst te stimuleren dat ook de overige waterleidingbedrijven aantoonbaar verbeteracties doorvoeren.

Bijlage 1: Onderzoeksverantwoording

Als onderdeel van de voorverkenning van de Onderzoeksraad is WML op 5 februari 2004 per e-mail verzocht informatie over de materiaalkundige toestand van de leiding en de ligging van de leiding te overhandigen. In eerste instantie zou een dergelijk materiaalkundig onderzoek plaatsvinden en zou de plaats van de leidingbreuk worden vrij gegraven. Uiteindelijk hebben RWS en WML echter besloten om de gebroken leiding niet verder vrij te graven.

In april 2004 heeft de Raad interviews gehouden met RWS en WML. Hierin kwam naar voren dat gedetailleerde video-opnamen van de leiding beschikbaar waren. De Commissie Buisleidingen heeft deze video-opnamen geanalyseerd. Volgens WML was sprake van marginale corrosie. Uit een eerste analyse van de commissie bleek echter dat sprake was van meerdere lekken, mogelijk fabricagedefecten en corrosie.

Op basis van de interviews en de verkregen informatie heeft de Raad op 23 juni 2004 besloten een onderzoek in te stellen. De motivatie voor het instellen van een onderzoek ligt in het feit dat deze dijkverzakking tot aanzienlijke schade en maatschappelijke onrust heeft geleid. Dit incident voldoet daarmee aan de criteria die de Raad heeft gesteld voor het instellen van een onderzoek. Tevens was de werkelijke oorzaak nog niet duidelijk.

De aandachtspunten voor het onderzoek zijn in het besluit van de Raad als volgt gedefinieerd:

1. Toetsen hypothesen van de werkelijke oorzaak voor het ontstaan van de dijkverzakking (invloed corrosie, etc.) door de beschikbare video-opnamen van de leiding door deskundigen (TNO Industrie en R+K) in opdracht van de Raad te laten verifiëren;
2. Onderzoeken van de wijze van beheer van de leidingen door WML;
3. Onderzoeken van het beheer van dijken en de invloed van kruisende leidingen in dijken;
4. Onderzoeken van de kwaliteit en betrouwbaarheid van het tekeningenbeheer.

Na de eerste oriëntatie is gestart met het onderzoek. Met de betrokken partijen zijn interviews gehouden: WML en RWS DLB. Het doel van de interviews was het achterhalen van de achterliggende oorzaken en het verifiëren van de bevindingen van Geodelft en overige adviseurs alsmede van de door de Raad ingeschakelde deskundigen TNO Industrie en R+K.

Op basis van de verkregen schriftelijke en mondelinge informatie heeft de Onderzoeksraad een concept rapport opgesteld dat op 6 april 2005 aan de betrokkenen is gestuurd voor commentaar. De Raad heeft reacties ontvangen van WML, RWS, Geodelft en gemeente Stein. Op basis van deze reacties is het rapport op enkele punten aangescherpt. Daarnaast heeft op verzoek van WML een bijeenkomst plaatsgevonden d.d. 24 juni 2005 waarin WML zijn reactie op het concept rapport aan de Raad nader heeft toegelicht. Naar aanleiding van deze bespreking heeft de Raad nog enkele documenten van WML ontvangen en geanalyseerd.

De Onderzoeksraad heeft het rapport en de bijbehorende aanbevelingen vervolgens op 5 juli 2005 besproken en op 13 september 2005 vastgesteld, waarbij ten opzichte van het concept rapport in het uiteindelijke eindrapport enkele wijzigingen hebben plaatsgevonden. De belangrijkste wijziging betreft de verschuiving van de focus op met name leidingbeheerder WML in het concept rapport naar de combinatie van dijkbeheerder RWS en leidingbeheerder WML in het eindrapport. De belangrijkste beweegreden daarvoor betreft het feit dat het bezwijken van de dijk het gevaarzettende aspect betrof voor de burgers van Oud-Stein en dat RWS als deskundige dijkbeheerder een belangrijke taak heeft ten aanzien van de veiligheid van een dergelijke waterkering.

Bijlage 2: Overzicht relevante normen en richtlijnen

Wetten, normen en richtlijnen (van toepassing in 1929 en 1932)

Ten tijde van de aanleg van de waterleiding in 1929 bestonden nog geen nationale normen of richtlijnen voor de aanleg en het beheer van waterleidingen in een dijk. Vermoedelijk waren er ook geen voorschriften of richtlijnen voor lokale overheden of bedrijven.

Wetten, normen en richtlijnen (van toepassing in 2004)

- De *Wet op de waterkering (1996)* stelt strenge eisen aan de primaire waterkeringen en vereist dat periodiek (om de vijf jaar) het waterkerend vermogen wordt getoetst inclusief de invloed van niet-waterkerende objecten (zoals buisleidingen). Wettelijk zijn er geen eisen gesteld aan het beheer van regionale waterkeringen.
- De NEN 3650 (2003) stelt eisen aan het beheer van bestaande en oude leidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken zoals, primaire en regionale waterkeringen, primaire en secundaire wegen en rijks- en provinciale vaarwegen.
- De NEN 3651 (2003) stelt eisen aan het ontwerp van nieuwe en bestaande leidingen in primaire waterkeringen en alleen eisen aan het ontwerp van nieuwe leidingen in regionale waterkeringen. De eisen aan het ontwerp van leidingen en voor het onderzoeken van de invloed op waterstaatswerken zijn informatief voor alle andere waterstaatswerken dan primaire waterkeringen.
- De VEWIN-richtlijn (2003) stelt eisen aan het beheer van drinkwaterleidingen.

Ontwikkeling wetten, normen en richtlijnen

- In 1972 heeft de Provincie Zuid Holland de pijpleidingcode Zuid Holland opgesteld met eisen aan het ontwerp en beheer van leidingen die in waterkerende constructies zijn opgenomen.
- In 1992 zijn de NEN 3650/3651 opgesteld gebaseerd op (i) de NEN 1091 (die reeds concrete eisen bevat voor het beheer van leidingen, inclusief bijbehorende risico-inventarisatie), (ii) de oorspronkelijke pijpleidingcode Zuid Holland en (iii) enkele eisen van RWS en van Gasunie. Deze normen stellen eisen aan het ontwerp en beheer van leidingen en specifiek voor leidingen in waterstaatswerken.
- In de periode vanaf 1992 – 2003 vinden enkele herdrukken plaats van de NEN 3650/3651 met enkele kleine wijzigingen. Een vertegenwoordiger van de branchevereniging VEWIN is direct betrokken bij deze normontwikkeling en de organisatie van de branchevereniging omvat een structuur om zijn ervaringen terug te koppelen aan de verschillende leden (waaronder WML).
- In 1996 is de Wet op de Waterkering opgesteld die stelt dat beheerders van primaire waterkeringen zich iedere vijf jaar ervan moeten zeker stellen dat aanwezigheid van bijvoorbeeld leidingen de integriteit van de kering niet in gevaar brengt.
- In 2003 is op basis van mondiale ontwikkelingen een nieuwe versie van de NEN 3650/3651 opgesteld die technisch grotendeels hetzelfde is als zijn voorgangers, maar waarbij enkele loshangende items die reeds bekend waren, zijn toegevoegd.

- De VEWIN-richtlijn uit 2003 bevat een bundeling van diverse bedrijfseigen richtlijnen die door de verschillende waterleidingbedrijven gehanteerd werden.

NEN 3650/3651

Omdat drinkwater niet belastend is voor het grondwatermilieu, moet een waterleiding die een regionale waterkering kruist voldoen aan NEN 3651 en via deze norm aan bepaalde delen uit de NEN 3650. Deze normen gelden alleen voor nieuw te bouwen systemen of wijzigingen in bestaande systemen. In de NEN 3651 bijlage E staat echter als uitvloeisel van de Wet op de Waterkering, dat de invloed van alle bestaande leidingen op het waterkerende vermogen van primaire waterkeringen om de vijf jaar getoetst moet worden. In deze norm wordt gesteld dat voor de leidingen in andere waterstaatswerken dan primaire waterkeringen, bijlage E informatief kan worden gehanteerd.

NEN 3650 Eisen voor Buisleidingsystemen

Hoofdstuk 1 Onderwerp en toepassingsgebied

"...

Deze norm geeft veiligheidseisen, die betrekking hebben op veiligheidsaspecten voor mens, milieu en goederen en die aan het ontwerp, de aanleg, de bedrijfsvoering en bedrijfsbeëindiging van buisleidingsystemen worden gesteld."

"De eisen betreffen buisleidingsystemen voor het vervoer van stoffen zowel te land als ter zee en gelden voor nieuw te bouwen systemen of wijziging aan bestaande systemen."

De norm is van toepassing op Groep-I- en Groep-II-buisleidingsystemen:

- a) Groep-I-buisleidingsystemen zijn bedoeld voor het vervoer van gevaarlijke stoffen zowel te land als ter zee. Voor Groep I geldt dat het gehele buisleidingsstelsel integraal moet voldoen aan de eisen van de norm;
- b) Groep-II-buisleidingsystemen zijn bedoeld voor het vervoer van andere stoffen dan onder a). Voor Groep II is de toepassing van de norm beperkt tot de leidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken en leidingen die in grondwaterbeschermingsgebieden liggen."

OPMERKING 3. Er wordt vanuit gegaan dat het beheer van met name Groep-II-systemen zodanig is dat de ontwerputgangspunten die golden ten tijde van de aanleg van de leiding tijdens de levensduur niet wijzigen. De integrale toepassing van de norm waarborgt dat reeds voor Groep-I-systemen.

De norm geldt ook voor bestaande buisleidingen of systemen met betrekking tot:

- het beheer van Groep-I-systemen;
- wijziging van de ontwerprichtingen (temperatuur, druk, medium).

..."

Hoofdstuk10 Bedrijfsvoering en bedrijfsbeëindiging

"...

De beheerder van het buisleidingsstelsel is verantwoordelijk voor een duurzaam economische bedrijfsvoering van het buisleidingsstelsel met zorg voor mens en milieu (fysieke omgeving en eigendommen). Voor de uitvoering daarvan moet een preventiebeleid worden gevoerd in de vorm van een managementsysteem, verder beheersysteem genoemd."

...

10.2.2

...

Het doel van het onderhoud en de inspectie is gericht op het in goede staat houden van het leidingsysteem voor een optimale bedrijfsvoering ("fitness for purpose") gedurende de geplande bedrijfsduur en binnen het bedrijfsbeleid. Een optimale bedrijfsvoering wordt bereikt indien de faalmechanismen zijn onderkend, er wordt voldaan aan wetgeving, vergunningseisen en relevante normen en de specifieke wensen van de eigenaar zijn vervuld...."

NEN 3651 Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatwerken

Hoofdstuk 1 Onderwerp en toepassingsgebied

"...

De norm geldt ongeacht het medium voor alle typen nieuw aan te leggen buisleidingen (staal, beton, kunststof en gietijzer).

...

7.6 Gegevens kruising

Per kruising moeten de relevante uitgangspunten en gegevens worden vastgelegd volgens bijlage B van NEN 3650-1:2003 zoals:

- beschrijving van de kruising en de aanlegmethode;
- gegevens over het medium en de ontwerpomstandigheden (debieten, drukken, temperaturen, levensduur, druk- en temperatuurfuctuaties);
- tekening(en) met de configuratie van de kruising, constructie, bochten;
- ligging van de leiding ten opzichte van ander objecten;
- details van bijzondere constructies (paalfundering, damwand, mantelbuis);
- leidinggegevens (middellijn, wanddikte, materiaalsoort, corrosie- en abrasietoeslag, materiaaleigenschappen, belkleding enz.)."

...

8.1.7.3 Mantelbuizen

Mantelbuizen in waterstaatswerken moeten zoveel mogelijk worden vermeden, behalve voor de gevallen als vermeld in 8.1.7 van NEN 3650-1:2003 en in 9.6.2. van deze norm..

"..."

Hoofdstuk 9 Aanleg

Hoofdstuk 9 beschrijft diverse methoden van aanleg, waaronder doorpersen en HDD. Het achteraf aanbrengen van een dijk over een leiding is niet als methode opgenomen.

Hoofdstuk 10 Beheer en onderhoud.

"...

Een leidingkruising met een waterstaatswerk vormt een onderdeel van een leiding in een leidingsysteem en valt derhalve ook onder de eisen die aan bedrijfsvoering van het systeem zijn gesteld (zie hoofdstuk 10 van NEN 3650-1:2003) wanneer de leiding onder Groep I valt. Voor zowel de leidingen in Groep I als in Groep II (zie ook hoofdstuk 1) gelden bovendien de bepalingen in dit hoofdstuk.

...

10.5 Beheer leiding en waterstaatswerk

Leidingkruisingen en parallelleggingen aan waterstaatswerken en de daaraan verbonden risico's moeten een duidelijke plaats en bijbehorende zorg krijgen in de kwaliteitskringloop van het beheersysteem (zie hoofdstuk 10 van NEN 3650-1:2003).

Leidingkruisingen en parallelleggingen die in Groep II vallen moeten worden opgenomen in een incidentenregeling resp. het alarm- of noodplan, inclusief de acties en maatregelen die nodig zijn uit hoofde van het gewenste beheer van zowel de leiding als het waterstaatswerk.

De leidingbeheerder is verantwoordelijk voor het veilig functioneren van de leiding in het waterstaatswerk en moet de beheerder van het waterstaatswerk de gelegenheid geven zich daarvan op de hoogte te stellen. Van stalen leidingen moet kunnen worden aangetoond dat de kathodische bescherming naar behoren heeft gefunctioneerd.

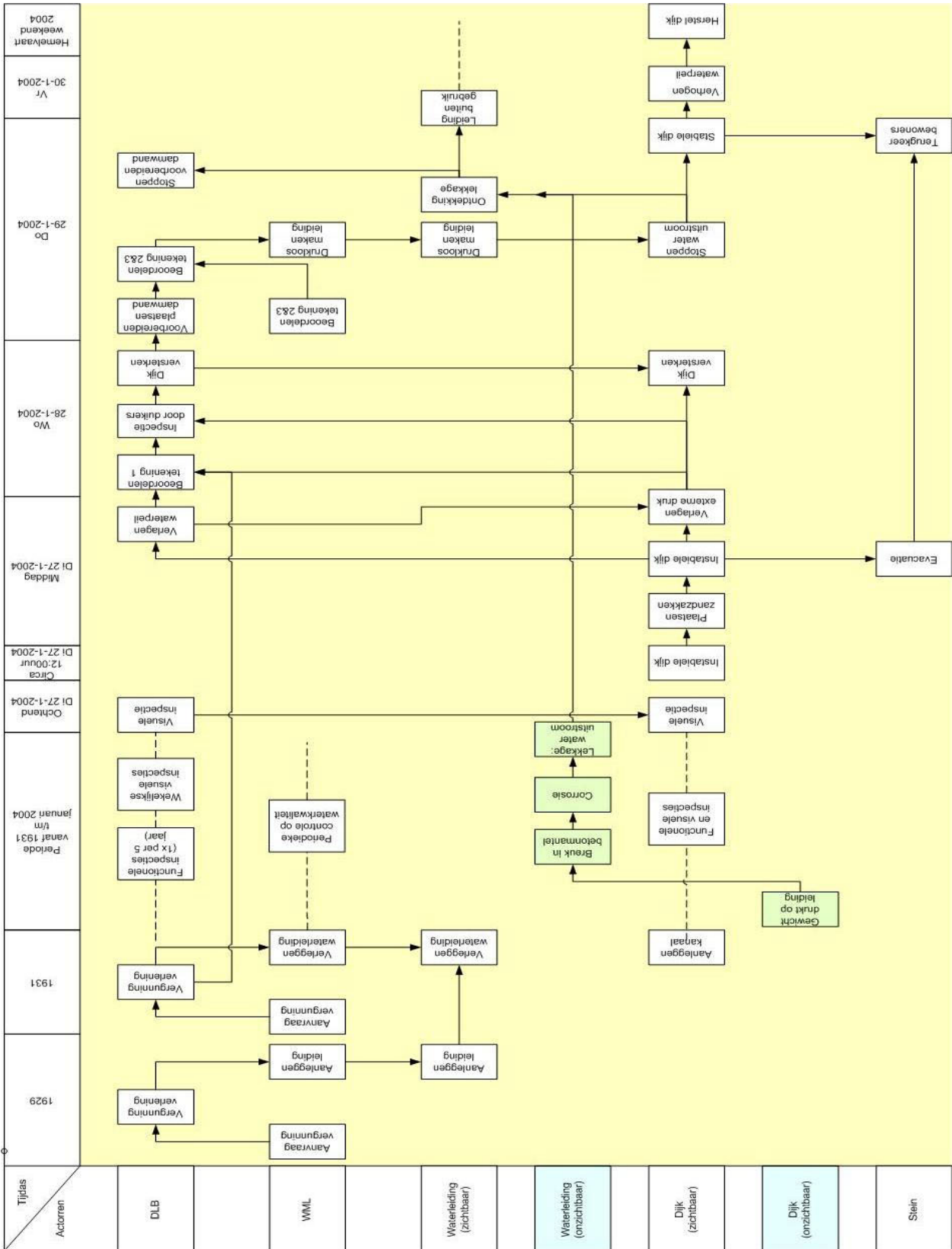
Om veiligheidstechnische redenen het waterstaatswerk betreffende kan het nodig zijn onderzoek te doen naar de kwaliteit van het leidinggedeelte dat in de kruising en de bijbehorende veiligheidszones van het waterstaatswerk ligt. ...

Voor onderzoek naar de invloed van leidingen in andere waterstaatswerken dan primaire waterkeringen kan bijlage E ¹⁴informatief worden gehanteerd. ...”

¹⁴ Bijlage E toetsing van bestaande leidingen

Bijlage 3: Tijdslijnanalyse

Met behulp van een Tijdslijnanalyse is het mogelijk op een gestructureerde wijze een ordening van informatie te maken op basis van de tijd. Per actor zijn de gebeurtenissen, handelingen en veranderingen benoemd.



Bijlage 4: Tripodanalyse

Tripod algemeen

Met behulp van een Tripod analyse is het mogelijk op een gestructureerde wijze de oorzaken van een ongeval of incident in kaart te brengen. Tripod kan gebruikt worden om de directe oorzaken van een ongeval of incident terug te voeren op tekortkomingen in organisaties die verantwoordelijkheid dragen voor het veilig opereren van het betreffende systeem. De filosofie is dat door het verbeteren van de tekortkomingen in de organisaties de veiligheid vergroot wordt. Daardoor worden veel meer ongevallen en incidenten voorkomen dan uitsluitend het beschouwde incident.

De Tripod methode stelt dat bij een ongeval of incident blijkbaar veiligheidsvoorzieningen hebben gefaald of zelfs in het geheel niet aanwezig waren. Deze voorzieningen worden voorgesteld (ook grafisch, zie het figuur op de volgende pagina) als verdedigingslijnies (barrières). Een barrière kan bedoeld zijn om het gevaar te beheersen of voor schadepreventie. Het falen van de barrières wordt vervolgens teruggevoerd op een falen binnen een organisatie.

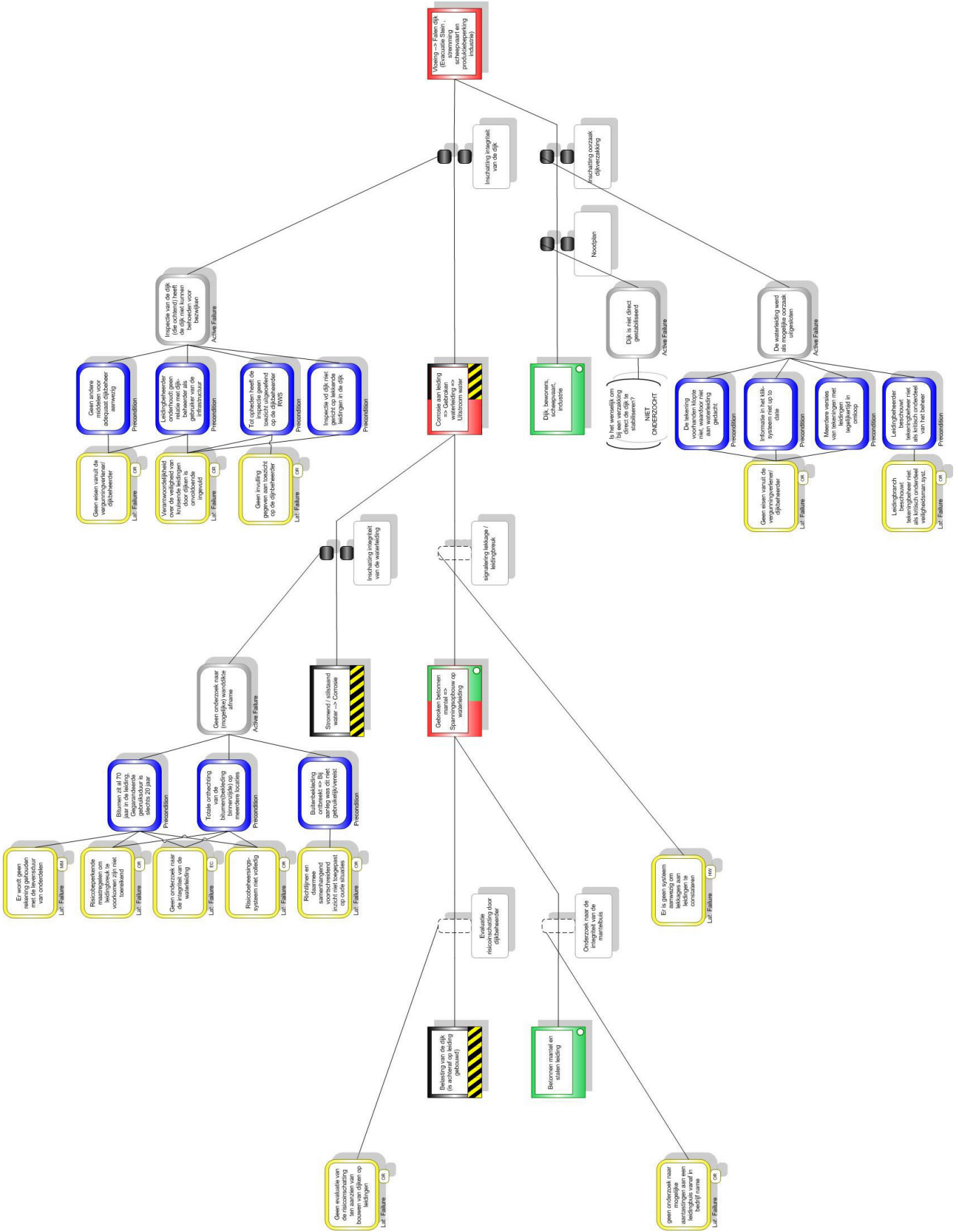
Beschrijving van de kern van het Tripod diagram voor het incident in Stein

Voor dit ongeval zijn de gevaren die beheerst moeten worden gedefinieerd als: "Belasting van de dijk" en "Corrosie" (geel zwart gestreept in het diagram). De waterleiding in de dijk is blootgesteld aan deze gevaren (groen). Wanneer de barrières falen of ontbreken (zoals hier het geval was) dan breekt dus een waterleiding en stroomt water uit (rood/groen).

Het kerndiagram is verder als volgt opgebouwd: Het uitstromende water vormt vervolgens een gevaar voor de dijk die vervolgens verzakt. Deze dijkverzakking veroorzaakt tot slot een langdurige evacuatie, stremmingen voor de scheepvaart en productiebeperkingen voor de industrie.

Beschrijving barrières

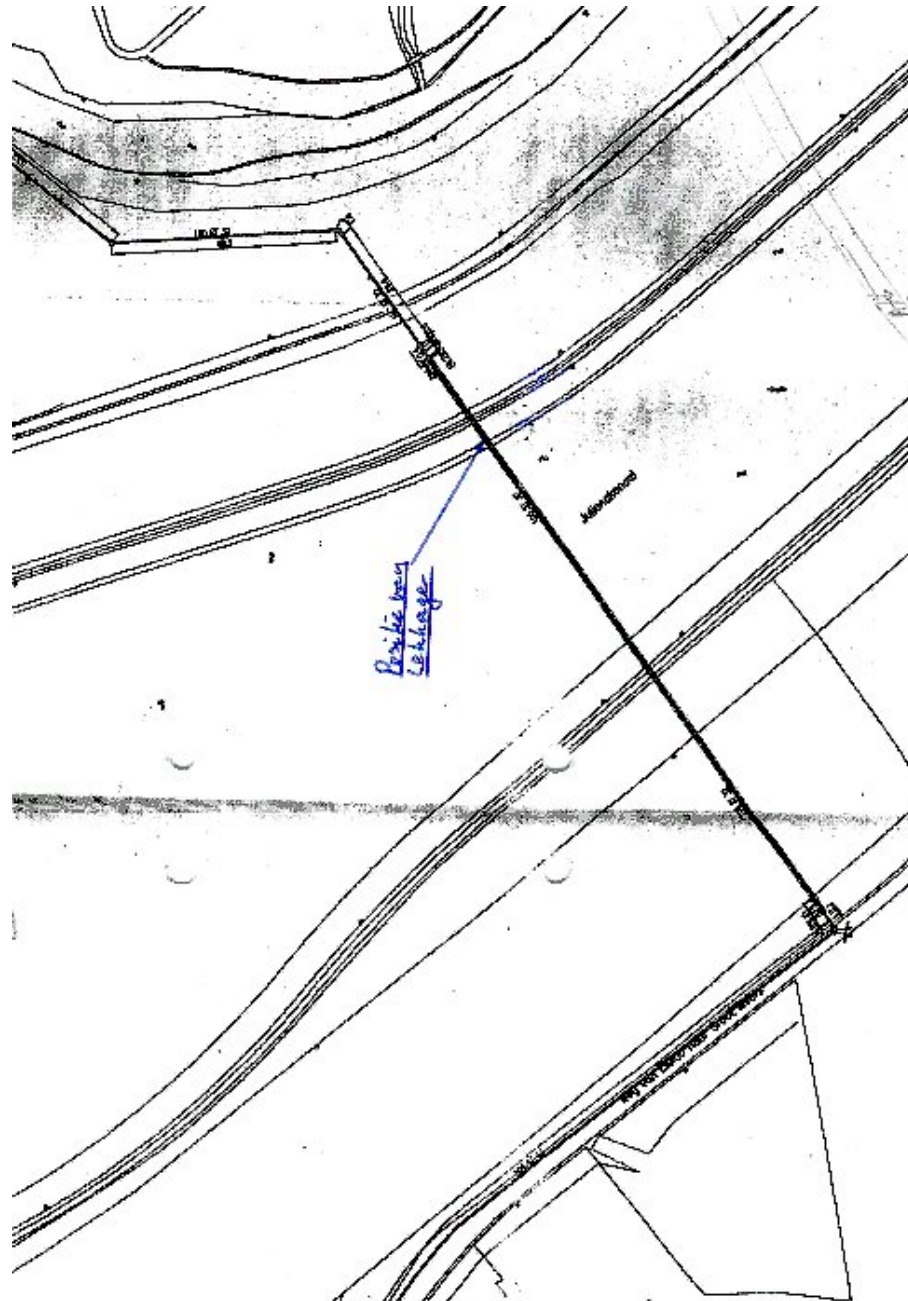
In het Tripod kerndiagram worden vervolgens de veiligheidsvoorzieningen die aanwezig (hadden moeten) zijn geplaatst. Het doel is immers om de achterliggende factoren van het falen van deze barrières zo uitputtend mogelijk te achterhalen.



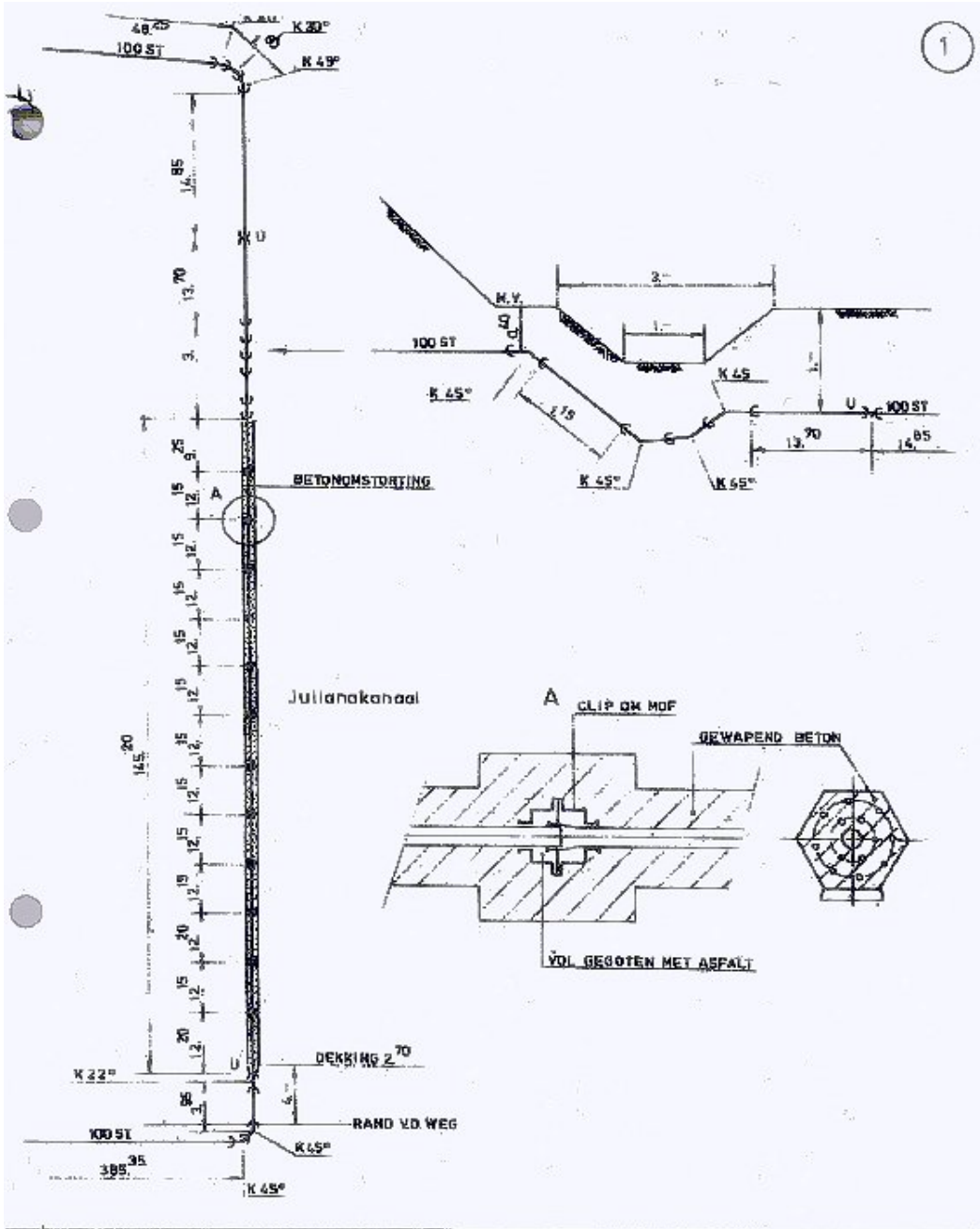
Bijlage 5: Tekeningen van de waterleiding

Merk op dat op deze tekening een zeshoekige betonnen mantelbuis staat aangegeven, terwijl uit nader onderzoek blijkt dat de constructie als een achthoekige betonnen mantelbuis is uitgevoerd.

A. situatie tekeningen



Tekening 1



uml N.V. WATERLEIDING MAATSCHAPPIJ LIMBURG

| GEMEENTE STEIN | | | | | | | | | | | | DETAILS LEIDINGNET | |
|----------------|-----------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|---------------------|--|
| UITG. | DATUM | PAR. | GEC. | UITG. | DATUM | PAR. | GEC. | UITG. | DATUM | PAR. | GEC. | BASISKAART N°. 3613 | |
| 1 | 25-2-1986 | | | | | | | | | | | DETAILBLAD N°. 1 | |

Tekening 2

Bijlage 6: Bevindingen deelonderzoeken Onderzoeksraad

De Onderzoeksraad heeft een tweetal deelonderzoeken uitbesteed, aan respectievelijk onderzoeksbureaus TNO Industrie en R+K. Een samenvatting van de resultaten is opgenomen in deze bijlage.

Conclusies onderzoeksbureau TNO Industrie (Definitief 3 januari 2005)

Uit de resultaten van het materiaalkundig deelonderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

- *"Gegeven de uitvoering van leiding, in naadloze stalen buis met een inwendige bekleding van bitumen, welke is ingegoten in beton met een opmerkelijke dichtheid, mag ervan worden uitgegaan dat destijds bij de aanleg zorgvuldig is gewerkt.*
- *In het algemeen kan worden gesteld dat de bedrijfszekerheid van de leiding na meer dan 70 jaar gebruik niet meer volledig kan worden gegarandeerd. Behalve problemen door verzakking, waardoor scheuren of breuk in de betonnen ommanteling kunnen ontstaan, is dit gelegen in degeneratie van de inwendige bitumen bekleding waardoor onthechting van de bekleding en corrosie met name bij de mofverbindingen heeft plaatsgevonden.*
- *Bij bestudering van de video beelden en bij onderzoek van de uitgenomen buisdelen zijn geen directe bewijzen voor putcorrosie of microbiologische corrosie gevonden.*
- *Uit de video beelden blijkt dat op 20,8 meter van het insteekpunt aan de Steinse zijde de buis op ongeveer 10 cm afstand van de verbinding rondom is gescheurd (lekkage). Duidelijk is dat de scheur in ieder geval voor een deel betrekkelijk oud moet zijn en dat locale onthechting van de bekleding en corrosie op deze positie ter hoogte van de clip hier waarschijnlijk aan heeft bijgedragen.*
- *Om meer informatie te vergaren met betrekking tot de oorzaak van de schade, is onderzoek van een mofverbinding met onthechting van de bekleding ter hoogte van de clip gewenst. Een dergelijke verbinding bevindt zich op 36,5 meter vanaf de Meerse zijde.*
- *Op de volgende punten wijkt de leiding af van de huidig geldende normen NEN 3650 en 3651 (2003):*
 - *Er is geen uitwendige bekleding toegepast voor het deel dat in beton is ingegoten;*
 - *De overgang van het starre naar het flexibele deel van de leiding ligt binnen de veiligheidszone van het waterwerk;*
 - *De leiding is niet voorzien van meetpunten voor zettingen en zakkingen;*
 - *Gezien de datum van aanleg kan worden aangenomen dat bitumen (koolteer) is gebruikt, hetgeen tegenwoordig om gezondheidsredenen niet is toegelaten.*
 - *Voor het leidingmateriaal is zogenaamd halfgekalmeerd staal gebruikt, terwijl volledig gekalmeerd staal wordt geëist."*

Conclusies onderzoeksbureau R+K (Definitief 28 december 2004)

Uit de resultaten van de sterkteberekening worden de volgende conclusies getrokken:

1. *"De leidingbreuk is waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van de gemeten leidingzakkingen en de geconstateerde corrosie van de stalen buis.*
2. *Aangenomen kan worden dat de opgetreden grondzakkingen (nagenoeg) gelijk zijn aan de gemeten leidingzakkingen.*
3. *Ten gevolge van de grondzakkingen treedt ter plaatse van het lek het grootste buigend moment in de leiding op dat veel groter is dan het maximaal door het gewapend beton opneembaar moment. De betondoorsnede scheurt volledig en houdt wellicht geen buigstijfheid meer over, waardoor de kromming van de leiding ter plaatse flink toeneemt en dus de spanning en rek in de stalen buis. Wanneer dan ook nog de buiswand door corrosie verzwakt (is), versterkt dit de kromming met als gevolg een weer toenemende rek in de stalen buis. Als de corrosie over een voldoende kleine lengte plaatsvindt, kunnen de kromming en de daaruit voortvloeiende rek zodanig toenemen dat de breukrek wordt bereikt, vooral indien het buismateriaal bros(er) is geworden. Hierbij maakt het niet uit of de corrosie van binnen- of van buitenuit of van beide kanten is opgetreden.*
4. *Uit de berekeningen volgt dat de grootste langsrek aan de onderkant van de buis optreedt en de kleinste aan de bovenkant. Dit is in overeenstemming met de camerabeelden, waaruit blijkt dat de scheur op klokpositie 12 mogelijk niet helemaal doorloopt.*
5. *Dat de breuk vlak bij een mof is opgetreden is te verklaren uit het gegeven dat de leidingkromming daar het grootst is ten gevolge van het gemeten leidingzakkingverloop en dat vooral bij de moffen corrosie is aangetroffen."*

Bijlage 7:Overzicht leidingbreuken in Nederland

Onderstaand is een (niet volledig) overzicht opgenomen van incidenten met waterleidingen, waarbij overlast voor de omgeving is opgetreden:

Bron: Inventarisatie VEWIN (16 ongevallen in de afgelopen 10 jaar, gemeld door 8 van de 13 waterleidingbedrijven die hebben gereageerd op het verzoek van VEWIN (14 bedrijven zijn aangeschreven)).

- Lekkende leiding in Beverwijk d.d. februari 2004 waardoor € 300.000 schade aan derden (PWN).
- Breuk leiding in Boxtel d.d. 1995 waardoor € 200.000 schade (BW).
- Onderspoeling en verzakking woning door breuk leiding d.d. 1998 waardoor € 200.000 schade voor herbouw woning en tijdelijke huisvesting (WML).
- Incident Stein d.d. januari 2004 (WML).
- Breuk waterleiding met overlast door derden in 2003 (werkzaamheden op golfbaan) waardoor € 50.000 schade (DZH).
- Lekkage nabij bouwkuip van parkeergarage Den Haag in 2002 waardoor € 1.000.000 schade aan bouwwerk (DZH).
- Drie lekkages Den Haag in 1999, 2003 en 2004 waarbij inzet van politie noodzakelijk was voor afzetting (DZH).
- Vijf lekkages in Zoetermeer met ernstige overlast en veel schade aan woningen en bedrijven in de periode 1999 – 2002 (DZH).
- Drie breuken in Emmen na 1994 waarbij kelders onderliepen van het gemeentehuis, een verzorgingstehuis en een woning/kantoor. Schade van € 75.000 (WMD).

N.B. Aangezien de onderstaande bij de Onderzoeksraad bekende incidenten niet in de lijst van VEWIN zijn opgenomen, bestaan twijfels over de volledigheid van de bovengenoemde inventarisatie van de 16 incidenten.

Bron: Onderzoek Onderzoeksraad n.a.v. Stein

In het onderhavige rapport worden nog genoemd de lekkages van 1992 en 2003 waarbij delen van de Sint Pietersberg zijn ondergelopen respectievelijk ingestort.

Bron: Overzicht meldingen Onderzoeksraad

- Breuk transportleiding en beschadiging tweede transportleiding d.d. 12 december 2004 (Hydron) met als gevolg wateroverlast voor de omgeving (toerit A28 afgesloten). Hydron geeft in een toelichting op het ontstaan van het incident aan dat breuken van grote leidingen, met vergelijkbare omgevingsoverlast, met een frequentie van eens per twee jaar voorkomen in hun leidingnet.
 - Twee leidingbreuken van drinkwaterleiding waardoor treinverkeer 2 uur is gestremd en 30.000 huishoudens zonder water d.d. 29 april 2001 (Brabant Water).
-